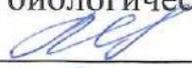


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедра геоэкологии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В
ГЭК

Заведующий кафедрой
доктор биологических наук, доцент

 А.В. Синдирева

30.06. 2023 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистерская диссертация

ДИНАМИКА АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИОБСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ

05.04.06 Экология и природопользование

Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнил работу
студент 2 курса



Абросимов Илья Александрович

Научный руководитель
к.б.н., доцент



Лоботросова Светлана Айратовна

Рецензент
к.г.н., доцент



Идрисов Ильдар Рустамович

Тюмень
2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	5
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ ..	12
2.1. ПОНЯТИЕ «ЛАНДШАФТ»	12
2.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ	15
2.3. ФУНКЦИИ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЛАНДШАФТОВ.....	21
2.4. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТОВ	30
ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ЛАНДШАФТНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ...	35
3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	35
3.2. СПОСОБЫ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	38
ГЛАВА 4. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ	47
4.1. ПОДГОТОВКА МАТЕРИАЛОВ	47
4.2. ПОДГОТОВКА СКРИПТА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕШИФРИРОВАНИЯ	51
4.3. СОЗДАНИЕ ЛАНДШАФТНОЙ КАРТЫ.....	54
4.4. ВЫЯВЛЕНИЕ ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ.....	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	87
ПРИЛОЖЕНИЯ 1-6	93

ВВЕДЕНИЕ

В практике эколого-географических исследований на современном этапе широкое применение находят методы дистанционного зондирования Земли, которые позволяют оценить и проследить развитие неблагоприятных для окружающей среды последствий деятельности человека. Важнейшим элементом ДДЗ является получение космических снимков с последующим дешифрированием по заданным параметрам.

Во всем мире функционирует множество различных месторождений на которых ведется активная добыча нефти. Разработка месторождений не проходит бесследно, территория активно подвергается техногенному воздействию, что приводит к изменениям ландшафтов, в том числе негативного характера. Поэтому тема исследования является **актуальной**.

Объект исследования: северный лицензионный участок Приобского месторождения

Предмет исследования: динамика ландшафтов северного лицензионного участка Приобского месторождения

Цель работы: Выявление динамики антропогенных ландшафтов в районах нефтедобычи на примере северного лицензионного участка Приобского месторождения.

В соответствии с целью были поставлены **задачи**:

1. на основе использования метода дистанционного зондирования земли, провести дешифрирование ландшафтов на уровне урочищ;
2. проследить динамику изменения ландшафтов на лицензионном участке приобского месторождения на протяжении 23 лет;
3. оценить устойчивость ландшафтов к антропогенному воздействию;
4. составить ландшафтную карту месторождения, карты динамики ландшафтов, карту устойчивости ландшафтов.

Защищаемые положения:

1. Устойчивое функционирование месторождения, как природно-техногенного объекта, должно базироваться на учете свойств ландшафтов при проектировании инфраструктуры месторождения.

2. Применение данных ДЗ для оценки динамики существующих природно-антропогенных ландшафтов дает возможность разработки рекомендаций и предложений по оптимизации природоохранной деятельности на всех этапах жизненного цикла месторождений.

Новизна работы: состоит в выявлении динамики ландшафтов и оценке устойчивости на уровне типов местности и видов урочищ при помощи методов автоматизированного дешифрирования с элементами машинного обучения.

Теоретической основой для исследования явились работы Ф.Н. Милькова, А. Г. Исаченко, Л.К. Казакова, Э.М. Купенова, Н.Н. Москвиной, Г.Е. Вильчика и других авторов.

Методы исследования: анализ и синтеза, литературный, сравнительный, описательный, картографический, геоинформационный.

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Территорией проведения исследовательской деятельности был выбран северный лицензионный участок Приобского месторождения.

Приобское месторождение – это крупнейшее нефтяное месторождение, которое расположено в пределах Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области, недалеко от села Селяйрово, в 65 км от г. Ханты-Мансийска и в 200 км к западу от г. Нефтеюганска, имеет координаты 61°20'00" с.ш. и 70°18'50" в.д. Площадь месторождения – около 5466 км². (в т.ч. южный участок около – 2,3 тыс. км², северный – около 3,3 тыс. км²). В непосредственной близости к Приобскому месторождению расположены крупные, находящиеся в эксплуатации месторождения: Приразломное (на юго-востоке), Салымское (20 км восточнее), Правдинское (57 км на юго-восток).

Приобское месторождение открыто в 1982 г. В 1985 г была заложена первая разведочная скважина. В 1988 г на его левом берегу началась эксплуатационная добыча фонтанным способом со скважины №181-Р с дебитом 37 т/сутки. На сегодняшний день эксплуатационное бурение ведется в пределах пойменного участка. Всего по состоянию на апрель 2019 года на месторождении пробурено более 3600 скважин. По величине запасов оно на третьем месте в России и на 14-м в мире. Геологические запасы оцениваются в 5 млрд т нефти. Доказанные и извлекаемые запасы оцениваются в 2,4 млрд т.

На исследуемой территории нефть преимущественно нефтяного ряда, малосмолистая и парафинистая. Нефтеносные слои расположены на глубине от 2,3 км. – 2,6 км, скважины расположены кустовым методом, Дебит функционирующих в настоящее время скважины, в начальный момент составляет от 35 т/сут. до 180 т/сут. Коэффициент извлечения нефти - 0,35. Нефть относится к сернистому классу, 2 класс нефти для НПЗ по ГОСТ 9965-76, её плотность соответствует 863-868 кг/м³, с умеренным содержанием парафинов (2,4-2,5%) и серы (1,2-1,3%). Нефть, добываемая на месторождении, имеет

значительное количество растворенных легких углеводов, это приводит к необходимости ее стабилизации. (выделение ПНГ) [Альтемиров, с. 204-207].

На данный момент выделены две лицензионные территории: северная (СЛТ) и южная (ЮЛТ). Основными компаниями-недропользователями являются: северная части – ООО «РН-Юганскнефтегаз» (ПАО «НК «Роснефть»); Южная часть – ООО «Газпромнефть - Хантос» (ПАО «Газпром нефть») [Электронный каталог геологических документов - Российский Федеральный Геологический Фонд]

В структурном отношении Приобское нефтяное месторождение относится к Западно-Сибирской плите, имеющей мезо-кайнозойский чехол и гетерогенный складчатый фундамент. Плита относится к молодому комплексу земной коры, представленной в виде большой зоны прогибания, в которой можно выделить снизу-вверх три структурных этажа:

- складчато-глыбовый палеозойско-допалеозойский, этаж сложенный метаморфизованными, сильно дислоцированными породами докембрия и палеозоя, прорванными интрузиями различного состава и возраста;
- параплатформенный (промежуточный) и осадочный этажи. Последний слагается породами верхнего палеозоя и нижнего–среднего триаса, которые практически не метаморфизованы, умеренно или слабо дислоцированы и распространены спорадически [Некрасов, Клинова, Соколовский, с.21].

Основываясь на тектонической карте центральной части Западно-Сибирской плиты, можно сказать, что в региональном тектоническом плане, Приобское месторождение и, в частности, северный лицензионный участок находится в пределах Фроловской мегавпадины, между Сыньеганской террасой и Салымским мегавалом.

Мегавпадина характеризуется как субмеридиональная шовная зона, отделяющая ВосточноУральский и Зауральский геоблоки от Уренгойско-Варьеганского и др. на востоке. На территории Фроловского геоблока проходит осевая зона неокомского бассейна, и широко развиты планетарные

тектонические напряжения субмеридионального и северо-восточного простирания [Шпильман, Солопахина, Пятков, с. 96-115]. Фроловская мегавпадина является наложенной впадиной, сформировавшейся на относительно приподнятой части Среднеобской антеклизы [Тугарева А.В. и др. с. 33-38]. Из крупных структур Фроловская мегавпадина граничит: с Сургутским сводом на востоке, Помутской мегатеррасой на севере, Красноленинским сводом на западе. Фроловская мегавпадина объединяет в себе серию впадин (котловин): Вынглорскую, Тундринскую, Ханты-Мансийскую. Территория осложнена региональными глубинными разломами. В строение мегавпадины особая роль отводится различным карбонатным породам девона, которые являются основным источником высокого дебита нефти.

Существенную роль в строение мегавпадины играют карбонатные породы девона, из которых получены высокие дебиты нефти. Особенностью формирования мезозойского чехла в пределах структуры является развитие клиноформных линз, падающих на запад и восток, что отражает в геоморфологическом облике территории. [Ильманов, с. 15-17].

В геологическом отношении Приобского месторождения нефти породы доюрского основания представлены гранит-порфиритами, кварцевыми порфиритами, туфогравелитом пестрым, гравелитом серым, опесчаненным, кварцевым, базальтами и разбиты разрывными нарушениями. На денудированной поверхности пород доюрского фундамента залегают отложения осадочного чехла толщиной до 3300 м. На всей территории месторождения геологический разрез осадочного чехла однотипен. Залегание пород осадочного чехла почти горизонтально, и он сложен, в основном, аргиллитами темно-серыми и черными с коричневатым оттенком, преимущественно тонкослоистыми до листоватыми, прослоями с известняков и мергелей.

Рассматриваемая территория располагается в центральной части Западно-Сибирской аккумулятивной равнины в морфоскульптурной области древних и современных флювиальных форм рельефа с преобладанием аллювиальных

процессов. В целом центральная часть месторождения находится в пойме реки Обь и характеризуется заболоченностью. Южная часть месторождения находится на плоской аллювиальной террасе со слабовыраженными формами речной эрозии. Высоты поверхности современного рельефа заключены в диапазоне 60–140 м. Территория имеет общий наклон с запада на восток – амплитуда высот может достигать 75 м.

Территория Приобского месторождения расположена в пределах умеренного климатического пояса в области континентального климата. Суммарная солнечная радиация составляет, в среднем, 350 кДж/см² в год. Она сильно изменяется в течение года, достигая наибольших значений в июле (62 кДж/см²), а наименьших – в декабре (1,7 кДж/см²). Продолжительность солнечного сияния 1700-1800 часов в год. По термическим условиям теплого периода район относится к умеренно теплым (по А.А. Григорьеву и М.И. Будыко). Месяцем с самой высокой среднемесячной температурой является июль и равен +17°С, при этом абсолютный максимум равен +33°С. Территория исследования характеризуется продолжительной, снежно и умеренно морозной зимой (по А.А. Григорьеву и М.И. Будыко). Январь – самый холодный месяц в году, со средним значением температур равным -19,5° С. Абсолютный минимум -52°С.

Среднее количество ежегодных осадков составляет 500-550 мм, при этом около 75% приходится на теплую половину года. Приобское месторождение характерно поздними весенними и ранними осенними заморозками, а безморозный период короток. Также свойственны резкие колебания температуры в течение года. Значительная часть осадков выпадает с апреля по октябрь, 428 мм, в холодное время с ноября по март 139 мм., из-за этого имеет место быть достаточно высокая влажность воздуха при этом для зимнего сезона характерна относительная сухость. Годовая сумма осадков 567 мм. Средняя относительная влажность воздуха в течение года изменяется от 65% до 85%. Снежный покров обладает мощностью от 0,7 м до 1,5–2 м., он устанавливается в

конце октября и продолжается до первых дней июня, глубина промерзания почвенного покрова составляет 1–1,5 м. По характеру увлажнения территория относится к районам «недостаточно влажны, с индексом сухости (испарение/осадки), по А.А. Григорьеву и М.И. Будыко, от 1 до 3, тогда как коэффициент увлажнения – около 1,2-1,3. [Физико-географический атлас мира, с. 203-219]

Описываемую территорию можно отнести к Обь-Иртышской геокриологической области, которая находится в зоне распространения редкоостровных мерзлых пород

Основным гидрологическим объектом территории Приобского месторождения является р. Обь, разделяющая его на левобережную и правобережную части. Также гидрографическая сеть представлена рекой Малый Салым, которая протекает в субширотном направлении и в своей северной части соединяется с мелкими реками Малой Березовской, и Полой с Обским притоком – р. Большой Салым.

Небольшие уклоны рек и большое количество понижений рельефа формирует замедленный поверхностный сток. Питание рек преимущественно снеговое и частично дождевое. Половодье в среднем наступает в третьей декаде апреля и заканчивается в середине июля, а в отдельные годы – в конце августа начале сентября. Продолжительность половодья составляет 3-4 месяца. Зимняя межень продолжается около 6 месяцев (ноябрь-апрель). Величина годового стока изменяется в пределах 175-260 мм. В период половодья проходит около 70-80% годового стока и подъём уровня воды в реках до 4–6 м, в межень сток незначителен (5-10%), а на малых реках и ручьях из-за их промерзания, прекращается совсем. Зимняя межень продолжительная. Модуль стока рек на территории месторождения – около 2 л/сек с км².

На территории района имеется большое количество озёр, наиболее крупные из которых озеро Олевашкина, озеро Карасье, озеро Окуневое. Наиболее широко распространены болотные озёра, расположенные среди

болотных массивов, на склонах болот и в понижениях рельефа, пойменные озера (старицы, сору).

Болотные озера в основном представляют мелкие дистрофные озерки или окна открытой воды, которые бессистемно распространены среди болотных массивов по речным бассейнам. Их можно отнести к мало глубинным, от 1 мю до 3 м., с сильно заиленным дном, берега в основном имеют низкий и сильно заболоченный или заторфованный характер с поросшими чашами редколесья. Как правило озера появились в следствии неравномерного нарастания торфяных залежей и процессов повторного разрушения торфяников.

Пойменные озера образуются в широких поймах рек в результате эрозионно-аккумулятивной деятельности рек или заполнение полыми водами пониженных участков поймы.

Заболоченность территории составляет около 15%. Выделяют выпуклые и плоские болота с различными микроландшафтами: грядово-озерковыми, грядово-мочажинными. На хорошо дренируемых участках, расположенных вблизи рек и озер, развиты лесные и мохово-лесные микроландшафты. По долинам рек расположены переходные и низинные болота. Периферийные участки болотных систем часто бывают сильно обводнены. Средняя мощность торфяной залежи в зоне выпуклых олиготрофных болот колеблется до 5 - 6 м. Болота непроходимые, замерзают к концу января и являются главным препятствием при передвижении транспорта.

Район исследования полностью расположен в центральных частях Западно-Сибирского артезианского бассейна. В проведенном вертикально разрезе можно выделить пять гидрологических комплексов. В каждом из них присутствует водоносный и водоупорный горизонт. Минерализация вод изменяется в пределах 8,98–15,71 г/л. Воды имеют высокую окисляемость до 20 и более мг (02/л), высокие содержания железа и марганца. На месторождении можно отметить наличие и хлоркальциевого и гидрокарбонатнонатриевого типа воды [Салаватов, с. 225-228].

Наиболее характерными почвами для Приобского месторождения являются торфянисто-подзолисто-иловые и торфяные почвы на заболоченных участках местности, а также дерновоподзолистые глинистые почвы на сравнительно возвышенных участках, аллювиальные почвы в основном песчаные, местами глинистые.

Согласно геоботаническому районированию территории Приобского месторождения относится к подзоне средней тайги Западно-Сибирской равнины.

Растительность на рассматриваемой территории представлена сообществами лесов, болот, лугов. Доминирует зона средней тайги. Она представлена темнохвойными (еловыми, елово-кедровыми), светлохвойными (сосново-лиственничными), мелколиственными (березовыми, осиновыми) и смешанными лесам.

Фауна позвоночных животных Ханты-Мансийского автономного округа насчитывает более 360 видов, в том числе млекопитающих – (шесть отрядов) – 62 вида, птиц – 251-257 видов (восемнадцать отрядов), рептилий – 4 вида (отряд ящериц - прыткая и живородящая ящерицы; отряд змей - обыкновенная гадюка), амфибий – 28 видов. Но это не значит, что все они могут встречаться в пределах месторождения Приобское. Наиболее ценными в хозяйственном отношении являются охотничье-промысловые виды млекопитающих (отряд хищные и грызуны), ценными угодыями для которых являются лесные угодыя (красная полевка, средняя бурозубка белка, бурундук, ласка, лисица, колонок, медведь).

Большую роль в отношении полуводных млекопитающих (охотничье-промысловых и непромысловых) играют угодыя поймы рек. В пойме реки Обь обитает основная масса земноводных, мелких млекопитающих, охотничье-промысловых и непромысловых птиц.

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ

2.1. ПОНЯТИЕ «ЛАНДШАФТ»

Одним из направлений исследований в географии является выявление пространственно-временной организации геосистем разного ранга и возможности их картографического отображения в т. ч. их дифференциации, динамики

Генетически единую геосистему, однородную по зональным и азональным признакам и заключающую в себе специфический набор локальных геосистем А. Г. Исаченко назвал «ландшафтом». [Исаченко, 1991, с. 110]

Н.А. Солнцев под ландшафтом понимал «закономерно построенную систему локальных природно-территориальных комплексов». [Солнцев, с. 5-6]

По Ф. Н. Милькову – «...ландшафт есть совокупность взаимообусловленных и взаимосвязанных сложных физико-географических процессов элементов природы, предстающих перед нами в образе тех или иных исторически сложившихся, находящихся в непрерывном развитии и воздействии человеческого общества, пространственных группировок» [Мильков, 1986 с. 10].

Это определение применимо по отношению к различным территориальным уровням, т.к. с позиции системного анализа – ландшафт, представляет саморегулируемую незамкнутую систему взаимосвязанных компонентов и комплексов более низкого ранга, функционирующую под воздействием одного или нескольких компонентов, выступающих в роли ведущего фактора [Мильков, 1970, с.43]

Исходя из приведенных определений следует, что ландшафт характеризуется индивидуальным набором (комплексом) природных ресурсов и условий и как следствие, обладает детерминированным хозяйственно экологическим потенциалом. В отечественном ландшафтоведении современные ландшафты рассматриваются как природно-антропогенные системы

[Преображенский, Мухина, с. 21]. Во многом этому процессу способствовала разработанная Ф.Н. Мильковым теория антропогенного ландшафтоведения [Мильков, 1986, с. 60] и концепция геотехнических систем, предложенная коллективом Института географии АН СССР [Природа, техника, геотехнические системы, с. 46]

Ф.Н. Мильков в монографии «Физическая география: учение о ландшафтах и географическая зональность» 1986 г. предлагает различать два ряда ландшафтов: естественные и антропогенно-трансформированные или антропогенные. В 1988 г. Ф.Н. Мильков опубликовал статью «Естественно-антропогенные ландшафты как особая категория природных комплексов» где обосновал их выделение и место в структуре современных ландшафтов.

Приведём некоторые определения понятия «антропогенный ландшафт» (АЛ).

Ф.Н. Мильков – «антропогенные ландшафты – комплексы, в которых на всей или большей площади коренному изменению под воздействием человека подверглись если не все, то хотя бы один из компонентов ландшафта, в том числе и растительность» [Мильков, 1986, с. 65].

Н.Ф. Реймерс – антропогенный ландшафт – это «ландшафт, преобразованный хозяйственной деятельностью человека настолько, что изменена связь природных (экологических) компонентов в степени, ведущей к сложению нового по сравнению с ранее существовавшим на этом месте природного комплекса» [Реймерс, с. 261].

В.В. Козин под антропогенным ландшафтом понимал «порожденные хозяйственной деятельностью ландшафты с коренной перестройкой биоценотического покрова, изменением поверхности и грунтов, режима стока, утратой саморегулирования, загрязненностью, низкой устойчивостью» [Егоров, с. 3]

Таким образом, АЛ в одних случаях рассматривается, как заново созданный человеком на месте природного или полностью переработанный из

природного. В других определениях – трактуется как преобразованный из природного, т. е. антропогенный ландшафт не может быть полностью, заново создан на месте природного. В целом, антропогенные ландшафты не отрываются от естественных и не противопоставляются им. Поэтому получает распространение термин природно-антропогенный ландшафт.

Природно-антропогенный ландшафт (ПАЛ) – это наиболее общий, широко используемый, безразмерный термин, означающий любые (полностью или частично) антропогенно-трансформированные ландшафты [Казаков, с. 27]. ПАЛ состоит в т. ч. из элементов материальной культуры производственного типа (промышленные объекты, сельхозугодья), науки, искусства, культовоидеологических символов, а также в разной степени трансформированных элементов и компонентов природных ландшафтов, поэтому можно говорить о геотехногенных (ландшафтно-инженерных) системах. Сильно измененные хозяйственной деятельностью ПАЛ часто называют просто антропогенными ландшафтами или геотехносистемами.

Исходя из этого, в рамках природно-антропогенных ландшафтов, выделяют виды ландшафтов: культурные, окультуренные, маргинальные ландшафты.

Культурный ландшафт (КЛ) – это ландшафт, в котором непосредственное приложение к нему труда человеческого общества так изменило соотношение и взаимодействие предметов и явлений природы, что ландшафт приобрел новые, качественно иные, особенности по сравнению с прежним, естественным своим состоянием. Иными словами, КЛ формируются под влиянием производственной и другой культуры целенаправленного природопользования, ориентированного на получение материальных и других благ [Казаков, с. 27].

Термин «окультуренный ландшафт» существует в двух смыслах. Во-первых, так называют заброшенные культурные ландшафты разных стадий восстановительных сукцессий (например, залежь), а, во-вторых, это

территориальные комплексы, где культурные ландшафты занимают менее половины территории (остальная доля принадлежит природным ландшафтам).

Маргинальные ландшафты – это негативно измененные и деградированные естественные ландшафты сфер побочного воздействия хозяйственной деятельности, либо хозяйственные угодья, деградировавшие в результате неправильной их эксплуатации т.е. заброшенные некогда культурные ландшафты. Например, поврежденные, деградирующие ландшафты зон влияния дымовых выбросов, рудеральные комплексы свалок и отходохранилищ, геоконплексы эродированных склонов и присклоновых частей сельхозугодий, терриконы и отвально-карьерные ПАЛ в районах горнодобывающих производств. [Казаков, с. 27]

В результате воздействия техногенных социально-экономических факторов формируются техногенные геосистемы.

Геотехносистемами называется ландшафты которые состоят из двух блоков: природного и технического, каждый из них в развитии подчиняется влиянию двух закономерностей – социально-экономической и природной. [Москвина, Жегалина и др., с. 461].

Природный блок включает естественные и антропогенные ландшафты, технический состоит из пассивного техногенного покрова и активных инженерных сооружений.

Геотехногенные (ландшафтно-инженерные) системы более характерны для промышленного и сельскохозяйственного классов ПАЛ.

Таким образом, понятие «ландшафт», в том числе природно-антропогенный ландшафт многомерно, полисистемно и полиструктурно.

2.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ

Ландшафты разных территорий имеют сходные диагностические признаки, по которым можно составлять классификации. Принципы

классификации ландшафтов могут различаться в зависимости, от критериев, которые положены в основу объединения ландшафтов.

В настоящее время разработаны две классификационные модели ландшафтов: иерархическая и типологическая. Иерархическая классификация – основой служит соотношение части и целого. т.е. закономерным сочетанием составляющих его морфологических частей - местностей, урочищ и фаций.

Типологическая классификация – логической основой служит природная, техногенная геосистема в которых сочетаются черты особенного, индивидуального и типологического, т.е. совокупность природных, антропогенно измененных участков, сходных по своим морфологическим и функциональным особенностям. В результате классификации каждый ландшафт получают многоступенчатую углубленную идентификацию.

Принципы классификации ландшафтов основываются на группировке индивидуальных естественных ландшафтов в классы, подклассы, типы, роды [Мильков, 1986, с. 65].

Исходными факторами при классификации естественных ландшафтов служат: литологическая основа, тепло и влагообеспеченность, влагооборот, биологический круговорот веществ, почвообразование, продуцирование биомассы т.е. природные геосистемы, изменяются и могут классифицироваться в соответствии с закономерностями широтной зональности, секторности, тектонико-геоморфологическими, структурно-литологическими особенностями территории.

С учетом имеющегося опыта картографирования ландшафтов на территории Тюменской области применяется соответствующая схема классификации естественных ландшафтов класс ландшафтов КЛ, тип ландшафта ТЛ, подтип ландшафта ПТЛ, тип местности ТМ, вариант типа местности ВТМ, тип урочища ТУ, вид урочища ВУ, подурочище ПУ.

Классификационная система ландшафтов на примере Тюменской области приведена в таблице 1.

Классификационная система естественных ландшафтов применительно к
Тюменской области

КЛ	равнинный		
ТЛ	лесной		лесостепной
ПТЛ	южнотаежный	подтаежный	северолесостепной
ТМ	1) плакорный; 2) увалистый; 3) террасовый; 4) склоновый; 5) болотно-озерный; 6) пойменный долин рек крупных порядков; 7) пойменный долин рек малых порядков	8) плакорный; 9) увалистый; 10) плоскоместно-западинный; 11) озерно-аллювиальных равнин; 12) террасовый; 13) склоновый; 14) болотно-озерный; 15) пойменный долин	17) плакорный; 18) увалистый; 19) плоскоместноувалистый; 20) плоскоместнозападинный; 21) бугристокотловинный; 22) террасовый; 23) склоновый;
		рек крупных порядков; 16) пойменный долин рек малых порядков	24) плоскоместноозерково-болотный; 25) займищный; 26) овражно-балочный; 27) пойменный долин рек крупных порядков; 28) пойменный долин рек малых порядков
ВТМ	глинистый, тяжелосуглинистый, среднесуглинистый, легкосуглинистый, супесчаный, песчаный, торфяно-минеральный		
ТУ	пологоволнистые дренированные плакоры, увалистые дренированные равнины, плосковолнистые дренированные надпойменные террасы, ровные слабодренированные поймы, плоские недренированные низины		
ВУ	сосняки, сосново-березово-осиновые леса, разнотравно-злаковые луга, низинные осоково-злаковые болота		
ПУ	сосняки лишайниковые, сосново-березово-осиновые разнотравно-злаковые леса, низинные осоково-злаковые болота с угнетенными березовыми мелколесьями		

Источник: [Идрисов, Козин, Маршинин, Марьянских, с. 237]

Хозяйственная специфика и зонально-региональные природные особенности территорий, накладываясь друг на друга, определяют многообразие ПАЛ и в зависимости от принятия за ведущие тех или иных факторов существуют несколько их классификаций (в т.ч.: А.Г. Исаченко, 1976 г. – по степени антропогенного влияния, Н.И. Ахтырцева, 1977 г. – по степени

нарушенности ландшафтов и особенности хода процесса антропогенезации). Исходя из тематики работы, наибольший интерес вызывает классификация природно-антропогенных ландшафтов Ф.Н. Милькова [Мильков. 1986, с. 65].

По основным типам использования земель: промышленные, сельскохозяйственные, селитебные, дорожные, лесные, водные, рекреационные, бelligеративные (формирующиеся в районах ведения боевых действий) Ф.Н. Мильков выделил классы антропогенных ландшафтов (таблица 2).

Основными типологическими единицами в практике ландшафтного картографирования после класса являются тип, вид или тип местности, группа или тип урочищ [Мильков, 1986, с. 63-64].

В настоящее время классификация природно-антропогенных ландшафтов приобретает все более локальные и региональные черты. Применительно к нефтегазопромысловым территориям Тюменской области В.В. Козин, предложил следующую таксономию [Марьинских, с. 84, Егоров, с. 4]:

1. класс (КПАЛ) – Совокупность комплексов, интегрированных с человеческой деятельностью в какой-либо одной хозяйственной отрасли. При отнесении антропогенного ландшафта к любому из классов, необходимо брать во внимание направление деятельности, комплекс технических средств и степень преобразования природных комплексов;

2. тип природно-антропогенного ландшафта (ТПАЛ) – это системы взаимосвязанных комплексов, сформированные при определенном виде хозяйственной деятельности с учетом специализации последней (газонефтепромысловый, линейно-транспортный, карьерный ТПАЛ);

3. тип антропогенной местности (ТПАМ) - это совокупность типов антропогенных урочищ и комплексов подчинённых рангов, общность которых определяется видом технического решения, функциональной проблемой хозяйственного освоения, при этом учитываются особенности природной составляющей ПАЛ.

В соответствии с представленной таксономией ландшафтных единиц классификация В.В. Козина представлена тремя КПАЛ, восемью ТПАЛ и девятнадцатью ТПАМ (таблица 2).

Таблица 2

Классификация природно-антропогенных ландшафтов нефтегазопромысловых районов Тюменской области (по Козину В.В.)

КПАЛ	ТПАЛ	ТПАМ
	Линейно-транспортный	Трубопроводный (траншейно-отвальный)
		Дорожный
Промышленный	Карьерно-отвальный	Полимагистральный
		Монокотлованный
		Мелкокопанковый
	Нефтегазопромысловый	Гидрокарьерный
		Поисково-разведочный
		Эксплуатационный
		Подготовки и переработки нефти и газа
Дигрессионно-лесной	Вырубочно-дегрессионный	Массивно-вырубочный
		Полосно-вырубочный
		Лентово-вырубочный
	Аквально-дегрессионный	Подпрудно-дегрессионный
		Галодегрессионный
	Пирогенно-дегрессионный	Верховых пожаров
Низовых пожаров		
Болотно-дегрессионный	Дегрессионно-болотный	Торфяно-пустошный
	Гидроаккумулятивноболотный	Подпрудный
		Сбросовый
		Сбросовый

Источник: [Егоров, с.4-5]

Следует отметить, что в данной классификации учтены не все виды хозяйственной деятельности человека, влияющей на ландшафт, в том числе в районах лицензионных участков недр, что нашло отражение в работах в т. ч. Н. Н. Москвиной (2004, 2017), Д.М. Марьинских (2003), А.П. Егорова (2006), В.А. Брылева, и С.И. Пряхина (2010), Л.Ф. Жегалиной, С.А. Кунгурцева, А.С. Князькова (2017) и других. В пределах лицензионных участков недр

ландшафтные единицы относят трем основным классам, выделенным Ф.Н. Мильковым – промышленному, лесному и селитебному.

В промышленном классе антропогенной составляющей ландшафтов, Н. Н. Москвина, Л.Ф. Жегалина, С.А. Кунгурцев, А.С. Князьков (2017) предлагают выделять подклассы – «совокупность комплексов, образующихся при едином виде хозяйственной деятельности и учитывающая единство их морфологической структуры, отражающей тип, технологию и глубину антропогенного воздействия» [Москвина и др., с. 460-461]. Указанные авторы выделяют два подкласса: антропогенный и геотехносистемный.

Формирование геотехносистемного подкласса в рамках промышленного класса с практически полным изменением всех компонентов ландшафта под прямым влиянием человека. Составные части геотехносистем созданы в ходе техногенеза и их развитие и функционирование зависит от технологических циклов, т.е. геотехносистемы не способны к самовосстановлению.

Антропогенный подкласс – результат как прямого воздействия человека, так и косвенного. После прекращения воздействия он – самовосстанавливается. В рамках классов и подклассов авторы выделяют типы ландшафтов, которые содержательно совпадают с определением В.В. Козина. Предлагаемая Н. Н. Москвиной, Л.Ф. Жегалиным, С.А. Кунгурцевым, А.С. Князьковым (2017) классификация антропогенных ландшафтов представлена в таблице 3.

Таблица 3

Классификация антропогенных ландшафтов нефтедобывающих регионов

Класс	Подкласс	Тип	Объекты
Промышленный	Геотехносистемы	Нефтегазопромысловый	Технологические площадки действующих объектов
		Линейно-транспортный	Эксплуатируемые автодороги
		Селитебный	Эксплуатируемые карьеры
		Карьерный	Базы промыслов
	Антропогенный	Нефтегазопромысловый	Законсервированные технологические площадки; нефтезагрязненные земли; разведочные скважины и т.д.

Продолжение таблицы 3

		Линейно-транспортный	ЛЭП, расчистки под временные дороги; подтопления и т.д.
		Карьерный	Рекультивированные и законсервированные карьеры по добыче полезных ископаемых
Лесной		Лесозаготовительный	Вырубки площадные
		Пирогенный	Гари и горельники
Селитебный		Городской	Городские населенные пункты
		Сельский	Сельские населенные пункты, поселки вахтовиков

Источник: [Москвина и др., с. 460-461]

Таким образом, любой ландшафт обладает внутренней структурой, что позволяет выделять более мелкие морфологически взаимосвязанные типологические таксономические единицы. Изучение ландшафта, как такового, должно происходить именно с опорой на эти единицы, т. к. они наиболее подвержены процессам трансформации, в т. ч. связанных с техногенным воздействием человека.

2.3. ФУНКЦИИ И УСТОЙЧИВОСТЬ ЛАНДШАФТОВ

Любой ландшафт выполняет определенные функции. Функции ландшафта называется реализация различными структурными частями природных комплексов или их компонентами потребностей общества, или условий существования природных комплексов при взаимодействии общества и природы.

В качестве функций ландшафтов можно принять следующее: каждая экосистема, должна занимать свое, определенное место в ландшафтной структуре и хозяйственной сфере деятельности населения и обладает рядом

функций значимых для природы, территории и самого человека (Козин, 1996). Так как ландшафты выполняют множество ролей в окружающей среде и в жизнедеятельности человека, то и их функции многообразны и определяются целями, которые возлагаются на ландшафт или в достижение которых включаются его компоненты и целый ландшафт.

В отечественной литературе различают ресурсные, средовые, информационные и эстетические функции ландшафтов – В. С. Преображенский и другие (1988), В. А. Николаев (2003). Позже А.В. Дроздов, Н.А. Алексеенко и другие (2006) выделили несколько групп ландшафтных функций для решения вопросов ландшафтного (территориального) планирования: биопродукционную (биоресурсную); биотопическую (связана с обеспечением сохранности и разнообразия местообитаний живых организмов, что определяет биоразнообразие); газообменную, водо-, климатоформирующую и регулирующую; почвообразующую, также минералообразующую и породообразующую; селитебную, транспортную, лесо-, водо- и сельскохозяйственную; санитарно-гигиеническую и рекреационную; информационную и культуроформирующую.

Указанные группы функций не могут быть сами по себе, вне общей взаимосвязи природных и социально-экономических компонентов ландшафта. Поэтому, с точки зрения использования, значения ландшафта функции принято делить на два взаимосвязанных вида – ресурсные и экологические.

Ресурсные функции (ресурсосодержащая, ресурсовоспроизводящая) характеризуют хозяйственную ценность экосистем и одновременно существующий или вероятный режим их использования. Ландшафт, выполняя роль ресурсной системы, обладает способностью содержать (хранить) и воспроизводить ресурсы.

Как ресурсосодержащая система, ландшафт располагает и не возобновляемыми ресурсами (полезными ископаемыми, территорией) и возобновляемыми (водными, лесными, фаунистическими). Рассмотрение

ландшафта как ресурсной системы определяет потребность в постоянном наблюдении за изменениями ландшафта. К группе ресурсных функций относятся древесно-ресурсная (ДР), ягодно-грибная (ЯГ), ягодная (Яг), охотничье-промысловая (ОхП), оленье-пастбищная (ОлП), рыбная (РБ), сенокосно-пастбищная (СП) и другие [Козин и др., 2006, Кузнецова, 2018].

Таким образом, первая (ресурсная) функция отражают потребительские связи человека с природными компонентами ландшафта, тогда как вторая (экологическая) – преимущественно природные взаимосвязи. Ландшафт может выполнять несколько функций одновременно или в некоторой последовательности, т.е. за ландшафтом признается его мульти- или многофункциональность.

Экологическая функция ландшафта включает в себя: средостабилизирующие факторы, которые в значительной мере связанные с регулирующей ролью тех или иных ландшафтов, в выполнении ландшафтом ресурсовоспроизводящих и средовоспроизводящих функций и средоохранные факторы, которые определяют самоорганизацию и развитие, как подсистемы «природа», так и всей системы в целом. К группе экологических функций относятся: ландшафтно-стабилизирующая (ЛС), биостационарная (БС), атмосфераохранная (АО); средостабилизирующие – лесовосстановительная (ЛВ), водоохранная (ВО), водозапасающая (ВЗ), стокорегулирующая (СР), противозерозионная (ПЭ), кольматирующая, мерзлотостабилизирующая

В зависимости от типа ландшафта, та или иная функция может выполнять ведущую, второстепенную роль. И.И. Идрисов (2003), Р.В. Сорокин (2011), Э.А. Кузнецова (2018) для нефтепромысловых и газопромысловых районов Западной Сибири предложили ранжированный ряд функций ландшафта, построенный с учетом роста их значимости для конкретных ландшафтных выделов:

1 – древесно-ресурсная (лесные сообщества со спелыми и перестойными насаждениями: сосняки, березняки, осинники); охотничье-промысловая (в местах распространенных охотничье-промысловых видов); торфонакопительная

(на территориях прогрессивного торфонакопления); атмосфераохранная (в зонах интенсивного выброса – ранг повышается);

2 – ягодная и ягодна-грибная, с болотными (клюква, голубика, морошка), таежными (брусника, черника) дикоросами; распространены в болотных (кроме низинных болот) и лесных экосистемах; лекарственная (при непромышленных заготовках);

3 – водозапасающая – сфагново-кустарничковые болота, сообщества сосновых, сосново-березовых лесов сфагновой и травяно-болотной секций; сенокосно-пастбищная (при ограниченных с/х ресурсах);

4 – водорегулирующая (стокорегулирующая) – системы заторфованных долинообразных понижений, внутриболотных ложбин стока, долин ручьев и мелких рек (вне зависимости от растительного покрова); рекреационная и оздоровительная; противоэрозионная (и другие, стабилизирующие рельеф ландшафта); лесовосстановительная;

5 – биостационарная, водоохранная, ландшафтно-стабилизирующая, орехово-промысловая – лесные ценозы, долинная растительность; оленьепастбищная; газопоглащающая (болотные системы); мерзлотостабилизирующая (при наличии в ландшафте – становится ведущей. Преобладает в районах развития ММП).

Грамотному использованию территорий, приводящие к уменьшению ущерба способствует анализ ландшафта для тех или иных видов природопользования, с позиции их функций. Функции ландшафтов, для каждого вида природопользования, отображены в таблице.

Функции ландшафта для различных видов природопользования

Функции ландшафта	Виды природопользования				
	Сельскохозяйственное	Лесохозяйственное	Селитебное	Природоохранное	Рекреационное
Производящие (ресурсно-сырьевые)					
Почвенное плодородие	+	+			
Пашня	+				
Пастбищная	+				
Сенокосные	+				
Рыбопромысловые					+
Дикоросов		+			+
Древесно-ресурсная		+	+		+
Охотопромысловые		+			+
Минеральные*			+		
Средообразующие					
Лесовосстановительная		+		+	
Качество воздуха			+	+	+
Водоохранная				+	
Водозапасающая				+	
Противоэрозионная	+	+	+		
Ландшафто-стабилизирующая	+	+	+	+	
Культурные и эстетические					
Рекреация, ориентированная на пресную воду			+		+
Познавательная рекреация					+
Эстетические			+		+

Источник: [Красовская, с. 80-95]

Возможность выполнения ландшафтом его ресурсных и экологических функций зависит в том числе от его устойчивости.

Устойчивость ландшафта связывается со способностью геосистемы сохранять свою структуру и характер функционирования при изменяющихся условиях его среды. В.В. Козин обозначает данное понятие как «дифференцированную в пространстве и времени способность экосистем сохранять свою структуру и функции при однотипных, подавляющих антропогенных воздействиях, а также степень их пригодности (с экологической

точки зрения) для размещения технологических сооружений» [Козин, 2007]. Изменения ландшафтов могут происходить под влиянием как природных, так и антропогенных факторов, что определяет выделение двух соответствующих этим факторам видов устойчивости ландшафтов. [Абалаков, Лопаткин, с. 2-14].

В природопользовании термин устойчивость используется в следующих значениях: инертность — способность экосистем, формирующих ландшафт, сохранять при внешнем воздействии исходное состояние в течение некоторого времени; пластичность — способность экосистем, формирующих ландшафт, переходить из одного состояния равновесия в другое, сохраняя при этом внутренние связи; восстанавливаемость — способность экосистем, формирующих ландшафт, возвращаться в исходное состояние после временного внешнего воздействия. Первые два понятия трактуются как адаптационная устойчивость — способность ландшафта сохранять исходное состояние или плавно переходить в другое состояние, сохраняя при этом внутренние связи, а третье понятие — это регенерационная способность экосистем.

В районах нефтегазодобычи устойчивость экосистем рассматривается по отношению к двум основным факторам – механическому воздействию и нефтяному загрязнению. Механическое или динамическое воздействие – сюда входят строительные и буровые работы, нарушающие структуру почвенно-растительного покрова, изменяющие микрорельеф, водный режим и т.д. Нефтяное воздействие связано со сброс на рельеф нефтепродуктов, выброс загрязняющих веществ в атмосферу, загрязнение почвенных и грунтовых вод и т.п.

Разработанная шкала баллов устойчивости по отношению к механическому воздействию имеет следующий вид:

1. Неустойчивые – легконарушаемые с низким потенциалом самовосстановления экосистемы пойменных лесов; озерково-болотные комплексы, экосистемы долинообразных понижений; гидрогенные экосистемы рек и озер;

2. Среднеустойчивые – экосистемы верховых облесенных болот, подболоченных лесов;

3. Устойчивые – экосистемы хорошо дренированных суглинистых водоразделов и надпойменных террас со смешанными лесами, пойменные лугово-кустарничковые комплексы, низинные болота [Природопользование на Северо-Западе Сибири...].

Оценка устойчивости ландшафтов может быть покомпонентной и интегральной. Примером покомпонентной оценки может выступать оценка к конкретному виду антропогенного воздействия или к комплексному воздействию на конкретный компонент ландшафта, выступающие как составляющие общей интегральной оценки. Также устойчивость нарушаемых экосистем можно оценить по двум направлениям – а) оценка восстановительных и защитных свойств растительности, и почв к механическому воздействию (биологическая устойчивость) и б) оценка интенсивности процессов самоочищения от продуктов загрязнения, поступающих в воздух, поверхностные воды, почвы (геохимическая устойчивость).

Для каждого компонента ландшафта существуют шкалы устойчивости.

Таблица 5

Шкала бальной оценки устойчивости ландшафтов к антропогенным воздействиям

	Параметр устойчивости	Характеристика параметра	Оценка устойчивости(в баллах)	
			Геохимическая	Биологическая
1	Потенциал самовозобновления растительности (лет)	минимальный (более 100)	0	0
		крайне низкий (31-100)	1	0
		низкий (21-30)	1	1
		средний (6-20)	2	2
		высокий (3-5)	3	3
2	Степень покрытости территории лесами, %	крайне недостаточное (12,5-6,25) и непокрытое (<6,25)	0	0
		недостаточное (25-12,5)	1	1
		достаточное (50-25)	2	2
		полное (100-50)	3	3

3	Интенсивность разложения растительных остатков	верховые сфагновые болота	0	1
		низинные осоково-травяные болота	1	3
		хвойные леса	2	1
		хвойно-мелколиственные леса	3	2
		мелколиственные травяные леса	4	2
		пойменные луга	5	3
4	Альbedo поверхности (%)	низкое (5-10)	1	1
		среднее (10-15)	2	2
		высокое (15-25)	3	3
5	Почвообразующие породы	флювиогляциальные и древнеаллювиальные пески,	1	1
		маломощные пески и супеси, подстилаемые суглинками, аллювиальные отложения	2	2
		торфяные отложения	2	2
		Легкие суглинки	3	3
		Тяжелосуглинистые и глинистые отложения	4	4
6	Тип почв	болотные	0	0
		луговые	1	1
		лесные	2	2
7	Почвы по механическому составу	песок	1	0
		супесь	2	1
		легкий суглинок	3	2
		средний суглинок	4	3
		тяжелый суглинок и глина	5	4
8	Тип водного режима	водозастойный	1	1
		промывной в сочетании с водозастойным	2	2
		промывной	3	3
9	Содержание гумуса в почве (%)	малогумусные (менее 4)	1	0
		среднегумусные (4-6)	2	0
		высокогумусные (7-10)	3	0
10	Кислотность почв (рН)	сильнокислые и кислые (менее 4,5)	1	0
		среднекислые и слабокислые (4,6-5,5)	2	0
		близкие к нейтральным и нейтральные (более 5,6)	3	0
11	Степень насыщения (%) основаниями	очень высокая	0	0
		очень низкая (менее 20)	1	0
		низкая (20-40)	2	0
		средняя (40-60)	3	0

Продолжение таблицы 5

		высокая (более 60)	4	0
12	Степень увлажнения	низкая	3	3
		средняя	2	2
		высокая	1	1

Источник: [Вильчек с. 59-69; Озгелдинова, Мукаев, Оспан с. 19-32]

Результатом суммарной бальной оценки устойчивости ландшафта будет определение интерпретации данных следующим образом:

- менее 11 баллов – неустойчивые ландшафты;
- 11-20 баллов – малоустойчивые;
- 21-30 баллов – относительно устойчивые;
- 31- 44 балла – устойчивые.

Степень биологической устойчивости Г.Е. Вильчек определяет следующим образом:

- 0 баллов - неустойчивые (сумма баллов 0-6);
- 1 балл - малоустойчивые (сумма баллов 7-12);
- 2 балла - относительно устойчивые (сумма баллов 13-18);
- 3 балла - устойчивые (сумма баллов 19-26) [Вильчек, с. 59-69].

В районах нефтедобычи особое значение приобретает устойчивость ландшафта к углеводородному загрязнению (таблица 6).

Таблица 6

Типология устойчивости экосистем к углеводородному загрязнению

Категория устойчивости	Факторы, определяющие показатель устойчивости к нефтяному загрязнению	Группы экосистем
Наиболее неустойчивые	Наличие нефтяной пленки, а также накопление углеводородов в гидробионтах, накопление тяжелых фракций в донных отложениях, отсутствие геохимических барьеров и др.	Озера, русла рек, озерково-болотные комплексы

Продолжение таблицы 6

Неустойчивые	Преобладание восстановительной среды, частая смена гряд, сложенных органомными породами, оглеенных минеральных грунтов с участками водных пространств, сочетание сорбционного органомного барьера кислородного и латерального	Группа болотных экосистем, экосистем заболоченных лесов
Переменно-устойчивые	Разливы полонводных вод, пестрота литологического состава, наличие глеевого, сорбционного и кислородного барьеров, сочетание восстановительных и окислительных условий	Пойменные экосистемы
Устойчивые	Активность окислительных и восстановительных процессов, изменение реакции почвенной среды от слабокислой до кислой, контрастность радиальных барьеров, доминирование почв тяжелого механического состава	Лесные экосистемы на суглинистых грунтах

Источник: [Козин, Маршинин, Осипов, 2008]

Таким образом, в районах нефтепромыслов, оценка устойчивости ландшафтов проводится с учетом функций экосистем, на основе группы параметров, выступающих как составляющие общей интегральной оценки.

2.4. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛАНДШАФТОВ

Вопрос картографирования ландшафтов, или отображения на картографическом материале ландшафтов и их морфологических единиц со значениями или характеристиками их важнейших параметров, является непростым. Во многом это связано с разнообразием различных классификаций и территорией проведения исследований.

Ландшафтное картографирование как правило требует достаточно большое количество источников, которыми могут служить [Исаченко, 1961, 1991, Беленко, 2016]:

1. топографические карты – подробные, единые по содержанию оформлению и математической основе географические карты, отображающие основные природные и социально экономические объекты

(рельеф, растительность, населенные пункты, дороги, хозяйственные объекты и т. п.). Как правило топографические карты используют как основу для создания ландшафтных карт;

2. землеустроительные карты;

3. геологические карты – отображают геологическое строение участков земной коры;

4. почвенные карты – отображают распространение почв на земной поверхности, их особенности и свойства.,

5. геоботанические карты (включают в себя и лесные) – это карты, показывающие точное географическое распространение типологических подразделений растительности (ассоциаций, групп ассоциаций, формаций), а также их пространственных комбинаций (комплексов, сочетаний, рядов);

6. карты физико-географического районирования, отражающие систему территориальных подразделений земной поверхности (регионов), обладающих внутренним единством и своеобразными чертами природы. Процесс их выявления – является одной из форм совмещения в физической географии;

7. аэрофотоснимки – фотографирование территории с высоты от сотен метров до десятков километров при помощи аэрофотоаппарата, установленного на атмосферном летательном аппарате (самолёте, вертолёте, дирижабле и пр. или их беспилотном аналоге).

8. космоснимки – снимки полученный при помощи специальных космических аппаратов, в различных спектральных диапазонах, визуализированные специальным способом;

9. данные полевых наблюдений содержащие о ландшафтах конкретной местности.

При составление ландшафтных карт активно используют ландшафтноиндикационный метод. Ландшафтно-индикационный метод строится на анализе хорошо известной и визуально видимой информации, с последующими выводами о недоступной и неизвестной для визуального

наблюдения информации. Например, по растительности и типу местности мы можем легко определить почвенный покров. Кроме того, как правило можно использовать мелкомасштабные карты как основу для составления крупномасштабных карт.

Ландшафтные карты – карты, отображающие закономерности размещения географических комплексов и их пространственную структуру. Сами по себе ландшафтные карты могут подразделяться на:

1. Детальные (крупномасштабные) (1:10000 и крупнее) – на данных картах отображаются фации;

2. Обобщенные крупномасштабные и среднемасштабные (1:10000 – 1:100000), как правило, отображают урочища и местности;

3. Мелкомасштабные (мельче 1:1000000) – на данных картах обычно представлены ландшафты, в некоторых случаях могут отображаться в генерализированном виде фации и урочища. [Беленко, с. 23].

Крупномасштабные и среднемасштабные карты как правило составляются на основе полевых исследований и космической съемке. Крупномасштабные же составляются при помощи генерализации среднемасштабных ландшафтных карт и различных отраслевых карт.

Для ландшафтных карт характерно объединение в классификационные группы различных комплексов: видов, классов, типов. От назначения карты зависит и детальность проработки легенды, она может быть представлена кратким указанием на основные индикаторные компоненты различных географических комплексов, до полноценного развернутого перечня показателей элементов ландшафта.

Универсальный характер ландшафтных карт определяет возможности их практического применения – на их основе создаются отраслевые ландшафтные карты: архитектурно-планировочные, инженерно-географические агропроизводственные и другие. На данных картах комплексы могут

группироваться с точки зрения оценки, экологического и хозяйственного потенциала, возможности использования для дачи разного рода рекомендаций.

Кроме того, часто ландшафтные карты служат основой для прогнозных карт [Исаченко, 1961, с. 51].

Крупномасштабные ландшафтные карты, за разные года и на одну территорию, могут отображать динамику развития природных и антропогенных ландшафтов по отдельности и в комплексе, формируя тем самым карты динамики ландшафтов.

Карты динамики ландшафтов – это карты, которые отображают изменения ландшафтов в течение определенного времени на той или иной территории.

Под самой динамикой ландшафтов, согласно Ф.Н. Милькову, понимаются любые функциональные и структурные изменения, которые протекают в природно-территориальном комплексе. Согласно ему, можно выделить виды динамики [Мильков, 1986, с. 162-189]:

1. хронологическую – выражается в изменении границ ландшафтных комплексов в пространстве;
2. структурная – отражает морфологические изменения в строении ландшафтного комплекса;
3. временная – это изменения в ландшафте, которые связаны с длительностью и характером ритмичности динамических процессов;
4. направленная динамика – это направленные и устойчивые изменения ландшафта с многократной сменой его состояний и трансформацией структур.

Все указанные виды динамики взаимосвязаны и взаимообусловлены. [Хромых, с. 198-207]. Существенное влияние на динамику оказывает антропогенное воздействие как за счет создания различных техногенных сооружений, так благодаря непрямому воздействию на конкретный ландшафт. Естественная и антропогенно-обусловленная динамика в ПАЛ накладываются друг на друга, образуют тренд его развития.

Вопросы динамики ландшафтов поднимались и другими исследователями, в частности В.А. Николаев [Николаев 1997, 2006] выделил:

1. динамику природных ритмов – это повторяемость в строго определенной последовательности состояний геосистем, которая отличающихся специфической структурой и функционированием;
2. динамику ландшафтных трендов – это реакция системы на изменение внешней среды;
3. динамику природных катастроф – вызывается воздействием природными катаклизмов;
4. динамику восстановительной сукцессии – это процесс самовосстановления природной среды после природных или антропогенных нарушений;
5. антропогенную динамику – обуславливается воздействием хозяйственной нагрузки на геосистему.

В ходе нашей работы мы будем брать за основу работы Милькова, и использовать разновременные космоснимки которые позволят четко проследить хронологическую и структурную динамику ландшафтов в пределах изучаемой территории.

ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ЛАНДШАФТНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Современным, технологичным и удобным способом получения данных о местности, является метод дистанционного зондирования Земли и с использованием космоснимков.

Сами по себе космоснимки – это снимки получаемы при помощи космических аппаратов в различных диапазонах электромагнитного спектра, которые затем визуализируются по определенному алгоритму [Карманов, Кнышев, Елисеева, с. 15].

Достоинствами использования космоснимков как основы построения тематических карт являются [Дьяконов, Касимов, Тикунов, с. 131]:

1. отображение актуальной информации и частота обновления;
2. показывает действительное (правдивое) размещение тех или иных объектов и явлений;
3. относительная доступность получения космоснимков, за исключением снимков с крупным разрешением;
4. быстрота обработки снимка с использованием специальных программ.

Помимо достоинств, также можно выделить и недостатки:

1. необходимость специальных знаний и умений при дешифрировании;
2. высокие технические требования к оборудованию, используемому при дешифрировании и обработке снимка;
3. высокая стоимость снимков с высоким пространственным разрешением.

Дешифрированием космических снимков — называется процесс распознавания по космоснимкам отдельных объектов, либо земной поверхности,

либо картографирование территории — тематическое или комплексное [Хабаров, Адиев и др. с. 181-189].

При всем этом, под картографированием космоснимка понимается процесс составление специального изображения участка, района, региона и т. д. с изображением всех видимых объектов земной поверхности. Качество дешифрирования для той или иной цели может зависеть от пространственного разрешения.

Пространственное разрешение – характеризует детальность проводимой съемки и обычно выражается в метрах на пиксель. То есть, у снимка, имеющего пространственное разрешение в 1 м. пиксель будет иметь размер 1 на 1 м. исходя из этого имеем классификацию спутниковых изображений по пространственному разрешению [Дистанционное зондирование Земли....].

1. Очень низкое – от 250 до 300 м.
2. Низкое – от 30 до 250 м.
3. Среднее – от 10 до 30 м.
4. Высокое – от 1 до 10 м.
5. Сверхвысокое – до 1.

Также важное значение имеет показатель спектрального разрешения – ширина спектральных зон (полос или каналов) съёмки, которое измеряется в единицах длины волны – нанометрах или микрометрах. В большинстве случаев под данным показателем понимаем комплексную характеристику, которая включает в себя не просто ширину, а также конкретный набор различных спектральных каналов и их количество. [Хабаров, Адиев и др. с. 181-189].

Существует обратная взаимосвязь между пространственным и спектральным разрешением, что является результатом равного количества измерений. Это приводит к тому, что панхроматический канал производит сбор энергии с максимально широкого спектрального диапазона, имеет пространственное разрешение в 2-4 раза выше, чем монохромные каналы

Не менее значимым является радиометрическое или по-другому говоря яркостное разрешение, которое определяется числом градаций яркости, которые регистрируют датчики (приемниками изображения) космического аппарата. Сам по себе показатель, как правило выражают в битах или степенях двойки (2 уровня – 21, 1 bits; 4 уровня – 22, 2 bits; 16 уровней – 24, 4 bits и т.д.) (Рисунок 1).

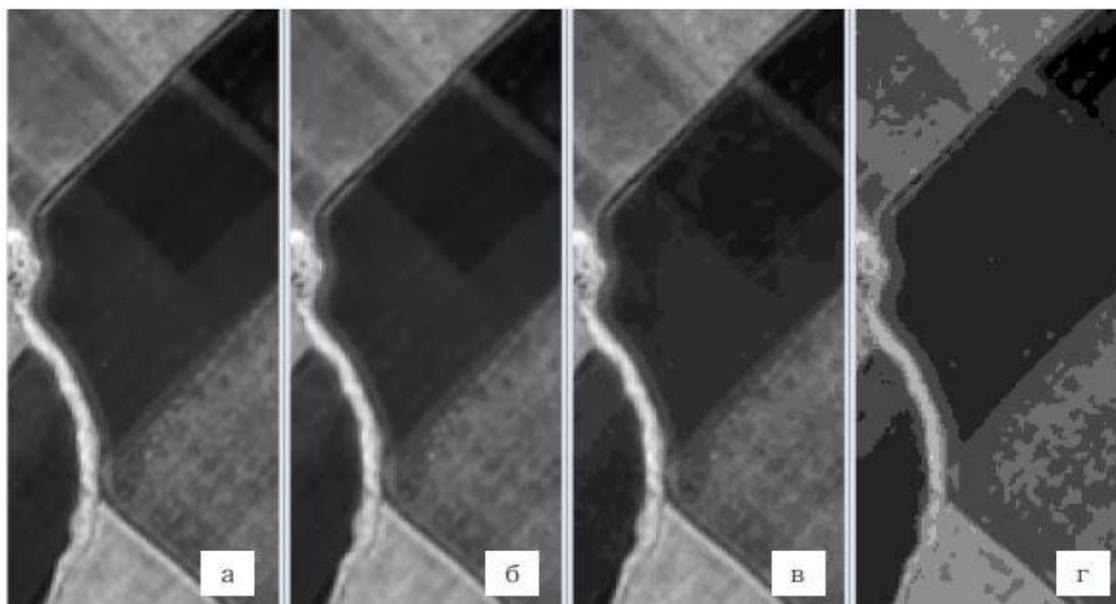


Рис. 1. Радиометрическое разрешение (а. 12 bits, б. 8 bits, в. 6 bits, г. 4 bits)

На практике важное влияние при выборе космоснимков для проведения дешифрирования является периодичность проведения съемки определенного участка земной поверхности спутниковой системой, другими словами интервал времени проходящий между повторными съемками называется – временное разрешение.

Данная характеристика может определяться несколькими факторами, такими как: периодичностью вращения вокруг орбиты относительно данной территории, ширины полосы съёмки и предельно допустимыми углами отклонения камеры относительно направления надира. Сюда можно отнести и облачность, присутствие которой на космоснимках препятствует частично или полностью проведению съёмки.

В процессе мониторинга земной поверхности выделяется два режима съемки: маршрутный или проходящий по определенном маршруту и

выборочный, нацеленный на съемку отдельных участков [Чанлра, Гош, с. 112]. Как правило такие съёмки проводятся по заказу.

Последним значимым показателем является тепловое разрешение – это величина разностей температур объектов, которую удастся зарегистрировать тепловым снимком. У лучших снимков оно составляет десятые доли градуса.

Исходя из всего этого существует множество различных направлений в использовании ДДЗ [Сваровская, Яценко и др., с. 41-45] ДДЗ, и в частности космоснимки, активно используются при мониторинге лесного покрова, позволяя определять произрастающую там породу древесного яруса. Они часто служат источником для создания тематических карт разной направленности

В нашем случае данные дистанционного зондирования будут использовать как основа для карт динамики ландшафтов и для подсчета статистической информации по динамике ландшафтов за разное время.

3.2. СПОСОБЫ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Сам по себе процесс дешифрирования космоснимков может быть разнообразен как по объёму работ, так и для каких целей применяется.

Дешифрирование космических снимков может осуществляться визуальным и автоматизированным способом. [Хабаров, Адиев и др. с. 181-189].

Визуальный метод основывается на соотношении имеющихся данных и работе специалиста. Источником таких данных могут быть: полевые исследования, анализ иных картографических материалов или работа с архивными данными. Главным достоинством данного способа является его высокая точность, при достаточной компетенции эксперта, так как человек сам производит кластеризацию и классификацию объектов. А главным недостатком

можно назвать крайне большие трудовые и временные ресурсы при больших размерах территории.

В основе способов автоматической обработки ДДЗ лежат различные математические приемы, предоставляющие возможность группировать объекты, полагаясь на яркость, текстуру, структуру изображения.

К главному достоинству можно отнести сравнительно небольшие трудовые и временные затраты по сравнению с визуальным методом. К главным недостаткам можно отнести не всегда приемлемую точность автоматического дешифрирования, не смотря на множество методов. Тем не менее с каждым годом качество автоматического дешифрирования возрастает [Полякова, Проскурня, с. 64-65].

В целом методология проведения дешифрирования космоснимков подразумевает наличие следующих этапов:

1. изучение опыта и различного рода рекомендаций по тому или иному виду дешифрирования и по интересующей нас местности;
2. выявление набора интересующих нас объектов или явлений и присущих для них дешифровочных признаков;
3. подбор съёмочного материала и подбор программных комплексов, которые позволяют использовать выявленные дешифровочные признаки и области интереса;
4. само дешифрирование снимков и последующая оценка точности и достоверности результатов;
5. оформление результатов дешифрирования.

В нашей работе мы остановимся именно на автоматизированном виде дешифрирование, что связано с площадью интересующего нас объекта.

В автоматизированном дешифрирование выделяют два метода: контролируемое обучение и неконтролируемое обучение.

Методы неконтролируемой классификации или классификации без обучения основаны на естественной группировке классифицируемых объектов изображения на основе анализа пространства признаков.

Классификация без обучения по спектральным признакам дает возможность нам при помощи близких спектральных показателей яркости автоматически разделить одинаковых объекты или явления.

В задачу эксперта, проводящего дешифрирование, входит задание первоначальных параметров, которые будут использоваться алгоритмами для выявления похожих пикселей, а также их интерпретации после классификации.

К такому методу относятся: Метод k-средних и итеративный самоорганизующийся способ кластеризации ISODATA. К плюсам данных методов можно отнести скорость дешифрирования, но данные методы эффективны в случае если четко различимы границы между разными классами, что при ландшафтном дешифрировании является достаточно сложной задачей. [Шумаков, Толстохатко, Малец, с. 58-62].

Классификация с обучением (контролируемая) основывается на соотношении части пикселей снимка к тому или иному пространственному классу, для которого будет определена область в пространстве спектральных показателей [Зубков, Скрипачев, с. 57-62]. Такие соотнесенные участки будут называться – эталонными. Самое важное при создании обучающей выборки, это принцип однородности класса. Успех проведения автоматического дешифрирования во многом зависит от качества эталонных участков, поэтому для них важен ряд следующих факторов:

1. Количество пикселей. Нет точных рекомендаций по количеству пикселей, которые должен включать в себя каждый тематический класс. Но важно взять фрагменты всех спектральных диапазонов данного класса.

2. Размер области. Для данного показателя необходима точность и надежность информации о классе, к которому его относят. При этом не рекомендуется использовать крупные выборки

3. Количество эталонных областей. В среднем для каждого класса объекта достаточно 5 – 10 выборок, но важное значение играет размер изучаемой территории, количества классов и их спектральных показателей. Чем разнообразнее и больше территория, тем больше эталонных областей

4. Однородность – является важным показателем, информация, содержащаяся в выборке должна быть однородна, а гистограмма спектральных показателей выборки может иметь только один пик. Однородность данных определяет дисперсия. Сам параметр является ключевым для достижения качественного результата

Когда создана обучающая выборка и оценено ее качество, производится классификация изображения разными алгоритмами. К наиболее распространенным, относятся следующие алгоритмы [Зубков, Скрипачев, с. 57-62]:

1. способ параллелепипеда;
2. способ минимальных расстояний;
3. способ максимума правдоподобия.

Способ основывается на классификации объектов с достаточной спектральной различимостью, когда не наблюдается перекрытие показателей разных классов между собой, а количество самих классов невелико. Максимальным значением является сумма среднего значения яркости объекта в выборке и удвоенного стандартного отклонения, за минимальное – значение разности между средними значениями яркости и удвоенным стандартным отклонением (Рисунок 2) [Малышева, с. 95].

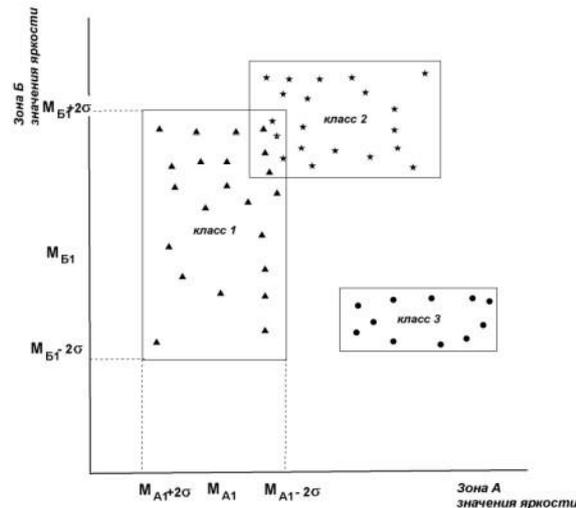


Рис. 2. Пример классификации методом параллелепипедов

После этого значения спектральных показателей для каждого отдельного пикселя соотносятся с граничными для каждого класса и соотносятся в нужный класс, в случае если пиксель не попадает в пределы границ различных классов, то такой пиксель относится к «не классифицированным».

К главным достоинствам данного метода относятся скорость выполнения классификации и отсутствие требований к распределению показателей яркости и простота в использовании и понимании. К недостаткам способа можно отнести относительно низкую точность проведения кластеризации и наличие пикселей без классов.

Способ минимального расстояния. Данный способ активно используют в тех случаях, когда имеются довольно схожие спектральные признаки и их значения часто перекрываются между собой. Смысл заключается в то, что средние показатели спектральной яркости класса, которые рассчитываются на основе результатов выборки, являются центральными и далее они «притягивают» наиболее близкие к себе значения яркости других пикселей. Спектральное расстояние рассчитывается для всех классов и пикселей. При этом учитываются все пиксели, что не оставляет нераспределенных (Рисунок 3) [Малышева, с. 96].

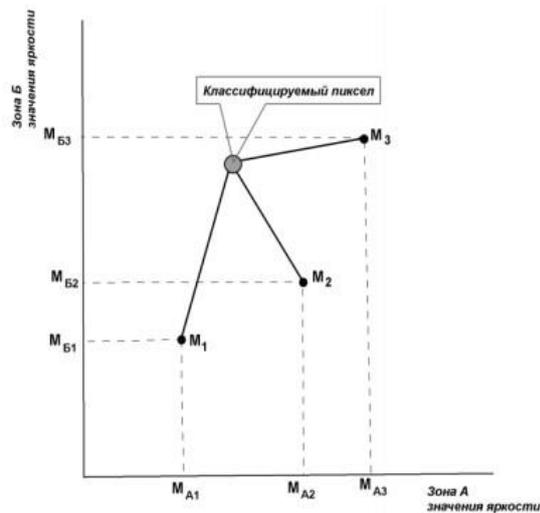


Рис.3. Пример классификации методом минимального расстояния

Способ минимального расстояния активно применяют для дешифрирования непрерывных и плавно меняющихся характеристик.

Скорость классификации меньше по сравнению с прошлым методом, но выше чем в более сложных. Способ оптимален для 20-30 классов. К недостатку можно отнести то, что, когда имеется большая территория, на которой в разных частях значения пикселей могут заметно различаться, происходят ошибки при кластеризации, и пиксели относятся в неверные классы. [Малышева, с. 96].

Способ максимального правдоподобия. Данный метод классификации учитывает разные варианты спектральных показателей объектов, предполагая нормальное распределения яркости в граница классов во всех спектральных зонах и использует ковариации между значениями спектральной яркости. Проще говоря, чем ближе находится положение яркости пикселя к определенному эллипсу, тем выше вероятность его принадлежности к нему. [Малышева, с. 98]

Из-за того, что данный способ активно применяется, когда спектральные показатели максимально близкие друг к другу, поэтому особое внимание стоит уделить выделению эталонных участков, именно от них зависит качество автоматического дешифрирования. К преимуществам данного метода безусловно относиться высокая точность на больших территориях. К недостаткам относиться крайне длительный процессе обработки и

требовательности к обрабатываемому устройству, а также необходимость особо внимательно подходить к процессу сбора эталонных участков.

Также существуют другие менее популярные методы:

Расстояние Махаланобиса. Классификация способ расстояние Махаланобиса функционирует за счет статистических данных каждого класса. Предполагает, что ковариации всех классов равны. Пиксели соотносятся к среднему значению эталона, можно установить пороговые расстояния для ограничения. К плюсам относятся относительно неплохое качество кластеризации и неплохая скорость обработки, к минусам, некоторые пиксели могут активно попадать в не свои классы.

Спектрального угла. Способ спектрального угла позволяет получить качественные результаты, когда классификация проводится для объектов, которые имеют похожие значения яркости во всех спектральных диапазонах. Он высчитывает угол между вектором эталоном и вектором пикселя. К плюсам относятся высокая точность на маленьком участке при близких спектральных показателях, к минусам длительный процесс обработки и при наличии большого количества классов в различный спектральный диапазон не самая высокая надежность [Малышева, с. 101, Панарин, с. 40-45].

Отдельно стоит выделить относительно новый метод случайных деревьев.

Метод случайных деревьев (Random forest). Данный метод построен на основе бэггинга, который является одним из самых первых и простых видов ансамблей. Бэггинг основан на статистическом методе бутстрепа, который необходим для оценки многих статистически сложных распределений.

Метод случайных деревьев заключается в большом количестве деревьев. Сами решающие деревья созданы для предсказания значения переменной на основе некоторой входящей информации. Деревья имеют так называемые «листья и «ветки». На ребрах «ветках» записываем значения, от которых зависит целевая функция, а в самих листьях как раз записывается функция, в других узлах можно записать параметры, по которым различаются функции.

Чтобы произвести соотношение всех пикселей с классами, нужно спуститься по дереву до одного из листьев и задать ему соответствующее значение. Для того, чтобы провести классификацию нового случая, необходимо спуститься по дереву до листа и выдать соответствующее значение. Достаточно всего одного параметра, чтобы соотнести класс и получить ответ [Breiman, с. 5-32].

Результатом классификации будет принимается значение, которое получит наибольшее количество голосов, при условии, что каждое отдельное дерево в лесу будет обладать одним голосом. Деревья в лесу расположены строго согласно схеме:

- используется подмножество эталонной выборки, на базе которой и строится дерево решений. Деревья возводятся на основе множества подмножеств, что исключает проблему построения одинаковых деревьев;
- используем некоторое количество случайных признаков для построения и выбора расщеплений в деревьях;
- выбираем лучший результирующий признак и построенное по нему распределение.

Тренировочные наборы, которые используются для обучения деревьев, автоматически создаются на основе выборки и процесса бутстрэп: для каждого набора обучения случайным образом выбирается то же количество векторов, что и в исходном наборе. На каждом уровне дерева принимаются решения по наилучшему разбиению и генерируется новое подмножество фиксированного размера.

Известно, что точность ансамблей классификаторов в значительной степени зависит от разнообразия классификаторов, составляющих ансамбль (при условии, что их решения коррелированы).

Главными плюсами метода являются: [Купенова, Кашницкий, с. 99-107]:

- при использовании метода исключается возможность переобучения, даже в тех случаях, когда некоторое количество признаков больше чем

количество наблюдений. Это свойство является главным преимуществом относительно всех других;

- при построении леса, по обучающей выборке необходимо задать всего два параметра, они требуют минимальной настройки;

- метод out-of-bag (OOB), предложенный Лео Брейманом, обеспечивает получение естественной оценки вероятности ошибочной классификации случайных лесов на основе наблюдений, не входящих в обучение бутстрэп выборки, используемые для построения деревьев (эти построения называют OOB выборками);

- метод может применяться также для задач регрессий, выявления наиболее информативных признаков, выделения аномальных наблюдений и определения прототипов классов;

- обучающая выборка для построения случайного леса может содержать признаки, измеренные в разных шкалах: числовой, порядковой и номинальной, что недопустимо для многих других классификаторов;

- позволяет использовать параллельные вычисления, что приводит к сокращению времени обработки.

Само по себе ландшафтное дешифрирование не сильно отличается от различных других видов тематического дешифрирования космоснимков. Главной его целью ставится получения информации о ландшафтах и их компонентах.

При проведении дешифрирования ландшафтных комплексов, важное внимание отводится текстуре и структуре.

Структура – это своеобразный набор форм, размеров, тонов или цветов и цветовых оттенков.

Текстура – пространственное сочетание различных элементов структуры

ГЛАВА 4. КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ

4.1. ПОДГОТОВКА МАТЕРИАЛОВ

В ходе нашей работы главным способом картографирования как самих ландшафтов, так и их динамики являются данные дистанционного зондирования Земли или по простому говоря, космоснимки.

Основной причиной этого послужило то, что в работе берется временной диапазон с 1999 по 2022 год, но, к сожалению, невозможно найти информацию по ландшафтам на исследуемой территории за каждый год, и данную проблему способны решить космоснимки. К тому же космоснимки показывают реальную обстановку на территории на конкретную дату, что позволяет с высокой точностью отслеживать динамику.

Для получения космоснимков, использовались специальные сайты, которые предоставляют данный материал: «EathExplorer» и «Copernicus open access hub». Были использованы следующие спутниковые системы.

1. Landsat 5 – спутник, запущенный геологической службой США 1 марта 1984 года в ходе программы Landsat. В процессе эксплуатации работа спутника ни раз приостанавливалась из-за сбоев в октябре 2007, ноябре 2011, в итоге окончательно отработав свой ресурс был выключен в начале 2013 года, тем самым установил рекорд Гиннеса как самая длительная миссия по спутниковому наблюдению Земли. Высота орбиты – 705 км., приполярная, солнечно-синхронная, наклонение составляет 98,2 градуса. Обзор всей поверхности Земли составляет 16 суток. Всего было 7 каналов (Рисунок 4)

Landsat 4-5 Thematic Mapper (TM)	Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
	Band 1 - Blue	0.45-0.52	30
	Band 2 - Green	0.52-0.60	30
	Band 3 - Red	0.63-0.69	30
	Band 4 - Near Infrared (NIR)	0.76-0.90	30
	Band 5 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	1.55-1.75	30
	Band 6 - Thermal	10.40-12.50	120* (30)
	Band 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	2.08-2.35	30

Рис. 4. Каналы Landsat 5

2. Landsat 7 – спутник, запущенный геологической службой США в 15 апреля 1999 года. В процессе эксплуатации спутника произошел серьезней сбой 31 мая 2003 года, из-за чего появились черные полосы на снимках, что не позволяют проводить нормальную обработку снимка. Высота орбиты – 705 км., полярная, солнечно-синхронная наклон составляет. Обзор всей поверхности Земли занимает 16 суток. Полоса захвата – 185 км. Также у спутника имеется 8 каналов, один из которых панхроматический (Рисунок 5)

Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)	Landsat 7	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
	Band 1	0.45-0.52	30
	Band 2	0.52-0.60	30
	Band 3	0.63-0.69	30
	Band 4	0.77-0.90	30
	Band 5	1.55-1.75	30
	Band 6	10.40-12.50	60 * (30)
	Band 7	2.09-2.35	30
Band 8	.52-.90	15	

Рис. 5. Каналы Landsat 7

3. Landsat 8 – спутник, запущенный геологической службой США и NASA. Выход на орбиту был произведен 11 февраля 2013 года, заменив тем самым аппарат – Landsat 5. Высота орбиты так же, как и у других спутников данной программы составляет 705 км., а время полной съемки Земли – 16 суток.

Всего насчитывает 11 каналов (Рисунок 6)

Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS) Launched February 11, 2013	Bands	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
	Band 1 - Coastal aerosol	0.43 - 0.45	30
	Band 2 - Blue	0.45 - 0.51	30
	Band 3 - Green	0.53 - 0.59	30
	Band 4 - Red	0.64 - 0.67	30
	Band 5 - Near Infrared (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Band 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30
	Band 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
	Band 8 - Panchromatic	0.50 - 0.68	15
	Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Band 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
	Band 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

Рис. 6. Каналы Landsat 8

4. Sentinel 2 – семейство спутников дистанционного зондирования Европейского космического агентства, состоящий из 2-х спутников 2A – запуск 23 июня 2015 года и 2B – запуск 7 марта 2017. Орбиты аппаратов находятся на высоте 786 км. Угол наклона 98,5 градусов, периодичность съемки 5 дней. Всего 12 каналов (Рисунок 7).

Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (µm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

Рис. 7. Каналы Sentinel 2

К сожалению, не на все года удалось получить необходимые космоснимки, в период с 2002 по 2005, 2012 год, космоснимки просто непростом отсутствовали в базе данных. А в 2015 году над всей территорией наблюдалась значительная

облачность, которая не позволили качественно провести дешифрирование. Используемые космоснимки представлены в таблице 7.

Для работы с Sentinel 2 приходилось использовать по 2 снимка за год, на нижнюю и северную часть территории.

Таблица 7

Список используемых снимков

Имя снимка	Спутник	Дата съемки
LT05_L1TP_160017_19990813_20161216_01_T1	Landsat 5	13.08.1999
LE07_L1TP_160017_20000722_20170210_01_T1	Landsat 7	22.07.2000
LE07_L1TP_160017_20010911_20170203_01_T1	Landsat 7	11.09.2001
LT05_L1TP_159017_20060825_20161119_01_T1	Landsat 5	25.08.2006
LT05_L1TP_160017_20070819_20161112_01_T1	Landsat 5	19.08.2007
LT05_L1TP_160017_20080720_20161030_01_T1	Landsat 5	20.07.2008
LT05_L1TP_160017_20090723_20161023_01_T1	Landsat 5	23.07.2009
LT05_L1TP_159017_20100719_20161015_01_T1	Landsat 5	19.07.2010
LT05_L1TP_159017_20110924_20161006_01_T1	Landsat 5	24.09.2011
LC08_L1TP_159017_20130913_20170502_01_T1	Landsat 8	13.09.2013
LC08_L1TP_160017_20140923_20170419_01_T1	Landsat 8	23.09.2014
S2A_MSIL1C_20160718T064632_N0204_R020_T42VWN_20160718T06	Sentinel 2	18.07.2016
S2A_MSIL1C_20160718T064632_N0204_R020_T42VWP_20160718T06	Sentinel 2	18.07.2016
S2B_MSIL1C_20170728T065009_N0205_R020_T42VWN_20170728T065012	Sentinel 2	28.07.2017
S2B_MSIL1C_20170728T065009_N0205_R020_T42VWP_20170728T065012	Sentinel 2	28.07.2017
S2B_MSIL1C_20180904T065619_N0206_R063_T42VWN_20180904T095431	Sentinel 2	04.09.2018
S2B_MSIL1C_20180904T065619_N0206_R063_T42VWP_20180904T095431	Sentinel 2	04.09.2018
S2A_MSIL1C_20190822T064631_N0208_R020_T42VWN_20190822T085750	Sentinel 2	22.08.2019
S2A_MSIL1C_20190822T064631_N0208_R020_T42VWP_20190822T085750	Sentinel 2	22.08.2019
S2B_MSIL1C_20200804T065629_N0209_R063_T42VWN_20200804T105118	Sentinel 2	04.08.2020
S2B_MSIL1C_20200804T065629_N0209_R063_T42VWP_20200804T105118	Sentinel 2	04.08.2020
S2B_MSIL2A_20210905T064619_N0301_R020_T42VWN_20210905T092545	Sentinel 2	05.09.2021

S2B_MSIL2A_20210905T064619_N0301_R020_T42VWP_20210905T092545	Sentinel 2	05.09.2021
S2A_MSIL2A_20220915T064631_N0400_R020_T42VWN_20220915T093353	Sentinel 2	15.09.2022
S2A_MSIL2A_20220915T064631_N0400_R020_T42VWP_20220915T093353	Sentinel 2	15.09.2022

В процессе работы создавались разновременные композитные космоснимки – снимки получившиеся в результате объединения каналов двух снимков в один снимок.

Для данного процесса были использованы инструменты ArcGIS – composite bands. В данном случае делались композиты за два идущие подряд года, например, 2016-2017 и загружали от каждого снимка 4 канала: ближний инфракрасный (NIR), красный (Red), голубой (Blue) и зеленый (Green). Преимуществом такого метода является то, что при соответствующей настройке отображения каналов, по которым можно четко отделить вновь появившиеся или изменившиеся объекты от уже имеющих. В дальнейшем производилась обрезка снимков по маске границы лицензионной территории.

4.2. ПОДГОТОВКА СКРИПТА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ДЕШИФРИРОВАНИЯ

При выполнении работы мы воспользуемся автоматическим методом дешифрирования. Это в первую очередь связано с большими размерами исследуемой территории, и как следствие, при ручном дешифрировании будет затрачено колоссальное количество трудовых ресурсов и времени, при этом автоматическое дешифрирование позволяет затратить гораздо меньше времени.

В качестве метода выбран метод Random forest или другими словами способ случайного леса, который в отличие от других способов позволяет нам провести дешифрирование сходных по спектральной яркости ландшафтов большой территории, при этом получив весьма качественный результат.

Сам процесс классификации и кластеризации будет проводиться в RStudio – программное обеспечение, имеющее открытый исходный код, предназначенный для такого языка программирования как R.

Язык программирования R главным образом предназначен для статистической обработки данных, а также работы с графикой. Сам язык изначально создавался как аналогичный языку, и не смотря на имеющиеся значительную разницу между ними, в какой-то степени представляет его альтернативную реализацию, и в большинстве случаев код на языке S без особых сложностей работает в среде R.

В качестве основы для написания скрипта, было произведено подключение к следующим пакетам:

1. raster – растровой пакет предоставляет классы и функции для управления данными в формате растрового слоя. Данный пакет значительно облегчает и ускоряет как сам процесс написания скрипта, так и скорость его работы (Rdocument, rdocumentation.org)

2. rgdal – цель пакета привязка к библиотеке абстракции геопространственных данных GDAL, а также позволяет проводить операции перепроецирования.

Это один из самых необходимых пакетов при работе с пространственными данными. (The Comprehensive R Archive Network, cran.r-project.org)

3. sp – пакет необходимый для работы с векторными данными разной геометрии (Github Sites, topepo.github.io)

4. caret – это пакет который включает в себя функции для оптимизации обучающих процесс модели для различных задач классификации и регрессии. (Github Sites, topepo.github.io)

5. randomForest – это пакет который производит реализацию алгоритма случайного леса, разработанного Бреймана. Основанная цель классификация и построение регрессии (Rdocument, rdocumentation.org)

Далее приступаем к написанию самого скрипта. Для начала создаем строки, которые в дальнейшем будут отвечать за директории, также наименования входных данных, и генерация названия выходного растра (Рисунок 8).

```
input_folder = |
output_folder =
img_name =
shp_name =
#####
output_picture = paste(substr(img_name, 1,32), "_output.tif", sep = "")
```

Рис. 8. Входные и выходные данные

Следующая часть скрипта отвечает за количество пикселей, используемых в обучении, чем больше значение, тем лучше, но меньше скорость обработки, а также даем название каналам снимка (Рисунок 9)

```
nsamples <- 30000 ##
setwd(input_folder)
img <- brick(img_name)
|
names(img) <- paste0("B", c(1:8))
```

Рис. 9. Выборка 30 тысяч случайных пикселей

Далее возьмем классы эталонов из векторного файла (Рисунок 10)

```
trainData <- shapfile(shp_name)
responseCol <- "class"
```

Рис.10. Извлечение классов эталонов

Следующие строки отвечают за извлечение значений пикселей из растра по экстенду эталонных полигонов (Рисунок 11)

```
dfAll = data.frame(matrix(vector(), nrow = 0, ncol = length(names(img)) + 1))
for (i in 1:length(unique(trainData[[responseCol]]))) {
  category <- unique(trainData[[responseCol]][i])
  categorymap <- trainData[trainData[[responseCol]] == category,]
  dataSet <- extract(img, categorymap)
  if(is(trainData, "SpatialPointsDataFrame")) {
    dataSet <- cbind(dataSet, class = as.numeric(rep(category, nrow(dataSet))))
    dfAll <- rbind(dfAll, dataSet[complete.cases(dataSet),])
  }
  if(is(trainData, "SpatialPolygonsDataFrame")) {
    dataSet <- dataSet[!unlist(lapply(dataSet, is.null))]
    dataSet <- lapply(dataSet, function(x){cbind(x, class = as.numeric(rep(category, nrow(x))))})
    df <- do.call("rbind", dataSet)
    dfAll <- rbind(dfAll, df)
  }
}
sdfAll <- dfAll[sample(1:nrow(dfAll), nsamples), ]
sdfAll[is.na(sdfAll)] <- 0
```

Рис. 11. Извлечение значений пикселей

Также нам надо указать каналы, по которым будет происходить процесс классификации, а также создаем модель, которая будет применяться к данным (Рисунок 12).

```
modFit_rf <- train(as.factor(class) ~ B1 + B2 + B3 + B4+ B5 + B6 + B7 + B8, method = "rf", data = sdfA11)
```

Рис.12. Создание модели и указание используемых каналов

Затем проводилась кластеризация и сама классификация методом случайного леса (Рисунок 13)

```
beginCluster()
preds_rf <- clusterR(img, raster::predict, args = list(model = modFit_rf))
endCluster()
setwd(output_folder)
```

Рис. 13. Строки, отвечающие за кластеризацию и классификацию

Финальное действие — это сохранение полученного растра (Рисунок 14)

```
writeRaster(preds_rf,output_picture, overwrite=TRUE)
```

Рис. 14. Сохранение результатов

4.3. СОЗДАНИЕ ЛАНДШАФТНОЙ КАРТЫ

Для получения общей информации о ландшафтах местности, была создана ландшафтная карта всей северного лицензионного участка Приобского месторождения. Карта создавалась на основе уже имеющейся ландшафтной карты ХМАО масштабом 1:500000.

Анализируя саму ландшафтную карту (Приложение 1), выделено 11 типов местности и 40 урочищ. Самым крупным по занимаемой площади является пойменный (1293 км²) тип местности, наименьшую же площадь занимает тип местности плоских низинных болот (13 км²), также выделены 4 типа маргинальных ландшафтов, состоящих из 20 антропогенных урочищ и 3 типа геотехносистем в которые входит 7 антропогенных урочищ

Как говорилось ранее, будет использован метод автоматизированного дешифрирования. Помимо самих космоснимков понадобятся еще эталонные участки собранные с данной территории, к ним предъявляются определенные требования:

1. соответствие проекции снимка;

2. заданные классы объектов в числовом формате “long integer”, с именем поля “class”;

3. однородность, несмотря на то, что метод Random Forest защищает от ошибок человека, стоит максимально качественно подбирать эталоны, которые четко относятся к одному классу;

4. сами эталоны не должны быть очень большими, чтобы исключить попадание радикально отличающихся по спектральным показателям пикселей.

Отбор эталонов происходил на основе дешифрованных признаков – свойств различных явлений или объектов и их взаимосвязей, благодаря которым можно распознать сами объекты на космоснимке. Они делятся на прямые и косвенные.

1. Прямые – те, которые можно наблюдать визуально.

1.1. Форма - искусственные объекты как правило имеют простой геометрический узор, природные объекты как правило имеют нечеткую геометрию, но есть специфически узнаваемые элементы

1.2. Размер обычно является важным дешифровочным признаком, особенно для антропогенных объектов, как правило по размеру можно легко определить той или иной объект

1.3. Тон как правило дает возможность просто выделять снег или открытые грунты, различный растительный покров и объекты гидрографии.

1.4. Яркостные показатели объекты в сочетании с кривой спектральной яркости может позволять определять объекты по одному пикселю, а если использовать комбинацию естественные цвета (Red, Green, Blue) можно легко распознать объект

1.5. Часто имеет резкий контраст, и благодаря этому имеется возможность дешифровать высокие объекты, имеющие маленький размер.

1.6. Рисунок является сложным признаком, объединяющий текстуру и структуру изображения [Книжников, Кравцова, Тутубалина, с. 112-135]

2. Косвенные – те, которые нельзя наблюдать визуально, а только при помощи индикатора, анализа и логики установить объект или явление [Савиных, Цветков, с.73]

Во время набора эталонов использовалось подобие сочетания искусственные цвета для космоснимка (NIR позднего снимка, Red позднего снимка, Red старого снимка), в таком сочетании новые объекты будут иметь кислотно-зеленый (Рисунок 15)

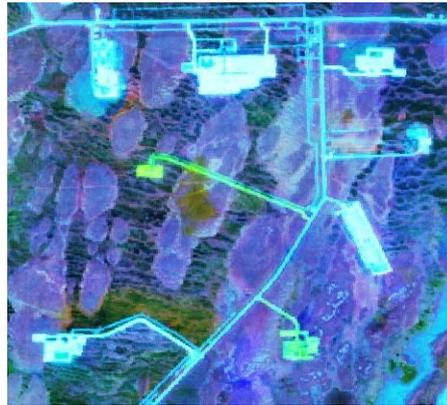


Рис. 15. Фрагмент композитного снимка в искусственных цветах

Так как у нас довольно большой участок по площади, нам нужно набрать эталоны с разных фрагментов территории. Кроме того, для каждого снимка нужно редактировать эталоны, так как могут появляться помехи в виде задымленности или облачности, а также развивается антропогенная застройки. Всего было набрано от 577 до 712 эталонных участков

По итогу, полученный растровый слой (Рисунок 16), для которого необходимо дополнительно провести постобработку. Сам процесс постобработки будет происходить, как и создание эталонов в ArcGIS.

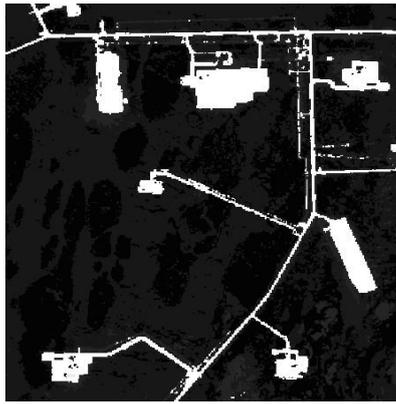


Рис. 16. Результат обработки скриптом

Первым инструментом, который используется, будет “Int”, его главная задача – преобразовать дробные значения, находящиеся во всех ячейках растра, в целое путем математического округления (Рисунок 17).

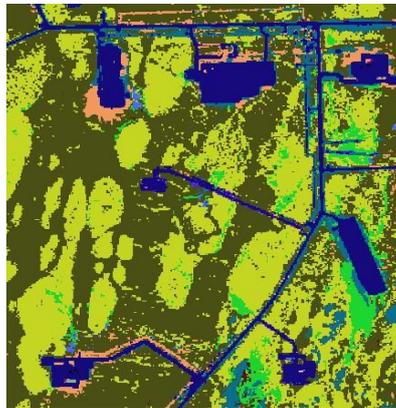


Рис. 17. Результат обработки инструментом “Int”

Далее проводим обработки инструментом “Majority filter” с параметром “eight” минимум 3 раза, основная его цель убрать одиночные и маленькие пиксели, которые ошибочно классифицировались, и увеличить скорость дальнейших преобразований. Сам инструмент работает по принципу анализа окружающих ячеек, выясняя каких классов вокруг больше, и относит пиксель к классу, который доминирует вокруг (Рисунок 18).

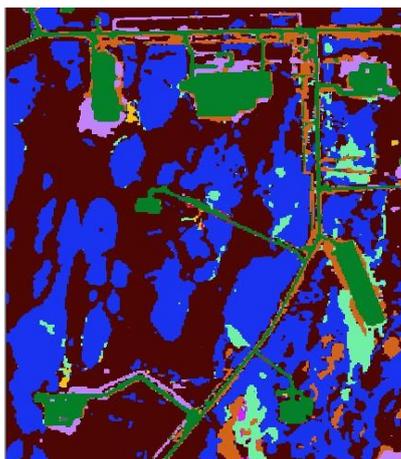


Рис. 18. Результат обработки инструментом “Majority filter”

Далее нам необходимо трансформировать растр в векторный файл, для этого воспользуемся инструментом “Raster to polygon” (Рисунок 19).

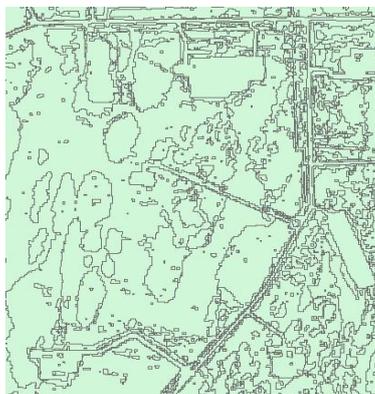


Рис. 19. Результат обработки инструментом “Raster to polygon”

Далее нам необходимо убрать маленькие полигоны, которые ошибочно классифицировались. Для этого при помощи выборки выбираем из каждого класса полигоны площадью меньше чем 10000 м² и проводим обработку инструментом “Eliminate”. Принцип работы очень похож на инструмент “Majority filter”, участки отходят к классам, имеющим наиболее протяженную границу с удаляемым участком или наибольшую площадь. Главное преимущество в том, что сразу можно удалять большие участки (Рисунок 20).

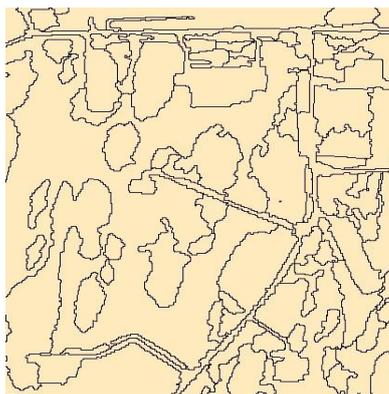


Рис. 20. Результат обработки инструментом “ Eliminate”

Следующим этапом станет ручная проверка и корректировка векторного слоя.

Главной проблемой в ходе дешифрирования стало не корректное отделение верховых болот, от гряд у грядово-мочажинного болота, а также отделение гидронамывных карьеров и подтоплений от прочих объектов гидрографии. А также разделение различных нефтегазопромысловых объектов между собой, из-за одинаковых спектральных показателей. Именно эти элементы пришлось больше всего корректировать вручную

Дальнейшей задачей стало соотношение индексов и ландшафтов, само выделение ландшафтов основывалось на классификации Милькова, и оформление карт динамики ландшафтов.

4.4. ВЫЯВЛЕНИЕ ДИНАМИКИ ЛАНДШАФТОВ

На основе данных, полученных в ходе исследования, можно сделать следующие выводы относительно особенностей развития инфраструктуры объектов месторождений Ханты-Мансийского автономного округа.

Главной сложностью является природно-климатическая обстановка. На данной территории встречается редкоостровная и островная вечная мерзлота, а также достаточно длинный зимний период и низкие температуры воздуха с продолжительным залеганием снежного покрова, который в свою очередь затрудняет работу на месторождение. Кроме влияющие как в финансовом, так и

временном на возможности развития нефтегазового комплекса в районе Ханты-Мансийского автономного округа. Несмотря на вышеперечисленные проблемы, на территориях активно появляются нефтегазопромысловые объекты, такие как: кусты скважин, межпромысловые транспортные сети, газопроводы, вертолетные площадки и жилые вахтовые комплексы.

При этом данные инфраструктурные объекты приводят к изменению ландшафтов, и несут в себе потенциальную угрозу для экосистемы территории. Главными объектами негативных воздействий при разработке территории нефтегазовых месторождений являются наземная и водная флора и фауна, почвы, поверхностные и грунтовые воды, а также атмосферный воздух. Как итогом добычи полезных ископаемых, можно принять трансформацию природных экосистем, и соответственно предоставляемые ей функции и услуги

Анализируя изменения, которые произошли за 23 года разработки северного лицензионного участка Приобского месторождения можно выявить тенденцию к наращиванию количества антропогенной нагрузки, которая приводит к распространению двух новых видов ландшафтов на данной территории – геотехносистем и маргинальных ландшафтов.

Всего было получено две ландшафтные карты, центрального (Приложение 2), и северо-западного фрагмента месторождения (Приложение 3). Основываясь на анализе данных ландшафтных карт, можно выявить некоторые закономерности.

Природные ландшафты сами по себе не претерпели значительных изменений как в плане своих размеров, так и в структурных элементах, при этом на них было оказано определенное антропогенное воздействие: помимо появления геотехносистемных ландшафтов под которые отводиться земельные участки, появились и маргинальные ландшафты, в которых выделяем группу нарушений: подтопления, нефтеразливы, Пирогенно-депресссионный ландшафты.

Данные процессы являются побочным эффектом от строительства различного рода промышленных площадок (геотехносистем), например, на центральном участке после строительства объекта поддерживающей инфраструктуры, в упор к нему появилось подтопление, которое вызвано повышением уровня грунтовых вод, явившееся следствием уплотнения грунтов. На северо-восточном участке при начале активного строительства 2011-2014 года, произошел лесной пожар, причиной которого скорее всего является человек.

В целом можно видеть следующую картину. На центральном участке, который имел уже к началу разработки месторождения определенную антропогенную нагрузку, огромное развитие получили территории, отведенные под вырубку. При этом соотношение маргинальных ландшафтов совместно с геотехносистемами, к естественным или природным ландшафтам увеличилось более чем в два раза – с 9 % до 19 % (Рисунок 21).

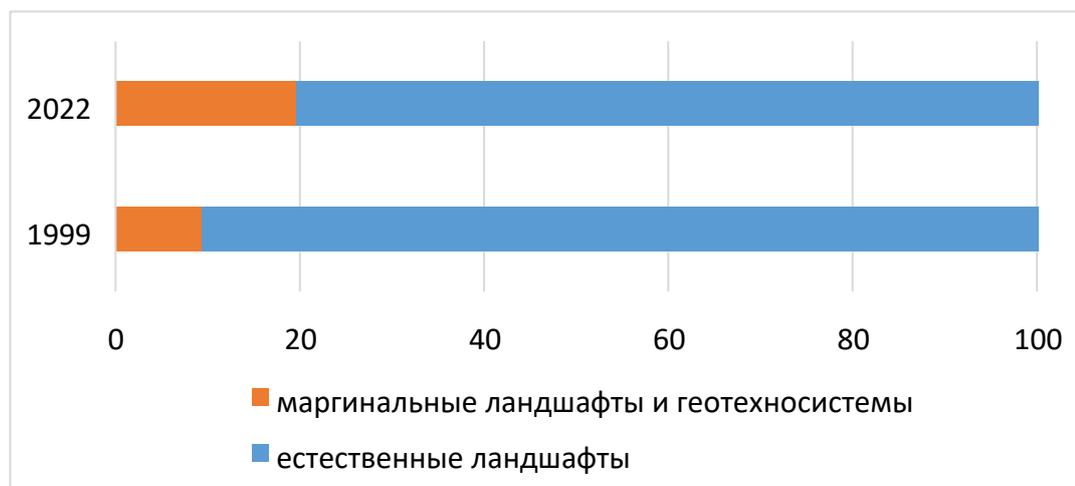


Рис. 21. Соотношение антропогенно-измененных компонентов и естественных структур ландшафта на центральном фрагменте северного лицензионного участка Приобского месторождения, %.

На территории северо-западного участка, можно наблюдать такую же картину, как и на центральном. На данном участке почти полностью отсутствовало антропогенное воздействие до 2012 года, но после прихода

человека, значительный процент ландшафтов стал отходить именно под геотехносистемы и маргинальные.

Общая площадь природных ландшафтов сократилась с 199,5 км², до 183,9 км², в процентном соотношении на момент начала наблюдения геотехносистемы и маргинальные ландшафты на момент начала наблюдения занимали суммарно 0,6 %, а к концу момента наблюдений уже 7,1 % (Рисунок 22). Кроме того, на территории произошли лесные пожары и нефтеразливы, что наносит серьезный вред природным комплексам территории.

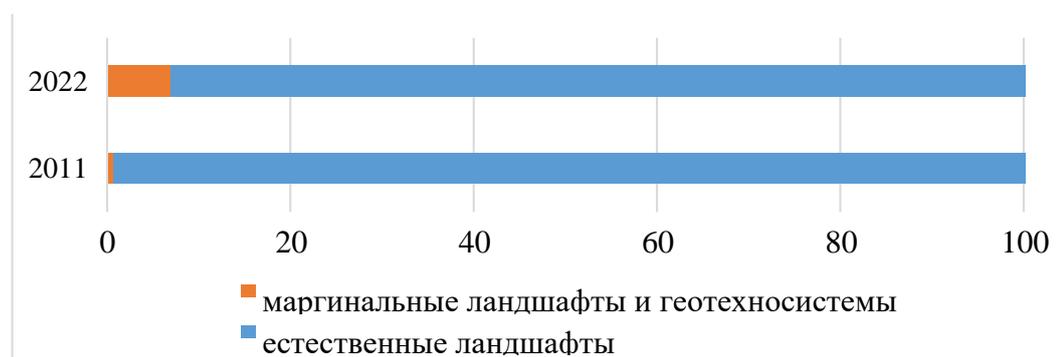


Рис. 22. Соотношение антропогенно-измененных компонентов и естественных структур ландшафта на северо-западном фрагменте северного лицензионного участка Приобского месторождения, %.

Таким образом, выявив, что основной причиной динамики или изменения ландшафтов является человеческий фактор, можно проследить общую динамику на всем месторождении, проследив изменения каждого в частности элемента геотехносистем и маргинальных ландшафтов, так и в целом. Для этого нам понадобится извлечь данные элементы из векторного файла ландшафтов на всей территории через использование инструмента выборки, через выборку по атрибуту, создав запросы и извлекая каждый элемент данных ландшафтов.

Суммарно было выделено около 11 маргинальных ландшафтов и геотехносистем, с последних и начнем рассмотрение динамики этих элементов, так как часто именно геотехносистемы являются причиной для появления маргинальных ландшафтов.

Среди геотехносистем выделяются ряд элементов.

Нефтегазопромысловые, к ним относятся кустовые площадки на песчано-минеральной отсыпке, это группа скважин, с близко расположенными друг к другу устьями на одной, единой площадке. Это самый часто встречаемый площадной объект на территории месторождения. Всего на нашей территории за период с 1999 года по 2022 год количество кустовых площадок увеличилось с 31 до 503, общая площадь возросла с 0,85 км² до 31,6 км² (Рисунок 23), или, по-другому говоря, увеличилась в 37 раз, в процентном соотношении ко всей площади лицензионной территории территория возросла с 0,02 % до 0,96 %. Располагаются относительно ландшафтов равномерно, при этом значительная часть расположена в пойменном типе местности.

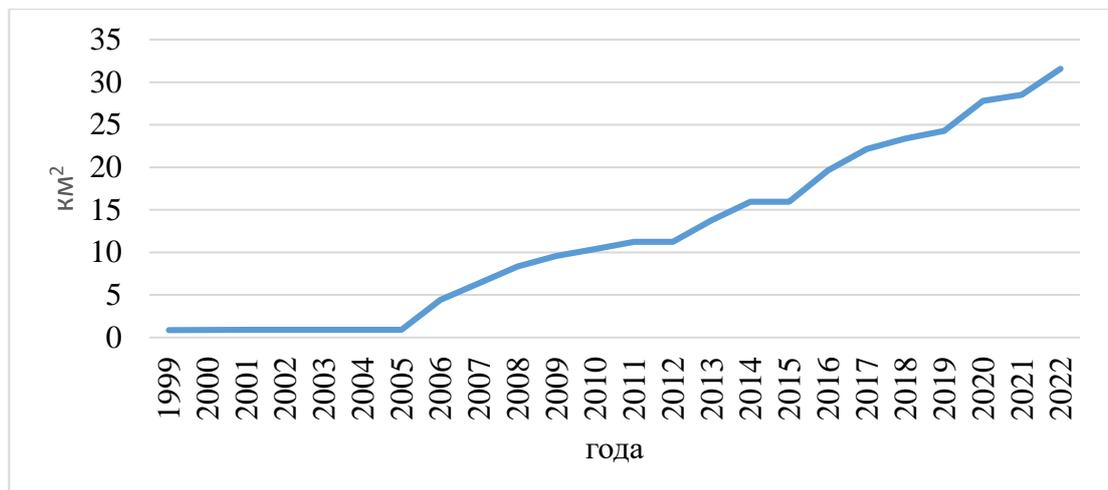


Рис. 23. Изменение площадей, занимаемой кустовыми площадками на песчано-минеральной отсыпке

Также среди нефтегазопромысловых выделяем объекты поддерживающей инфраструктуры на песчано-минеральной отсыпке, к которым относим различные необходимые для нормального функционирования месторождения, например, электрические подстанции, дожимные компрессорные станции и другие объекты. Также, как и кустовые площадки, могут приводить к подтоплениям, нефтеразливам, требуют автодороги коридор коммуникаций. Общее число таких сооружений увеличилось за двадцать один год с 4 до 27, а

площадь – с 0,46 км². до 4,6 км² или в 10 раз (Рисунок 24), а общий процент в занимаемой площади изменился с 0,01 % до 0,13 %. В основном расположены в надпойменно-террасовом типе местности

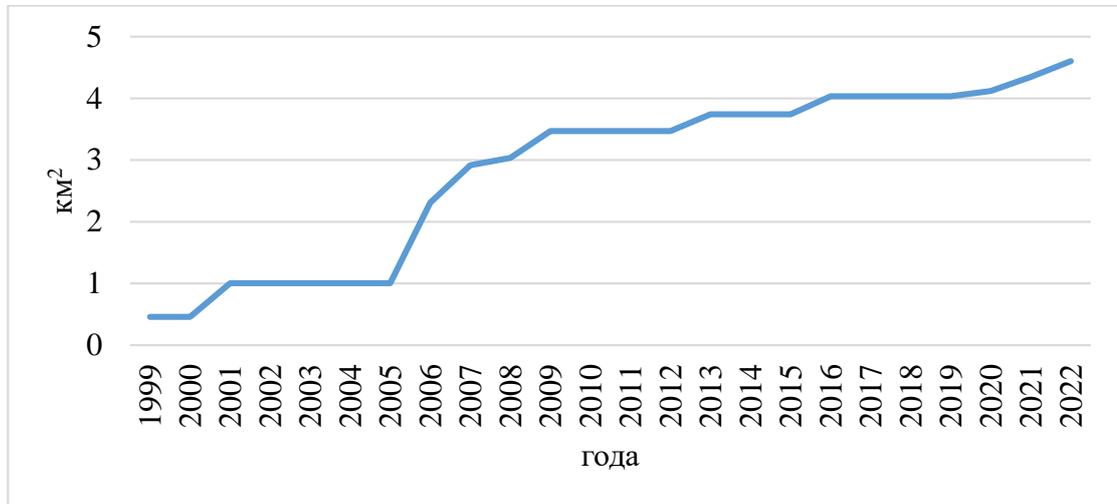


Рис. 25. Изменение площадей, занимаемой объектами поддерживающей инфраструктуры на песчано-минеральной отсыпке

Выделяются и Карьерно-отвальные геотехносистемы, на нашей территории – это идущие в комплексе штабеля гидронамыва на песчано-минеральной отсыпке и карьеры гидронамыва г в песчаных берега. Гидронамыв – это уникальный способ добычи песка или грунта, его транспортировки и укладки. Обычно из-за гидронамыва происходят подтопления, а также гибель растительности на местах штабелей. Сам карьер гидронамыва – это водоем из которого происходит добыча грунта или песка, их общее число увеличилось с 3 до 71, а площадь возросла с 1,4 км² до 19,3 км² или более чем в 10 раз. Отношение к площади других ландшафтов увеличилось с 0,04 % до 0,5%. (Рисунок 26). Большая часть расположена в пойменном типе местности

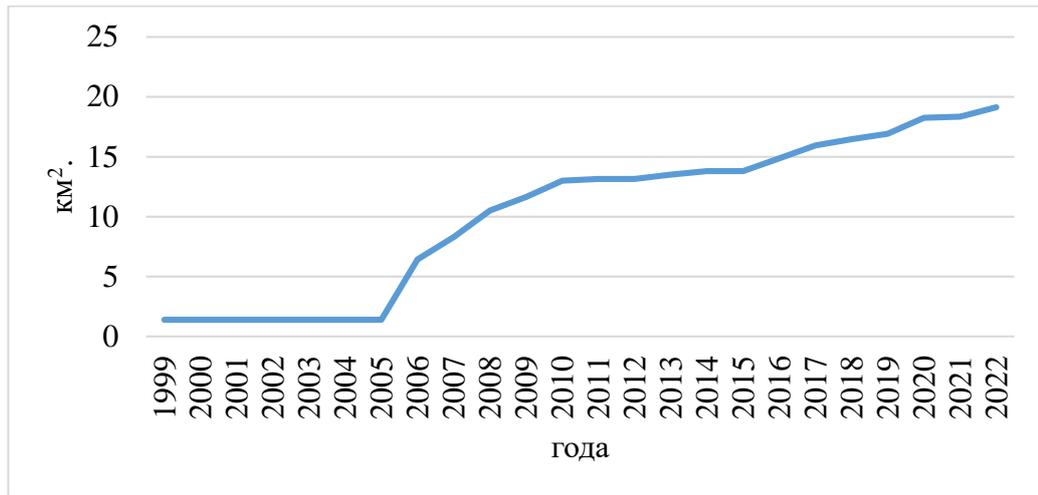


Рис. 26. Изменение площадей, занимаемыми гидронамывным карьером в песчаных берега

Штабель гидронамыва представляет из себя площадку куда идет, намыв песка или грунта, на начало нашего исследования их насчитывалось с 3 до 91, общая площадь же изменилась с 0,5 до 15 км² – более чем в 27 раз (Рисунок 27). Большая часть расположена в пойменном типе местности

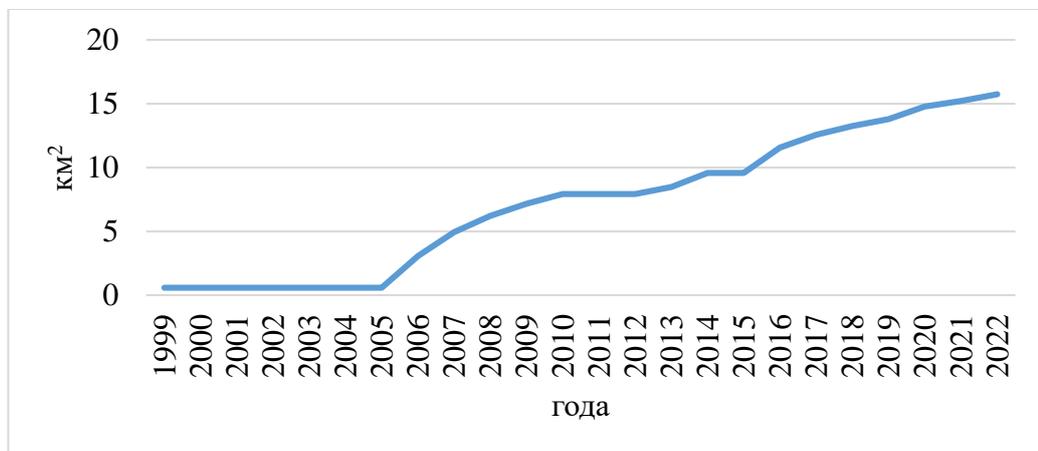


Рис. 27. Изменение площадей, занимаемыми штабелем гидронамыва на песчано-минеральной отсыпке

Среди линейно-транспортных сооружений выделяем автодорога на песчано-минеральной отсыпке, которая предназначена для транспортировки различных грузов и людей на территории. На нашей территории именно с автодорогами как правило связано большинство подтоплений. Общая длина

автодорог увеличилась с 200 км до 1213 км, или в 6 раз (Рисунок 28), Значительная доля приходится на пойменный, надпойменно-террасовый и грядово-мочажинный тип местности.

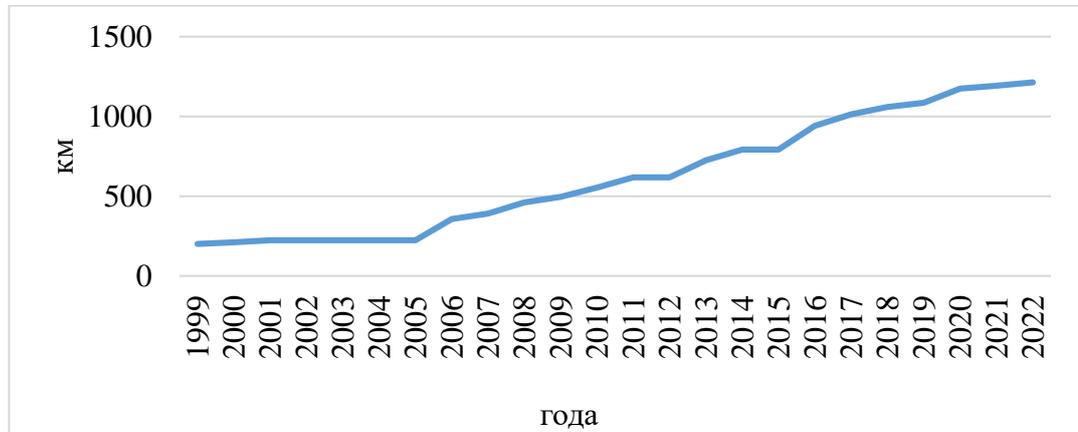


Рис. 28. Изменение протяженности автодорог на песчано-минеральной отсыпке

Также имеется коридор коммуникаций, сопровождаемый продольной вырубкой, который включает в себя различные линейные объекты необходимые для нормального функционирования месторождения, например, трубопроводы или линии электропередач. Как правило такие объекты сопровождаются вырубками, которые зависят от типов и мощности самого коридора коммуникаций, общая длина увеличилась с 184 до 1366 км. или в 7 раз (Рисунок 29). Надпойменно-террасовый и грядово-мочажинный тип местности

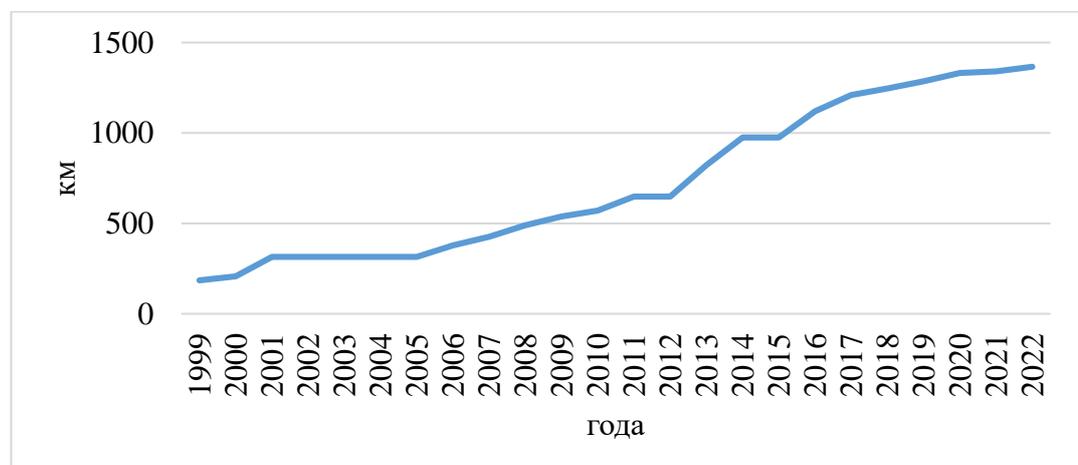


Рис. 29. Изменение протяженности коридора коммуникаций, сопровождаемого продольной вырубкой

Стоит отметить, на нашей территории имеется один технический пруд общей площадью около 4 км². Он приходится на мелокдолинный тип местности.

К изменениям, произошедшим на изучаемой территории относится и появление маргинальных ландшафтов. Среди них самую большую площадь занимают вырубочно-деградационные ландшафты, на нашей территории имеет место быть чересполосчатая и сплошная вырубка. В ходе анализа не учитывались вырубки, которые относятся к вырубкам под коридоры коммуникаций, сопровождаемые продольной вырубкой. Как правило рубку леса человек проводит для лесозаготовки. Общее число вырубок выросло с 4 до 140, а общая площадь возросла с 1,58 до 32,7 км² или увеличилась в 18 раз (Рисунок 30). Соотношение изменилось с 0,1 % до 0,99 %. Полностью расположены в пределах надпойменно-террасового и плоскоместного типа местности.

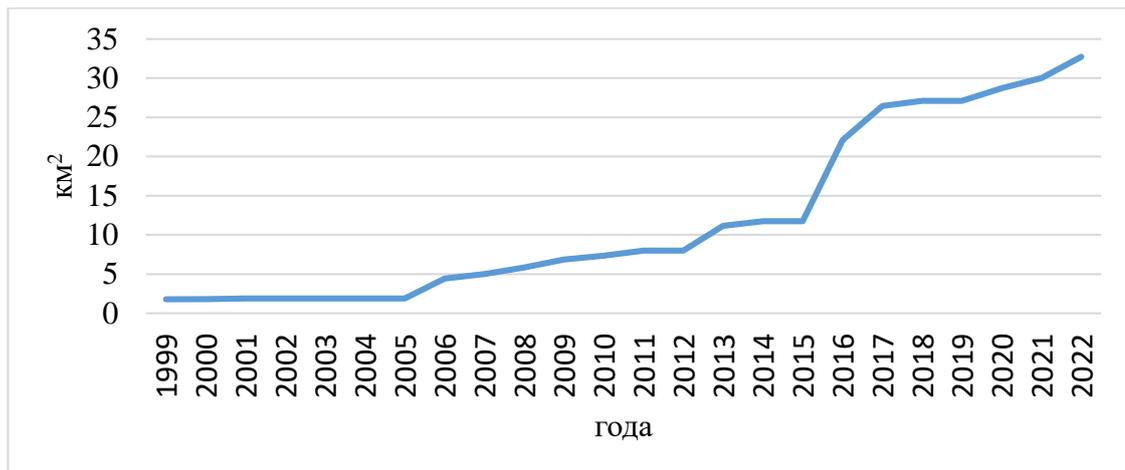


Рис. 30. Изменение площади, вырубочно-деградационных ландшафтов

Среди маргинальных ландшафтов также выделяем «нарушения» Одним из таких нарушений является подтопления, как правило, они связаны с повышением уровня грунтовых вод. Наиболее часто, они наблюдаются их вдоль дорог, реже около иных площадок. Они вызывают повреждения растительного покрова. Их количество выросло с 1 до 56. Общая площадь, занимаемая подтоплениями, возросла с 0,02 км² до 6,9 км², или выросла в 282 раза (Рисунок 31). Общее процентное соотношение выросло с 0,0006 % до 0,21 %. Подавляющая часть располагается в пойменном типе местности.

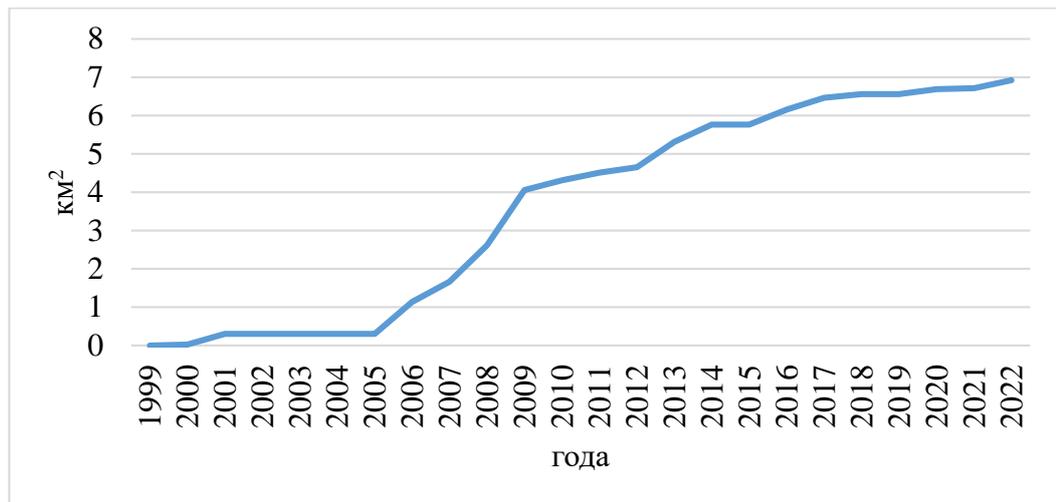


Рис. 31. Изменение площади, занятой подтоплениями

Также выделяем нефтеразливы. Нефтеразливы – это территории, поврежденные нефтепродуктами, как правило возникают в небольших понижениях рядом с трубопроводами или нефтегазопромысловыми объектами. Дешифровать нефтеразливы является проблемной задачей, для точного определения необходимы координаты точек полевых исследований. В нашем распоряжении были координаты за 2018 год, поэтому мы смогли оценить нефтеразливы только за 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 года. а начало период было 7 нефтеразливов общей площадью 0,12 км², в 2022- 16 нефтеразливов, общей площадью 0,33 км² (Рисунок 32), общее отношение к площади территории выросло с 0,004 % до 0,01 %. Главным образом приходится на тип местности плоских бугристых болот и грядово-мочажинный тип местности.

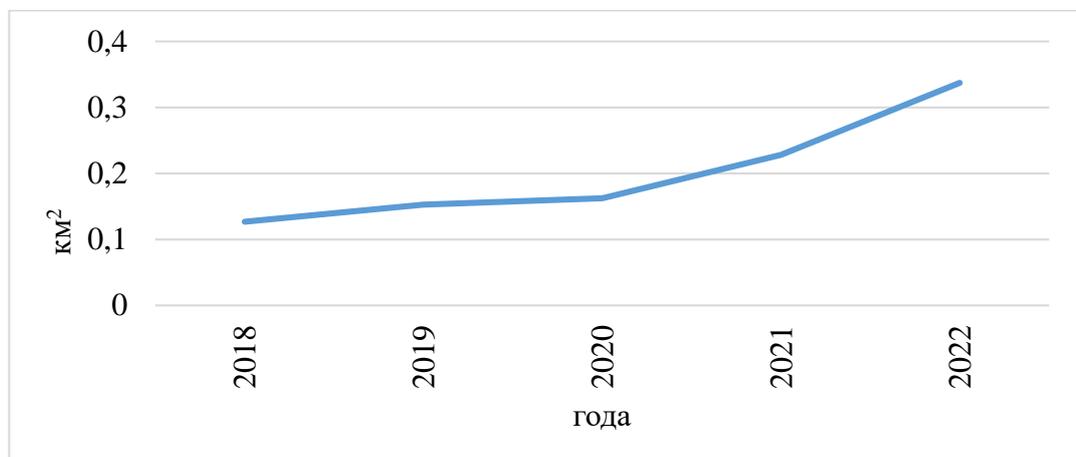


Рис. 32. Изменение площади, занятой нефтеразливами

Также на территории были зафиксированы территории, поврежденные пирогенными процессами или пожарами, которые произошли по вине человека. Всего нам удалось зафиксировать 2, в 2011 и 2013 году, общей площадью 5,5 км². Расположен в мелкодолинном и плоскоместном типе местности

Таким образом видим, что человек в значительной части прямо или косвенно оказывает влияние на ландшафты. Особенно это хорошо прослеживается если посмотреть на, то, как в процентном соотношении менялись естественным или природные ландшафты по отношению к маргинальным и геотехносистемам (Рисунок 33): изначально они занимали только 0,15% от общей территории, а сейчас уже 3,35 %. Общая площадь же возросла с 5,11 км², до 112,49 км² (Рисунок 34), как видно из этого же графика наиболее интенсивные изменения в ландшафтах начались после 2010 года. Также в течение времени площади маргинальных ландшафтов, все больше начинают возрастать относительно геотехносистем (Рисунок 35)



Рис. 33. Соотношение естественных и маргинальных ландшафтов с геотехносистемами, % от общей площади

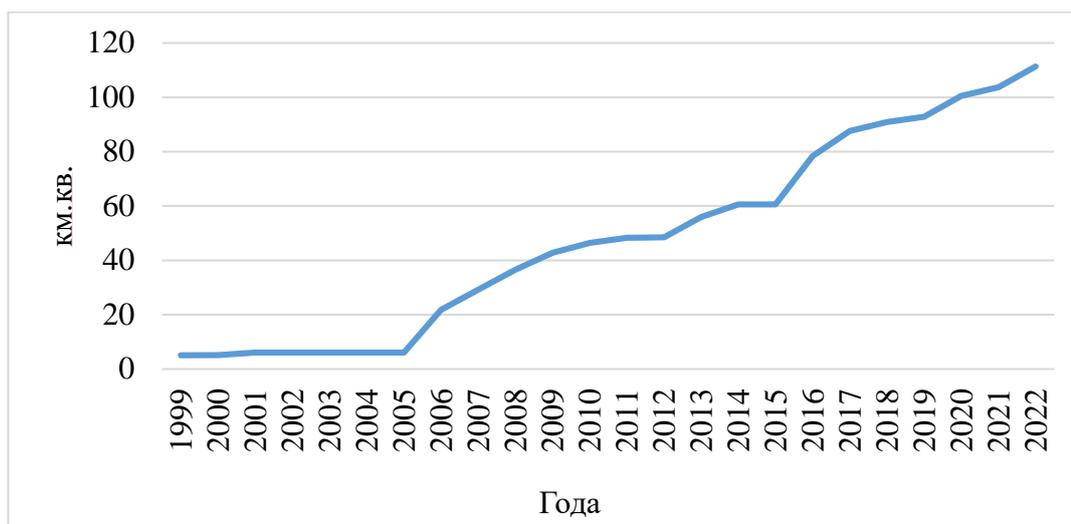


Рис. 34. Изменение площадей геотехносистемами и маргинальных ландшафтов, %

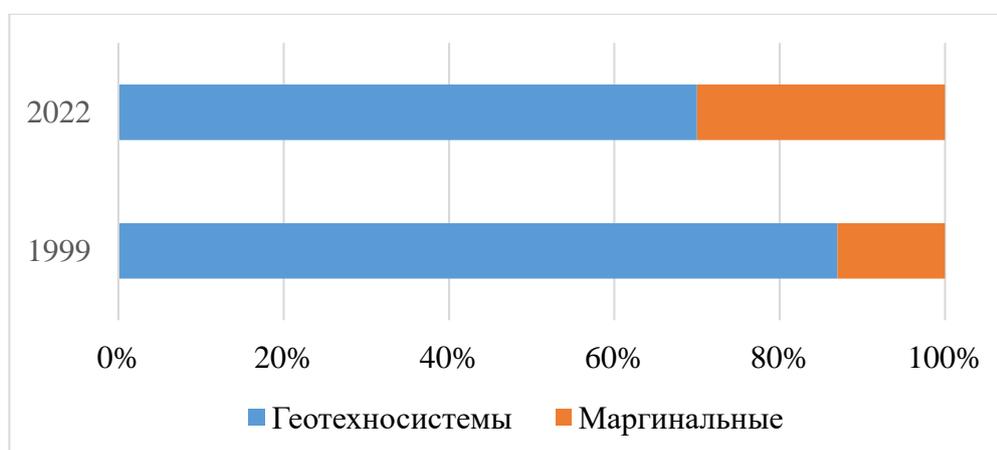


Рис. 35. Соотношение маргинальных ландшафтов и геотехносистем, %

Формирование и распространение указанных ландшафтов, приводит к сокращению естественных природных комплексов. Для уточнения данного факта были произведены измерения с использования методов ландшафтного дешифрирования при помощи космоснимков, направленные на выявление тенденций изменения метрических характеристик природных ландшафтов на уровне типов местности и урочищ.

Наибольший прирост как по площадным, так и по линейным объектам можно наблюдать, на территории пойменного типа местности. Так, с начала активной разработки их общая площадь увеличилась на 43,13 км², или в 29 раз в сравнение с 1999. Доля этих объектов от пойменного типа местности составляет 3,4 %. Длина линейных объектов выросла в 39 раз или с 23 км до 885 км. Такие

показатели обусловлены в первую очередь тем, что данный тип местности является самым большим по своим размерам его площадь составляет 1293 км². Также он достаточно удобен для размещения нефтегазодобывающей и сопровождающей ее инфраструктуры. Кроме того, пойма разделяет территорию на левобережную (где находятся все административные сооружения и главный транспортный узел) и правобережную (на которой находится наибольшее количество различных объектов нефтегазодобычи). Также стоит отметить то именно в пойме находится наибольшее количество различных подтоплений территорий, вызванных деятельностью человека

Если рассматривать отношение различных антропогенных ландшафтов относительно общей площади среди типов местности, то стоит выделить надпойменно-террасовый тип местности, общая площадь занятые объектами нефтегазодобычи составляет 7,45% от общей площади территории. При этом на момент 1999 года, уже присутствовало некоторое количество объектов инфраструктуры, они занимали порядка 1% территории. Сама площадь возросла с 3,09 км² до 23,54 км, или в 7,6 раза. Длина линейных объектов увеличилась с 27,6 до 44,9 км. Также именно в данном типе местности большие территории отведены под лесозаготовление.

В целом можно отметить, что помимо вышеперечисленных сильным изменениям (более 3%) подверглись, придолинно-дренированный тип местности, плоскобугристых верховых болот тип местности, плоскоместный тип местности.

Единственным типом местности, который не подвергся непосредственному воздействию антропогенных ландшафтов, является озерный типа местности.

Среди урочищ, с наибольшим приростом изменений оказалось следующее, самое большое по площади урочище (549,8 км²): гивистая и сегментно-гивистая центральная пойма с мелкими разнориентированными озерками, старицами и протоками в межгивистых понижениях в комплексе с песчаными пляжами с

отдельными прирусловыми хорошо дренированными гривами березово-осиновыми с примесью тополей и ивы лесами на аллювиальных дерновых оподзоленных почвах, покрытые разнотравно-злаковыми лугами на аллювиальные луговые почвы.

Длина линейных объектов, проходящая через данный ландшафт составила 2,3 км в 1999 и 412 км в 2022. Общая площадь занятая инфраструктуры на данном ландшафте составила 19,5 км², при этом на 1999 год приходилось 0,4 км², то есть увеличилась в 48 раз. В процентном отношении, это составило 0,07% в 1999 году и 3,55% в 2022. Данное урочище относится к пойменному типу местности, и ему характерны те же особенности.

В процентном отношении наиболее подверженным оказался другой пойменный ландшафт: хорошо дренированные гривы, покрытые осиново-березовыми лесами с примесью ивы, зеленомошно-мелкотравной растительностью на аллювиальных дерновых оподзоленных почвах. Площадь антропогенных объектов составила 11,56 % в 2022 году, против 2,69 % в 1999 году.

Сама же площадь уменьшилась с 31,3 км² до 30,46 км² в 1999 и 27,68 км² в 2022 соответственно. Другими словами, площадь различных геотехносистем и маргинальных ландшафтов увеличилась в 4,3 раза. Длина линейных объектов увеличилась с 0 до 14,9 км

Среди ландшафтов, не относящихся к поймам, наибольший процент – 10,53% антропогенных объектов, к общей площади ландшафта имеет ландшафт: хорошо дренированные плоскостные поверхности террас и краевые части склонов к поймам рек, расчлененные овражно-балочной сетью, березой с примесью осины и кедра мелкотравно-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах.

Общая площадь изменений составил 0,89 км² в 1999 году и 9,69 км². в 2022. В свою очередь длина автодорог на песчано-минеральной отсыпке и линий

коммуникаций увеличилась в 2,6 раза или возросла с 29,7 км, до 77 км. (Рисунок 36, 37, 38)

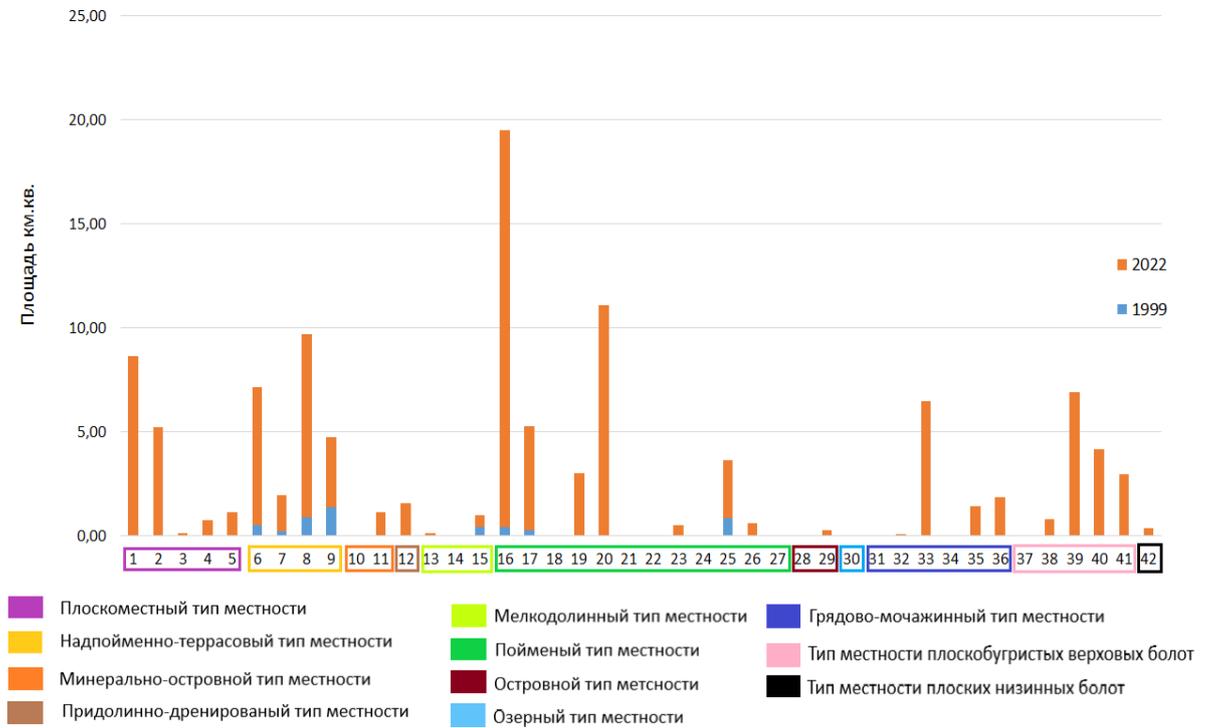


Рис.36. Изменение площадей ПАЛ по урочищам в км².

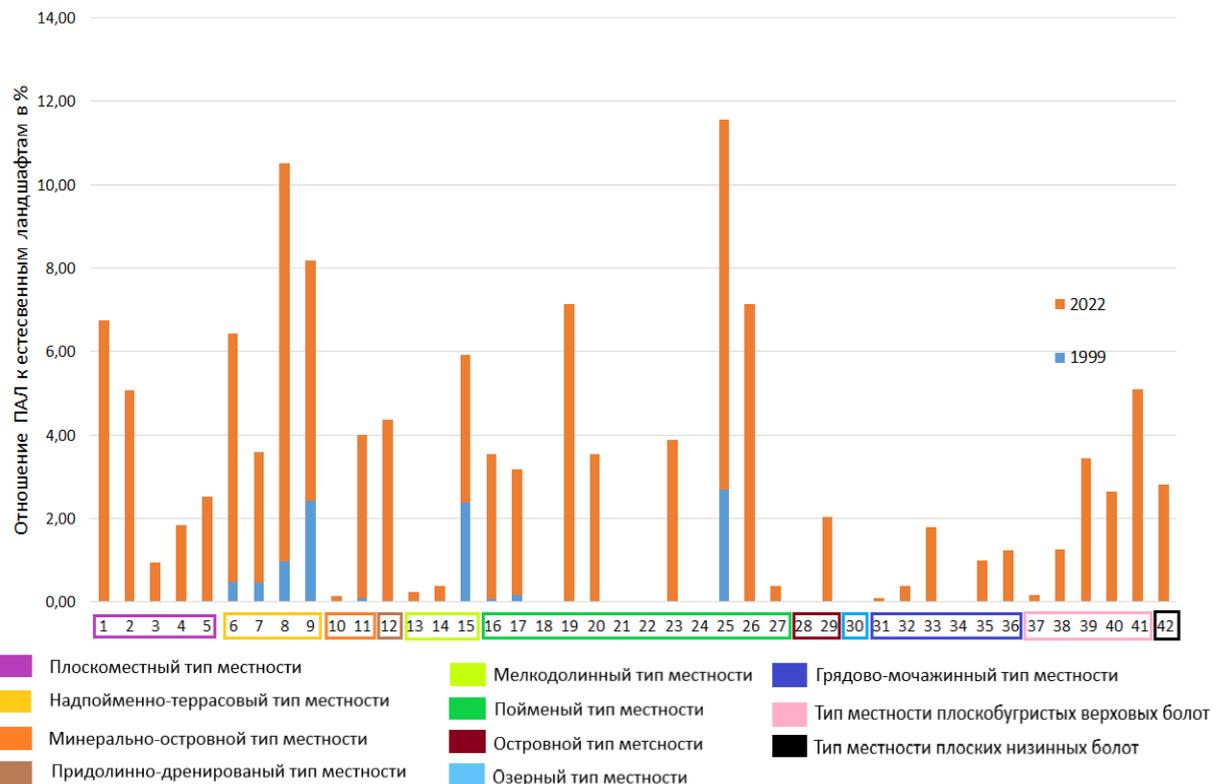


Рис.37. Изменение соотношения ПАЛ и естественных ландшафтов.

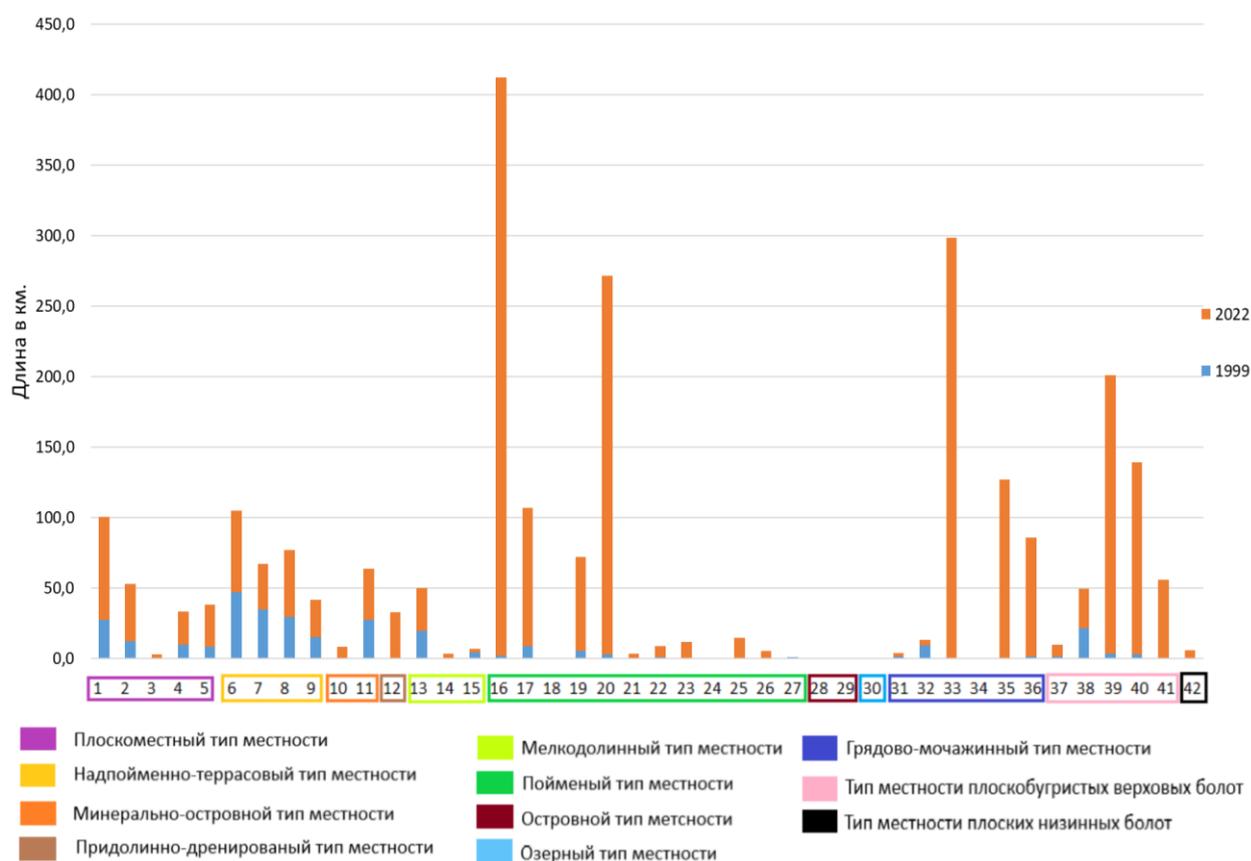


Рис. 38. Изменение длин линейных сооружений по урочищам в км.

Также отдельно стоит упомянуть долину малой реки Елыковская, из 2,45 км² ее площади, 1 км² отведен под создание технологического пруда.

Можно выделить несколько урочищ которые не подверглись не антропогенному воздействию:

1. мелкогривисто-волнистая, пойма с небольшими хорошо дренированными гривами вдоль проток и с подболоченными лугами в межгривистых понижениях разнотравно-злаково-канареечниковые по гривам и осоковыми и осоково-вейниковыми лугами на аллювиальных луговых почвах в межгривных понижениях;

2. отдельные хорошо дренированные, вытянутые гривы (=1-15 км) с разреженными березово-сосновыми, со значительной примесью ивы, лесами на аллювиальных дерновых слоистых почвах с участием пойменного разнотравья на аллювиальных дерновых оподзоленных почвах;

3. котловины мелководных озерков в торфяных берегах с торфяным дном, с травяно-кустарничковой растительностью на торфяно-минерально-глеевых почвах по побережью;

4. хорошо дренированные острова-осередки покрытые березово-осиновыми разнотравными лесами на торфяно-минерально-глеевых почвах

Таким образом выделана тенденция к уменьшению площади природных ландшафтов с 3358 км² до 3244 км². или на 3,36%, в то время как общая площадь занимаемая различным антропогенными площадными объектами, выросла на 109,11 км². В это же время, общая численность линейных сооружений 1999 год составила 303 км, а в 2022 –2585 км.

Природные ландшафты характеризуются разной степенью устойчивости к изменениям окружающей среды, связанным в том числе и с техногенным воздействием.

По степени устойчивости, в пределах северного лицензионного участка Приобского месторождения, согласно критериям Г.Е. Вильчека выделенные типы местности можно разделить по геохимической устойчивости – на два вида: малоустойчивые (4 типа местности) и относительно устойчивые (7 типов местности), а согласно биологической устойчивости – три вида: малоустойчивые (3), относительно устойчивые (7) и устойчивые (1) (Приложение 4, 5).

Наибольшие баллы, по обоим видам устойчивости, 28- геохимическая, 19- биологическая, набрал пойменный тип местности. Процент территории, занятый различными техногенными ландшафтами, составляет 3,4% или 43,6 км², а также 885 км автодорог на песчано-минеральной отсыпке и линий коммуникаций, что является самым высоким максимальным показателем площади и длины.

Также высокими оценками отметились придолинно-дренированный тип местности и мелкодолинный тип местности, геохимическая – 28, биологическая -18. На придолинно-дренированы приходится 4,4% площади антропогенных сооружений от общей площади ландшафта типа местности и 33 км линейных сооружений. На мелкодолинный приходится 1,2% площади антропогенных

сооружений от общей площади ландшафта типа местности и 36,5 км линейных сооружений.

Относительно устойчивые как по геохимическим, так и по биологическим показателям, по мимо вышеперечисленных, являются: плоскоместный тип местности, по доле, занимаемой ПАЛ, он находится на втором месте – 4,7% и 169 км линейных сооружений, надпойменной-террасовый тип местности – занимает первое место по доле ПАЛ – 7,5% и 163 км линейных сооружений, минерально-островной тип местности, островной тип местности – 2,3% и 44 км.

Характеристику мало устойчивых по геохимическим и относительно устойчивых по биологическим показателям, продемонстрировал тип местности плоских низинных болот, в которое входит одно урочище, антропогенными ландшафтами занято порядка 2,8 % территории, при этом отсутствуют линейные сооружения.

Самыми низкими показателями устойчивости среди типов местности обладают три типа местности: плоскобугристых верховых болот, грядово-мочажинных и озерного. Каждый из них получил по 17 баллов геохимической устойчивости и 11 баллов биологической устойчивости.

Грядово-мочажинный тип местности, занимает одну из самых больших площадей на всем месторождении, при этом площадь геотехносистем и маргинальных ландшафтов составляет 1,46 % от общей площади, и 515,7 км линейных объектов.

Отношение техногенных ландшафтов к площади плоскобугристых верховых болот составляет 3 %, а длина автодорог на песчано-минеральной отсыпке и линий коммуникаций 425 км. Озерный тип местности не подвержен воздействию антропогенных ландшафтов.

На уровне урочищ также разделяем по геохимической устойчивости на 13 малоустойчивых и 29 относительно устойчивых, по биологической устойчивости – 12 малоустойчивых, 23 относительно устойчивых и 7 устойчивых.

Наибольшей устойчивостью по обоим критериям: 30-геохимическая, 19-биологическая обладает урочище плосковолнистых относительно дренированных, долин рек малых порядков, занятых осоковой растительностью, на аллювиально луговых почвах. На него приходится 5,9% площади антропогенных сооружений от общей площади ландшафта типа местности и 6,9 км линейных сооружений.

Минимальные баллы, 17 – геохимическая и 11 – биологическая получили сразу 10 урочищ, все они относятся к типу местности плоскобугристых верховых болот, грядово-мочажинному типу местности, озерному типу местности. В среднем отношение ПАЛ к общей площади, которые занимают данные урочища, за исключением, того которое относится к озерному типу местности, составляет 1 %, а протяженности линейных сооружений колеблется от 4 км до 293 км.

Таким образом анализ биологической и геохимической устойчивости, ландшафтов разного уровня изучаемых территорий показывает преобладание их общей неустойчивости к антропогенному воздействию. Техногенное воздействие проявляется через загрязнения химическими элементами почв, их низкий самоочистительный потенциал, нарушения почвенного и растительного покрова, при строительстве и других видов хозяйственной деятельности человека связанной с нефтедобычей на данной территории.

Болотистые почвы, являются своеобразным природным сорбентом, образуют геохимический барьер, что приводит к накоплению различных химических веществ, в том числе и нежелательных, в тоже время это сопровождается угнетением растительных сообществ.

При прокладке линейной инфраструктуры территории особое внимание должно уделяться соблюдению природоохранных мероприятий направленных на предупреждение процессов выветривания на окружающей территории и соблюдение пожарных норм и проведение противопожарных мероприятий.

Строительство автодорог и коридоров коммуникаций, ведет к повреждению и трансформации почвенного и растительного покрова.

Особенно сильное значение данный экологический риск имеет значение в пойменных сообществах, это связано с тем, что антропогенная динамика будет направлена на упрощение фитоценозов, а в связи с близкими грунтовыми водами уплотнению грунта, будут возникать постоянные подтопления. Также все это приводит к попаданию различных химических веществ в русла рек, и миграции их на достаточно большие расстояния. На северном лицензионном участке Приобского месторождения как раз и происходит значительное воздействие именно на пойменные ландшафты, при этом они являются самыми устойчивыми среди всех урочищ. В дальнейшем такие нарушения требуют тщательной рекультивации.

Кроме того, особую опасность представляют нефтяные разливы, которые как правило приурочены либо к местам добычи нефти, либо к трубопроводам. Разливы сопровождаются попаданием отравляющих веществ в почву, легкие компоненты опускаются вглубь, при этом тяжелые фракции не позволяют им испаряться. Также образуется пленка, которая не пропускает кислород и солнечную радиацию, что приводит к гибели микрофлоры и растительности

Сооружение большинства площадных объектов, приводит к снятию верхнего почвенного покрова, подтоплению территории, его полное восстановление становится практически невозможным. Сооружение геотехносистем в пределах болотных урочищ, будет приводить к дальнейшим процессам оглеения и заболачивания и трансформации исходных экосистем в болотные.

Вырубка лесов будет приводит к частичному или полному уничтожению растительного покрова, что в свою очередь будет способствовать процессам эрозии и дефляции.

Лесные пожары, также приводят к уничтожению растительного покрова, и как правило к иссушению почвенного покрова, повышается кислотность почв,

усиливается водная и ветровая эрозия. При пожаре из лесной экосистемы вместе с горячим воздухом помимо углерода в виде углекислого газа и сажи выносятся значительное количество других минеральных веществ, находившихся в почве, подстилке, коре и древесине деревьев. Вместе с аэрозольными частицами эти вещества могут переноситься на тысячи километров

На основе геохимической и биологической устойчивости ландшафтов, определенной по методике Г. Е. Вильчика, с учетом доли ПАЛ в природных комплексах на исследуемой территории был рассчитано их соотношение, которая отражает связь между устойчивостью и антропогенной измененностью урочищ. Было выделено пять групп урочищ: с незначительными изменениями, переходный от незначительных изменений к средним, со средними изменениями, переход от средних к наиболее измененным, наиболее измененные (Приложение 6).

К группе с наиболее измененных урочищ, попали 7 ландшафтов которые относятся к пяти урочищам (1. гривистая и сегментно-гривистая центральная пойма с мелкими разноориентированными озерками, старицами и протоками в межгривистых понижениях в комплексе с песчаными пляжами с отдельными прирусловыми хорошо дренированными гривами березово-осиновыми с примесью тополей и ивы лесами на аллювиальных дерновых оподзоленных почвах, покрытые разнотравно-злаковыми лугами на аллювиальные луговые почвы. 2. отдельные крупные хорошо дренированные гривы с березово-осиновыми, со значительной примесью сосны и ивы, лесами на аллювиальных дерновых слоистых почвах с участием пойменного разнотравья на аллювиальных дерновых оподзоленных почвах. 3. плосковолнистые относительно дренированные, долины рек малых порядков, занятые осоковой растительностью, аллювиальных луговых почвах. 4. хорошо дренированные плоскоместные поверхности междуречья, покрытые березово-сосновыми лесами с травяно-моховой растительностью на дерново-подзолистых почвах. 5. относительно дренированные плоскоместные поверхности междуречья,

покрытые лиственницей с примесью сосны и ели лесами с лишайниково-кустарничковой растительностью на дерново-подзолистых почвах) и трем типам местности. Указанные ландшафты, обладают относительной устойчивостью, но имеют наиболее высокие показатели существующей антропогенной нагрузки.

К группе переход от средних к наиболее измененным 18 ландшафтов, которые относятся к 9 урочищам и 5 типам местности (надпойменно-террасовый тип местности, пойменный тип местности, островной тип местности, плоскобугристых верховых болот, плоскоместный тип местности). Как и предыдущие ландшафты, перечисленные выше урочища имеют относительную устойчивость, но при этом имеют и крайне высокую степень нагруженности ПАЛ. Единственные ландшафты которую малоустойчивые относятся к типу местности плоскобугристых верховых болот.

Со средними изменениями – 33 ландшафта которые относятся к 14 урочищам, и 6 типа местности (плоскоместный тип местности, надпойменно-террасовый тип местности, минерально-островной тип местности, придолинно-дренированный тип местности, пойменный тип местности, плоскобугристых верховых болот). Для них характерен разброс значений устойчивости и нагрузки антропогенных ландшафтов

К переходным от незначительных изменений к средним, относятся 100 ландшафтов, среди которых доминирует плоскоместный тип местности, надпойменно-террасовый тип местности и пойменный тип местности. Для них также характерен разброс значений устойчивости и нагрузки антропогенных ландшафтов

С незначительными изменениями 595 ландшафтов, сюда попадают все имеющиеся типы местностей и урочищ.

По территориальному признаку, наибольшее соотношение измеренных территорий к устойчивости ландшафтов, выпадает на южную или левобережную часть месторождения, что во многом обусловлено, благоприятными условиями для возведения сооружений и лесозаготовке, а также там находится, основные

административные сооружения и транспортные узлы. Также значительному воздействию подвергся северо-восточный район месторождения, где также имеются благоприятные условия для возведения сооружений.

Наименьшее соотношения, характерны для слабодренированных территорий, как правило представленных грядово-мочажинным типом местности, так как, данная территория является сложной для застройки и уязвимой к изменениям по геохимической и биологической устойчивости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы были получены следующие выводы:

Ландшафтный метод, благодаря своей комплексности, позволяет лучшим образом проследить динамику антропогенных изменений на территории исследования. В ходе работы были произведено дешифрирование территории северного лицензионного участка Приобского месторождения за каждый год в течение двадцатитрехлетнего периода.

Процесс выявления динамики ландшафтов, при помощи методов дистанционного зондирования, оказался наиболее подходящим для задачи исследования большой территории в разные периоды времени. В процессе дешифрирования использовались разновременные снимки, а также функционал RStudio и ПК ArcGIS.

Изучение динамики ландшафтов при помощи данных дистанционного зондирования Земли с применением способа случайных деревьев, оказался наиболее эффективным и позволил минимизировать временные и трудовые затраты на этот процесс, но возникли и некоторые трудности. К плюсам отнесём скорость, качество дешифрирования, а главным недостатком стал, трудность в отделении одинаковых по спектральной яркости объектов, относящихся к разным классам. Несмотря на этот недостаток, можно сделать вывод, что данный способ легко можно применять и для будущих исследований, связанных с выявлением динамики ландшафтов.

На основе полученных данных были составлены и проанализированы, карты динамики ландшафтов, ландшафтная карта, карта устойчивости ландшафтов.

На изучаемой территории выделено 11 типов местности и 40 урочищ природного характера. Самым большим по занимаемой площади является пойменный (1293 км²) тип местности, наименьшую же площадь занимает тип местности плоских низинных болот (13 км²). Также выделены 4 типа

маргинальных ландшафтов, состоящих из 20 антропогенных урочищ и 3 типа геотехносистем в которые входит 7 антропогенных урочищ.

На северном лицензионном участке Приобского месторождения выявлено усложнение ландшафтной структуры территории, связанное, с появлением ПАЛ не характерных для данной местности, которые замещают естественные ландшафты с разной степенью устойчивости, и что приводит к деградации природных комплексов, к усложнению их дальнейшей рекультивации или невозможности восстановления первоначальных свойств.

Исследуемая территория характеризуется сочетанием относительно устойчивых по геохимическим и устойчивым по биологическим признакам ландшафтов, – 38%, а также распространением малоустойчивых – 37%, относительно устойчивых – 23% природных ландшафтов по геохимическому и биологическому признаку совместно.

В целом на месторождение наблюдается рост антропогенных ландшафтов, за счет естественных, так их общая доля в площади месторождения увеличилась. В 1999 г. на площадные объекты приходилось – 5,11 км², на линейно-транспортные – 385 км, в 2005 г. 21 км² и 735 км, 2011 г. – 48 км² и 1266 км, 2017 г. – 87 км² и 2223 км, 2022 г. – 112 км² и 2579 км соответственно.

Наибольшие площади среди геотехносистем занимает ландшафт кустовых площадок, на песчано-минеральной отсыпке который образуется в результате трансформации естественных ландшафтов при строительстве кустов скважин. Общая площадь в 1999 г. составляла 0,85 км², 2005 г. – 0,9 км², 2011 г. – 11,2 км², 2017 г. – 22,1 км², 2022 г. – 31,6 км². Важно отметить, что развитие можно разделить условно на 4 этапа, на первоначальном этапе с 1999 г. по 2005 г. идет активное освоение левобережной части, где находится относительно устойчивые ландшафты надпойменных террас, на конец периода, на них приходится порядка 74 % от общей площади данного ПАЛ. В период с 2006 г. по 2011 г., активно застраиваются пойменные ландшафты, именно на них приходится основная доля преобразования в кустовые площадки на песчано-минеральной отсыпке – 67%

(за указанный период), при этом данные тип местности относится к категории относительно устойчивых по геохимическому и устойчивому по биологическому индексу. В период с 2012 г. по 2019 г. значительная доля – более 50% приходится на правобережную часть месторождения, в которой основное воздействие оказывается на малоустойчивые ландшафты плоскобугристых верховых и грядово-мочажинных болот. Начиная с 2020 года, происходит равномерное преобразование территории всех имеющихся природных ландшафтов. Стоит отметить, что появление данных антропогенных ландшафтов, происходит за счет, полного уничтожения и замещения природных ландшафтов на территории застройки. Результатами данного процесса является уничтожение почвенного и растительного покрова, а также появление на прилегающей территории нефтяных разливов что приводит к попаданию в почвы различных химических элементов, не свойственных им и деградации самих почв с растительным покровом.

Среди маргинальных ландшафтов, наибольшие площади заняты вырубочно-деграссионными ландшафтами, так в 1999 г. их площадь равнялась 1,7 км², 2005 г. – 1,89 км², 2011 г. – 8 км², 2017 г. – 26,4 км², 2022 – 32,7 км². В данном случае можно отметить, что в течение всего периода исследования новые вырубочно-деграссионные ландшафты появлялись равномерно среди надпойменно-террасового и плоскоместного типа местности, которые относятся к категории относительно устойчивых по обоим признакам. В процессе рубки леса частично или полностью уничтожается растительность, особенно древесного яруса, подвергается сильному механическому повреждению почвенный покров, это приводит к снижению устойчивости территории, эрозии почв, изменение среды обитания фауны.

Также среди маргинальных ландшафтов особого внимания заслуживают нарушения, к ним относится такой тип ландшафтов как подтопления. Они возникают в результате строительства антропогенных сооружений главным образом автодорог. В 1999 г. не обнаружено ни одного подтопления вызванного

антропогенным изменением, в 2005 г. площадь подтоплений составила – 0,3 км², 2011 г. – 4,5, 2017 г. – 6,4 км², 2022 – 6,9 км². За этот же период общая протяжённость дорог увеличилась с 200 км до 1213 км. Подавляющее большинство – 87% приходится на пойменные ландшафты, которые являются самыми устойчивыми на нашей территории (относительно устойчивыми по геохимическому и устойчивыми по биологическому индексу). Интересным фактом, является отсутствие подтоплений на территории болотных ландшафтов, в отличие от территории пойменных ландшафтов, что говорит о качественном инженерном проектировании на данном участке. Подтопления приводят к угнетению растительных сообществ, почвы переувлажняются, уменьшается устойчивость территории.

В целом стоит отметить что наибольшее воздействие геотехносистем и маргинальных ландшафтов приходится именно на самые устойчивые ландшафты: надпойменно-террасовый, плоскоместный, придолинно-дренированный и пойменный типы местности, в каждом из них доля ПАЛ составляет более 3%. Но несмотря на это нагрузку на данные типы ландшафтов относительно их устойчивости можно оценить, как крайне высокую. Такая закономерность возникает из-за малой устойчивости иных естественных ландшафтов и сложностью их освоения, так как в основном это различные болотные урочища.

Важно сказать, что по мере осваивания месторождения, можно проследить как воздействие человека со временем переходит с левобережной части месторождения на правобережную, и только последние три года идет относительно равномерная застройка всей территории. Также стоит отметить, что происходит увеличение доли маргинальных ландшафтов относительно геотехносистем.

Основываясь на всем вышесказанном, прослеживается тенденция к дальнейшему активному росту ПАЛ, это будет способствовать возрастанию интенсивности воздействия на естественные ландшафты, что в будущем

приведет к значительным финансовым и трудовым затратам для частичного восстановления природных комплексов и их функционала.

Исходя из результатов нашей работы можно говорить об актуальности данной темы и возможности использования данного опыта в работе с другими месторождениями

Таким образом в ходе работы были подтверждены защищаемые положения, достигнута поставленная цель и решены задачи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абалаков А.Д., Лопаткин Д.А. Устойчивость ландшафтов и ее картографирование. //Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». 2014. Т.8 .С. 2-14. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_21797401_37622048.pdf (дата обращения: 04.05.2023).
2. Альтемиров Д. В. Характеристика Приобского нефтяного месторождения // Молодой ученый. 2017. № 3 (137). С. 204-207.
3. Беленко В.В. Теоретические основы исследования природных ландшафтов по материалам аэрокосмических съемок и наземных экологических обследований Москва: Изд-во «Спутник +», 2016. 123 с.
4. Вильчек Г.Е. Устойчивость тундровых экосистем и прогнозирование последствий их антропогенной трансформации. // Известия РАН. Серия Географическая. 1995. №3. С. 59-69.
5. Breiman L. Random forests // Machine learning. 2001. №. 1. P. 5–32.
6. Дистанционное зондирование Земли — Российские космические системы: [сайт]. URL: <http://russianspacesystems.ru/bussines/dzz/> (дата обращения: 10.05.2022).
7. Дьяконов К.Н., Касимов Н.С., Тикунов В.С. Современные методы географических исследований: учебное пособие. Москва: Просвещение, АО «Учеб. лит», 1996. 207 с.
8. Егоров А.П. Картографический анализ антропогенной нарушенности территории в газопромысловых районах (на примере Уренгойского НГКМ). URL: <http://supergeograf.narod.ru/statii/statii9.htm#> (дата обращения: 20.04.2021).
9. Зубков И.А. Скрипачев В.О. Применение алгоритмов неконтролируемой классификации при обработке ДЗЗ. //Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2007. Т.4. № 1. С.57-62. URL: http://d33.infospace.ru/d33_conf/vol1/057-062.pdf (дата обращения: 10.02.2021).

10. Идрисов И.Р., Козин В.В., Маршинин А.В., Марьинских Д.И. Полимасштабное ландшафтное картографирование территории Тюменской области как геоинформационная основа для организации ландшафтного планирования, рационального природопользования и регионального устойчивого развития. // ИНТЕРКАРТО. ИНТЕРГИС 2016. Т 22. № 1. С. 233-245.
11. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. Москва: Высшая школа, 1991. 366 с.
12. Исаченко А.Г. Физико-географическое картирование. Ч.3 Ландшафтная съемка и составление ландшафтных карт. Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1961. 268 с.
13. Казаков Л.К. Классификации систем природопользования и природно-антропогенных ландшафтов // Вестник экологического образования в России. 2015. Т.3. №73. С. 26-29.
14. Карманов А. Г., Кнышев А.И., Елисеева В.В. Геоинформационные системы территориального управления. Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015. 121 с.
15. Книжников Ю.Ф., Кравцов В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований: учебник. Москва: Издательский центр «Академия», 2011. 416 с.
16. Козин В.В. Ландшафтно-экологическая среда Западной Сибири: учебное пособие. Ч. I. Ямало-Гыданская область. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2007. 144 с.
17. Козин В.В., Маршинин А.В., Осипов В.А. Техногенные системы и экологический риск: учебное пособие. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2008. 256 с.
18. Красовская Т.М. Природопользование Севера России: социокультурный и эколого-экономический анализ: дис...д-ра геогр. наук Москва, 2005. 250 с.

19. Кузнецова Э.А. Экологическая оценка ландшафтов нефтегазового региона //Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т.27. № 3. С. 130-133. URL: file:///D:/ЗАГРУЗКИ/ekologicheskaya-otsenka-landshaftov-neftegazovogo-regiona%20(1).pdf (дата обращения: 10.02.2021).

20. Купенова Э.М., Кашницкий А.В. Метод случайных лесов в задачах классификации спутниковых снимков //Вестник ТвГУ. Серия «География и Геоэкология». 2018. № 3. С. 99-107.

21. Малышева Н.В. Автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений лесных насаждений. Москва: Московский гос. ун-т леса, 2012. 154 с. URL: https://istina.msu.ru/media/publications/book/cc7/17e/9010935/Posobie_DM_v_lesnom_hozyajstve.pdf (дата обращения: 10.02.2023).

22. Марьинских Д.М. Ландшафтно-экологический анализ территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения: специальность 25.00.23 Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов: дис... канд. географ. наук. Тюмень, 2003. 218 с.

23. Москвина Н.Н., Жегалина Л.Ф., Кунгурцев С.А., Князьков А.С. Методы анализа антропогенных ландшафтов Ханты-Мансийского автономного округа – ЮГРЫ // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития. Материалы XII Международной ландшафтной конференции. Тюмень: Тюменский государственный ун-т, 2017. С. 460-463.

24. Мильков Ф.Н. Физическая география: учение о ландшафте и географическая зональность. Воронеж: ВГУ, 1986. 328 с.

25. Мильков Ф. Н. Ландшафтная сфера Земли. Москва: Мысль, 1970. 208 с.

26. Мильков Ф.Н. Естественно-антропогенные ландшафты как особая категория природных комплексов // Антропогенные ландшафты: структура, методы и прикладные аспекты их изучения. Воронеж : ВГУ, 1988. С. 4-13.

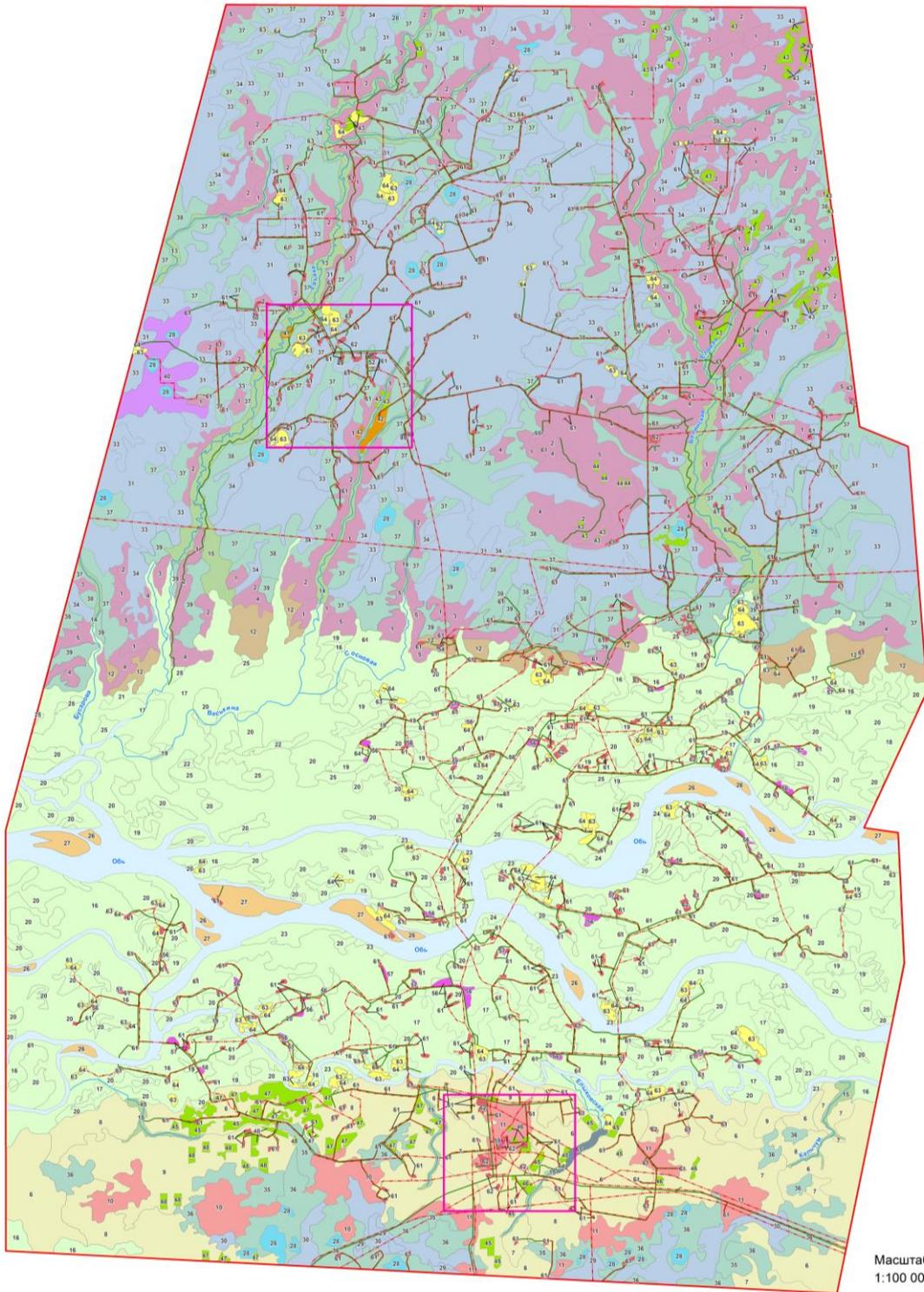
27. Некрасов А. И., Клинова Э.А., Соколовских А.П. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200000. Издание второе. Серия Западно-Сибирская. Подсерия Тюменско-Салехардская. Объяснительная записка. Москва: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2018. 123 с.
28. Николаев В.А. Ландшафтоведение и земледелие // Структура, функционирование, эволюция природных и антропогенных ландшафтов: тезисы конференции 16-19 октября 1997 г. Москва – Санкт-Петербург, 1997. С. 24-28.
29. Николаев В.А. Ландшафтоведение. Москва; Изд-во МГУ, 2006. 208с.
30. Озгелдинова Ж.О. Мукаев Ж.Т., Оспан Г.Т. Оценка потенциала устойчивости геосистем в условиях антропогенных воздействий (на примере бассейна реки Сарысу) // Гидрометеорология и экология. 2020. № 3. С. 19-32. URL: [file:///D:/ЗАГРУЗКИ/otsenka-potentsiala-ustoychivosti-geosistem-v-usloviyah-antropogennyh-vozdeystviy-na-primere-basseyna-reki-sarysu%20\(1\).pdf](file:///D:/ЗАГРУЗКИ/otsenka-potentsiala-ustoychivosti-geosistem-v-usloviyah-antropogennyh-vozdeystviy-na-primere-basseyna-reki-sarysu%20(1).pdf) (дата обращения: 11.05.2023).
31. Панарин В.А., Панарин Р.В. Применение космических снимков в муниципальном управлении урбанизированных территорий для задач территориального планирования // Геоматика. 2009. № 3. С. 40-45. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_22298137_93966805.pdf (дата обращения: 11.06.2022).
32. Полякова О.А., Проскурня Н.В. Дешифрирование и его назначение. // COLLOQUIUM-JOURNAL. 2019. № 3-2 (27). С. 64-65. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_36990660_32653481.pdf (дата обращения: 05.03.2022).
33. Преображенский В.С., Мухина Л.И. Современные ландшафты как природно-антропогенные системы // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1984. №1. С.19 - 27.

34. Природопользование на Северо-Западе Сибири: Опыт решения проблем: коллективная монография / под ред. В.В. Козина, В.А. Осипова. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 1996. 168 с.;
35. Природа, техника, геотехнические системы / отв. ред. В.С. Преображенский. – Москва : Наука, 1978. 151 с.
36. Random Forest, метод главных компонент и оптимизация гиперпараметров [сайт]. URL: https://totalhub.ru/id36/wall-2326659_Random_Forest_metod_glavnyh_komponent_i_optimizaciya_giperparametrov/ (дата обращения: 02.05.2021)
37. Реймерс Н.Ф. Природопользование (словарь-справочник) Москва: Мысль, 1990. 637 с.
38. Савиных В.В., Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. Москва: Картгеоцентр – Геодезиздат, 2001. 228 с.
39. Салаватов С. Ю. Гидрогеология Приобского нефтяного месторождения ХМАО непосредственный // Молодой ученый. 2017. № 2 (136). С. 225-228.
40. Сваровская Л. И., Ященко И.Г., Алтунина Л.К. Геоинформационные технологии для мониторинга антропогенного воздействия продуктов сжигания попутного нефтяного газа на окружающую среду. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2014. № 6 С. 41-45.
41. Солнцев Н. А. Учение о ландшафте. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 2001. 382 с.
42. Сорокин Р.В. Ландшафтно-экологическая среда лесотундровой и таежной зон Западной Сибири: оценка для практики газопромыслового и нефтепромыслового освоения: специальность 25.00.23 Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов: автореферат дис... канд. географ. наук. Томск, 2011. 14 с.

43. Тугарева А.В., Мороз М.Л. Гранитоидный магматизм в пределах Фроловской мегавпадины Западной Сибири // Нефть и газ. 2018. № 6. С. 33-38. URL: <https://tumnig.tyuiu.ru/jour/article/view/670/664> (дата обращения: 02.09.2022)
44. Физико-географический атлас мира. Академия наук СССР и Главное управление геодезии и картографии ГГК СССР. Москва, 1964
45. Хабаров Д.А., Адиев Т.С., Попова О.О., Чугунов В.А., Кожевников В.А. Анализ современных технологий дистанционного зондирования Земли // Московский экономический журнал. 2019. №1. С.181-189
46. Хромых В.С. Некоторые теоретические вопросы изучения динамики ландшафтов // Вестник Томского государственного университета. 2007. № 298. С. 198-207.
47. Чандра А. М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Москва: Техносфера, 2008. 312 с
48. Шпильман В. И. Солопахина Л.А., Пятков В.И. Новая тектоническая карта центральных районов Западной Сибири // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО: материалы второй науч.-техн. конф. Ханты-Мансийск: 1999. С. 96–115.
49. Шумаков Ф.Т., Толстохатко В.А., Малец А.Ю. Классификация космических снимков с использованием методов кластерного анализа // Восточно-европейский журнал передовых технологий. 2011. № 4(51). С. 58-62
50. Электронный каталог геологических документов – Российский Федеральный Геологический Фонд [сайт] URL: <https://rfgf.ru/catalog/docview.php?did=eb1350741bdadb1b0a18937923928af1> (дата обращения 10.06.2021)
51. Rdocumentation [сайт] URL: <https://www.rdocumentation.org>
52. The Comprehensive R Archive Network [сайт] URL: <https://cran.r-project.org>
53. Github Sites [сайт] URL: <https://topepo.github.io>

ПРИЛОЖЕНИЯ

Ландшафтная карта северного лицензионного участка Приобского месторождения



Масштаб:
1:100 000

Условные обозначения

- | | | | |
|---|---|--|---|
| <p>Природные ландшафты</p> <ul style="list-style-type: none"> Плоскостный тип местности Надпойменно-террасовый тип местности Минерально-островной тип местности Придолинно-дренированный тип местности Мелкодолинный тип местности Пойменный тип местности | <ul style="list-style-type: none"> Островной тип местности Озёрный тип местности Грядово-мочажинный тип местности Плоскобугристых верховых болот Плоских низинных болот <p>Маргинальные ландшафты</p> <ul style="list-style-type: none"> Пирогенно-дегрессионный | <ul style="list-style-type: none"> Вырубочно-дегрессионный Нефтяные разливы Подтопления <p>Геотехносистемы</p> <ul style="list-style-type: none"> Нефтегазопромысловые Карьерно-отвалный Гидрологические сооружения | <ul style="list-style-type: none"> Автодорога на песчано-минеральной отсыпке Коридор коммуникаций, сопровождаемый продольной вырубкой <p>Гидрография</p> <ul style="list-style-type: none"> Руслу рек малого порядка Руслу рек крупного порядка <ul style="list-style-type: none"> Граница лицензионного участка Границы карт врезок (приложение 2,3) <p>Описание урочищ согласно индексам, представлены отдельными листами</p> |
|---|---|--|---|

Условные обозначения

Природные ландшафты

Плоскоместный тип местности

1. Относительно дренированные плоскоместные поверхности междуречья, покрытые сосново-лиственничными лесами и лишайниково-кустарничковой растительностью на дерново-подзолистых почвах.

2. Относительно дренированные плоскоместные поверхности междуречья, покрытые лиственницей с примесью сосны и ели лесами с лишайниково-кустарничковой растительностью на дерново-подзолистых почвах

3. Хорошо дренированные плоскоместные поверхности междуречья, покрытые сосновой растительностью с примесью кедра и лиственницы лесами травяно-мохово-кустарничковой растительностью на дерново-подзолистых почвах

4. Хорошо дренированные плоскоместные поверхности междуречья, покрытые березово-сосновыми лесами с травяно-моховой растительностью на дерново-подзолистых почвах

5. Относительно дренированные плоскоместные поверхности междуречья, покрытые сосновыми с кедром и лиственницей лишайниково-кустарничково-сфагновыми лесами на подзолистых почвах.

Надпойменно-террасовый тип местности

6. Хорошо дренированные плосковолнистые поверхности надпойменных террас и краевые части склонов к поймам рек, расчлененные овражно-балочной сетью с осиново-березовыми с примесью ели мелкотравно-зеленомошными лесами на дерново-подзолистых почвах.

7. Хорошо дренированные плосковолнистые поверхности террас, расчлененные овражно-балочной сетью с осиново-березовыми, с примесью сосны и кедра, мелкотравно-бруснично-зеленомошными лесами на дерново-подзолистых почвах.

8. Хорошо дренированные плоскостные поверхности террас и краевые части склонов к поймам рек, расчлененные овражно-балочной сетью, березой с примесью осины и кедра мелкотравно-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах

9. Хорошо дренированные плоскостные поверхности террас и краевые части склонов к поймам рек, расчлененные овражно-балочной сетью, покрытые березово-кедровыми с примесью осины сосны и кедра лесами и мелкотравно-зеленомошной растительностью на подзолистых иллювиально-железистых почвах.

Минерально-островной тип местности

10. Относительно дренированные отдельные повышения среди болотных массивов с плоскобугристыми болотами, покрытые березовыми с примесью осины и кедра лесами и мелкотравно-зеленомошной растительностью на дерново-подзолистых почвах

11. Относительно дренированные отдельные повышения среди болотных массивов с плоскобугристыми болотами, покрытые осиново-березовыми с примесью сосны и кедра лесами и мелкотравно-зеленомошной растительностью на дерново-подзолистых почвах

Придолинно-дренированный тип местности

12. Относительно дренированные плоскоместные придолинные поверхности с небольшим количеством мелких озерков покрытые берёзово-сосновым с примесью лиственницы лесом зеленомошно-мелкотравно-кустарничковой растительностью на дерново-подзолистых почвах.

Мелкодолинный тип местности

13. Плоскоместные, относительно дренированные долины рек малых порядков с сосново-лиственничными лесами с травяно-мохово-кустарничковой растительностью на подзолисто-аллювиальных почвах.

14. Плоскоместные, относительно дренированные долины рек малых порядков с березово-сосновыми лесами с травяно-бруснично-кустарничковой растительностью на подзолисто-аллювиальных почвах

15. Плоскостные относительно дренированные, долины рек малых порядков, занятые осоковой растительностью, аллювиальных луговых почвах.

Пойменный тип местности

16. Гривистая и сегментно-гривистая центральная пойма с мелкими разноориентированными озерками, старицами и протоками в межгривистых понижениях в комплексе с песчаными пляжами с отдельными прирусловыми хорошо дренированными гривами березово-осиновыми с примесью тополей и ивы лесами покрытые разнотравно-злаковыми лугами на аллювиальные луговые почвы.

17. Гривистая и сегментно-гривистая центральная пойма с мелкими разноориентированными озерками, старицами и протоками в межгривистых понижениях с отдельными прирусловыми хорошо дренированными гривами, покрытыми березовыми с значительной примесью ивы и сосны лесами и вейниково-канареечниковыми лугами на аллювиальные луговые почвы.

18. Мелкогривисто-волнистая, пойма с небольшими хорошо дренированными гривами вдоль протоков и с подболоченными лугами в межгривистых понижениях разнотравно-злаково-канареечниковые по гривам и осоковыми и осоково-вейниковыми лугами на аллювиальных луговых почвах в межгривных понижениях.

19. Затапливаемые, слабодренированные волнисто-западинные части центральной поймы с большим количеством крупных и мелких протоков, с мелкими озерками и старицами, покрытые осоковыми лугами на аллювиальных лугово-болотных почвах.

20. Затапливаемые волнисто-западинные относительно дренированные центральные поймы с большим количеством крупных и мелких протоков,

покрытые вейниково-канареечниковыми лугами на аллювиальных луговых почвах.

21. Отдельные, хорошо дренированные, вытянутые гривы (=15-20 км) с разреженными березово-сосновыми, со значительной примесью ивы, лесами на аллювиальных дерновых слоистых почвах с участием пойменного разнотравья на аллювиальных дерновых оподзоленных почвах.

22. Отдельные хорошо дренированные, вытянутые гривы (=1-15 км) с разреженными березово-сосновыми, со значительной примесью ивы, лесами на аллювиальных дерновых слоистых почвах с участием пойменного разнотравья на аллювиальных дерновых оподзоленных почвах.

23. Хорошо дренированные гривы, покрытые осиново-берёзовыми лесами с примесью ивы, зеленомошно-мелкотравной растительностью на аллювиальных дерновых оподзоленных почвах.

24. Хорошо дренированные гривы, покрытые березово-сосновыми лесами с примесью осины и ели, зеленомошно-мелкотравной растительностью на аллювиальных дерновых оподзоленных почвах.

25. Отдельные крупные хорошо дренированные гривы с березово-осиновыми, со значительной примесью сосны и ивы, лесами на аллювиальных дерновых слоистых почвах с участием пойменного разнотравья на аллювиальных дерновых оподзоленных почвах.

Островной тип местности

26. Хорошо дренированные острова-осередки покрытые березово-осиновыми разнотравными лесами на торфяно-минерально-глеевых почвах.

27. Подтапливаемые острова-осередки, хорошо дренированные покрытые березой с примесью ивы лесами и разнотравной растительностью на торфяно-минерально-глеевых почвах.

Озёрный тип местности

28. Котловины мелководных озерков в торфяных берегах с торфяным дном, с травяно-кустарничковой растительностью на торфяно-минерально-глеевых почвах по побережью

Грядово-мочажинный тип местности

29. Заболоченные поверхности плоскостных надпойменных террас с грядово-мочажинно-озерковыми болотами, покрытыми зеленомошно-мелкотравной растительностью по грядам и травяно-кустарничковой по мочажинам и межозерным понижениям, на болотно-торфяных почвах.

30. Заболоченные поверхности плоскостных надпойменных террас с грядово-мочажинными болотами, покрытыми зеленомошно-мелкотравной растительностью по грядам и травяно-кустарничковой по мочажинам на болотно-торфяных почвах.

31. Заболоченные плоскостные поверхности междуречья грядово-мочажинно-озерковыми болотами с травяно-кустарничковой растительностью по мочажинам и межозерным понижениями и мелкотравно-кустарничковой растительностью по грядам на болотно-торфяных почвах.

32. Заболоченные поверхности междуречья с грядово-озерковыми болотами покрытые травяно-кустарничковой растительностью по мочажинам покрытые угнетенной сосной и лиственницей кустарниково-сфагновой растительностью по грядам на торфяных почвах

33. Заболоченные плоскостные поверхности междуречья с грядово-мочажинными болотами с мелкотравно-кустарничковой растительностью по мочажинам и с травяно-кустарничковой растительностью по грядам на болотно-торфяных почвах.

34. Заболоченные плоскостные поверхности междуречья с грядово-мочажинными болотами с травяно-кустарничковой растительностью по мочажинам и кустарниково-сфагновой растительностью по грядам на болотно-торфяных почвах.

Плоскостных верховых болот

35. Заболоченные поверхности надпойменных террас с плоскобугристыми верховыми болотами, покрытыми зеленомошно–мелкотравно-кустарничковой растительностью на болотных торфяных или торфянистых почвах

36. Заболоченные поверхности надпойменных террас с плоскобугристыми верховыми болотами, покрытыми угнетенной осиной и березой, с зеленомошно–мелкотравно-кустарничковой растительностью на болотных торфяных или торфянистых почвах

37. Заболоченные поверхности междуречья с плоскобугристыми болотами, покрытые угнетенной сосной с травяно-кустарничковой растительностью на торфяно-болотных почвах.

38. Заболоченные поверхности междуречья с плоскобугристыми болотами, покрытые угнетенной сосной с кустарничково-сфагновой растительностью на торфяно-болотных почвах

39. Заболоченные поверхности междуречья с плоскобугристыми болотами, покрытые угнетенной сосной с осоково-сфагновой растительностью на торфяно-болотных почвах

Плоских низинных болот

40. Заболоченные поверхности междуречья с сезоннопромерзающими топяными болотами, с озерами покрытые травяно-моховой растительностью на болотных торфяных или торфянистых почвах

Маргинальные ландшафты

Пирогенно-деграссионный

41. Плоскоместные, относительно дренированные долины рек малых порядков с поврежденными пирогенными процессами сосново-лиственничными лесами с травяно-мохово-кустарничковой растительностью на подзолисто-аллювиальных почвах.

42. Относительно дренированные плоскоместные поверхности междуречья, покрытые поврежденными теми процессами сосново-

лиственничными лесами и лишайниково-кустарничковой растительностью на дерново-подзолистых почвах.

Вырубочно-деградационный

43. Относительно дренированные плоскоместные поверхности междуречья, покрытые лишайниково-кустарничковой растительностью на дерново-подзолистых почвах, на местах сплошных вырубок.

44. Относительно дренированные плоскоместные поверхности междуречья, покрытые лишайниково-кустарничково-сфагновыми лесами на подзолистых почвах, на местах вырубок.

45. Хорошо дренированные плосковолнистые поверхности надпойменных террас и краевые части склонов к поймам рек, расчлененные овражно-балочной сетью с мелкотравно-зеленомошными лесами на дерново-подзолистых в местах выборочных вырубок.

46. Хорошо дренированные плосковолнистые поверхности террас, расчлененные овражно-балочной сетью с мелкотравно-бруснично-зеленомошными лесами на дерново-подзолистых почвах, в местах сплошных вырубок.

47. Хорошо дренированные плосковолнистые поверхности террас и краевые части склонов к поймам рек, расчлененные овражно-балочной сетью с мелкотравно-зеленомошными лесами на подзолистых иллювиально-железистых почвах, в местах выборочных вырубок

48. Хорошо дренированные плосковолнистые поверхности террас и краевые части склонов к поймам рек, расчлененные овражно-балочной сетью, покрытые мелкотравно-зеленомошной растительностью на подзолистых иллювиально-железистых почвах, в местах сплошных вырубок

Нефтяные разливы

49. Заболоченные плоскоместные поверхности междуречья, загрязненные нефтяным разливом грядово-мочажинно-озерковыми болотами с травяно-кустарничковой растительностью по мочажинам и межозерным понижениями и

мелкотравно-кустарничковой растительностью по грядам на болотно-торфяных почвах.

50. Заболоченные плоскоместные поверхности междуречья, загрязненные нефтяным разливом с грядово-мочажинными болотами с мелкотравной-кустарничковой растительностью по мочажинам и с травяно-кустарничковой растительностью по грядам на болотно-торфяных почвах.

51. Заболоченные плоскоместные поверхности междуречья, загрязненные нефтяным разливом, с грядово-мочажинными болотами с травяно-кустарничковой растительностью по мочажинам и кустарниково-сфагновой растительностью по грядам на болотно-торфяных почвах.

52. Заболоченные поверхности междуречья, загрязненные нефтяным разливом, с плоскобугристыми болотами, покрытые угнетенной сосной с травяно-кустарничковой растительностью на торфяно-болотных почвах.

53. Заболоченные поверхности междуречья, загрязненные нефтяным разливом, с плоскобугристыми болотами, покрытые угнетенной сосной с осоково-сфагновой растительностью на торфяно-болотных почвах

54. Относительно дренированные загрязненные нефтяным разливом, плоскоместные придолинные поверхности с небольшим количеством мелких озерков покрытые берёзово-сосновым с примесью лиственницы лесом зеленомошно-мелкотравно-кустарничковой растительностью на дерново-подзолистых почвах.

55. Хорошо дренированные загрязненные нефтяным разливом, плоскоместные поверхности междуречья, покрытые березово-сосновыми лесами с травяно-моховой растительностью на дерново-подзолистых почвах

Подтопления

56. Подтопления, вызванные строительством промышленных объектов, покрытые вейниково-канареечниковыми лугами на аллювиальных луговых почвах.

57. Подтопления, вызванные строительством промышленных объектов, покрытые березово-осиновыми с примесью тополей и ивы лесами покрытые разнотравно-злаковыми лугами на аллювиальные луговые почвы.

58. Подтопления, вызванные строительством промышленных объектов, покрытые осоковыми лугами на аллювиальных лугово-болотных почвах.

59. Подтопления, вызванные строительством промышленных объектов, покрытые осиново-березовыми с примесью сосны и кедра лесами и мелкотравно-зеленомошной растительностью на дерново-подзолистых почвах

60. Подтопления, вызванные строительством промышленных объектов, покрытые угнетенной сосной с травяно-кустарничковой растительностью на торфяно-болотных почвах.

Геотехносистемы

Нефтегазопромисловы

61. Кустовые площадки на песчано-минеральной отсыпке.

62. Объекты поддерживающей инфраструктуры на песчано-минеральной отсыпке.

Карьерно-отвалный

63. Гидронамывной карьер в песчаных берегах

64. Штабель гидронамывного карьера на песчано-минеральной отсыпке.

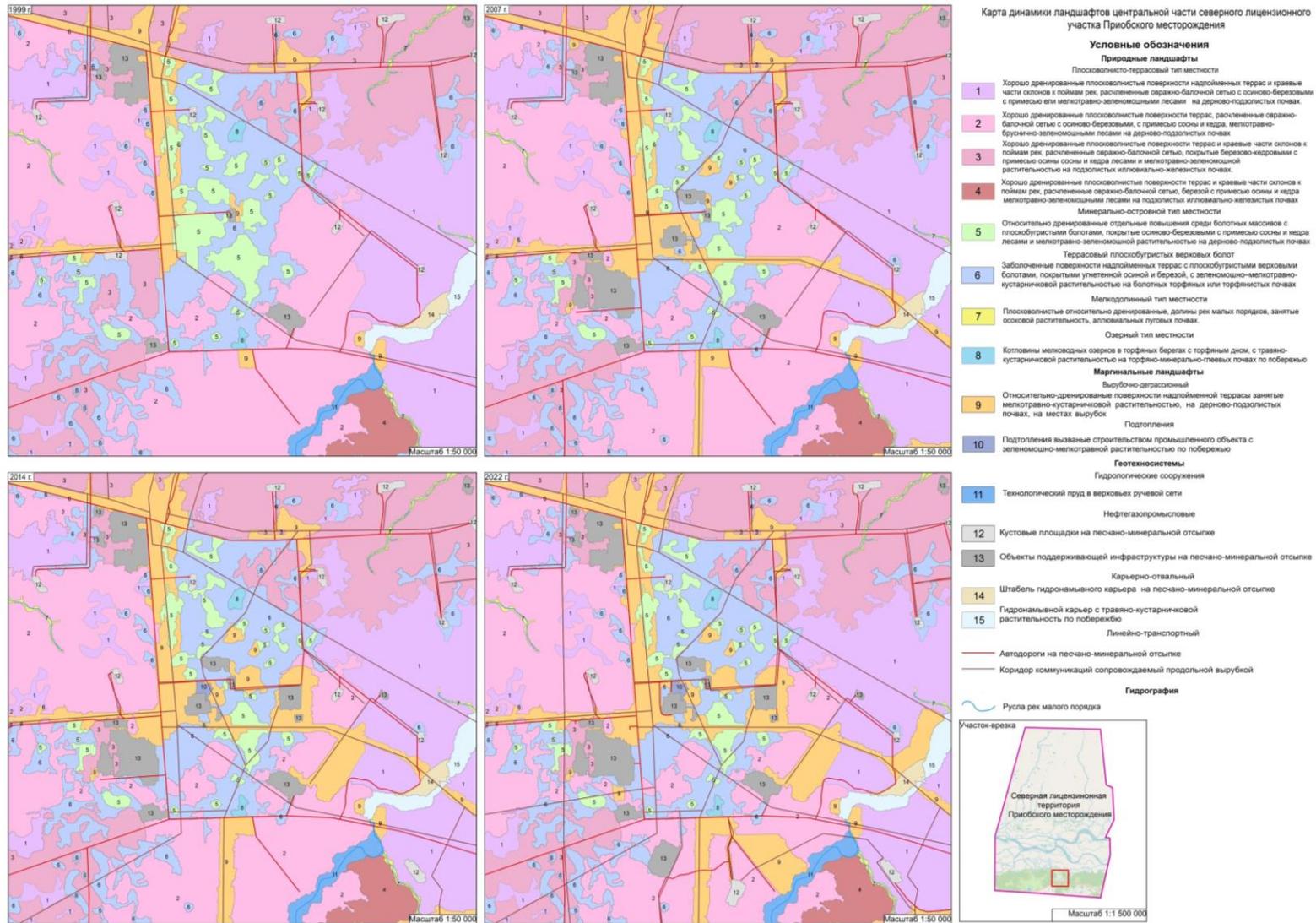
Гидрологические сооружения.

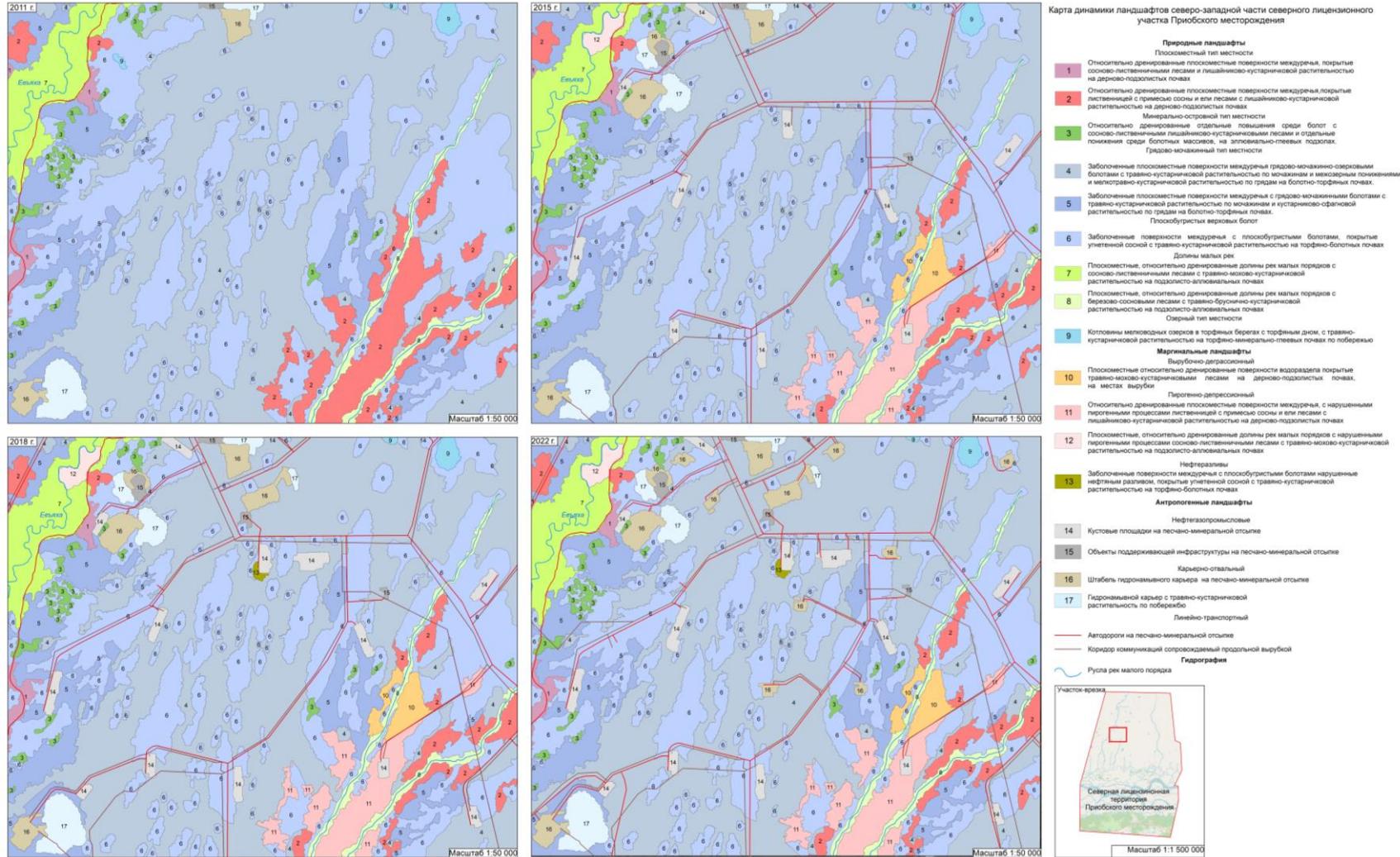
65. Технологический пруд в пределах долины рек малого порядка

Линейно-транспортный

66. Автодорога на песчано-минеральной отсыпке.

67. Коридор коммуникаций, сопровождаемый продольной вырубкой





Оценка устойчивости северного лицензионного участка Приобского
месторождения

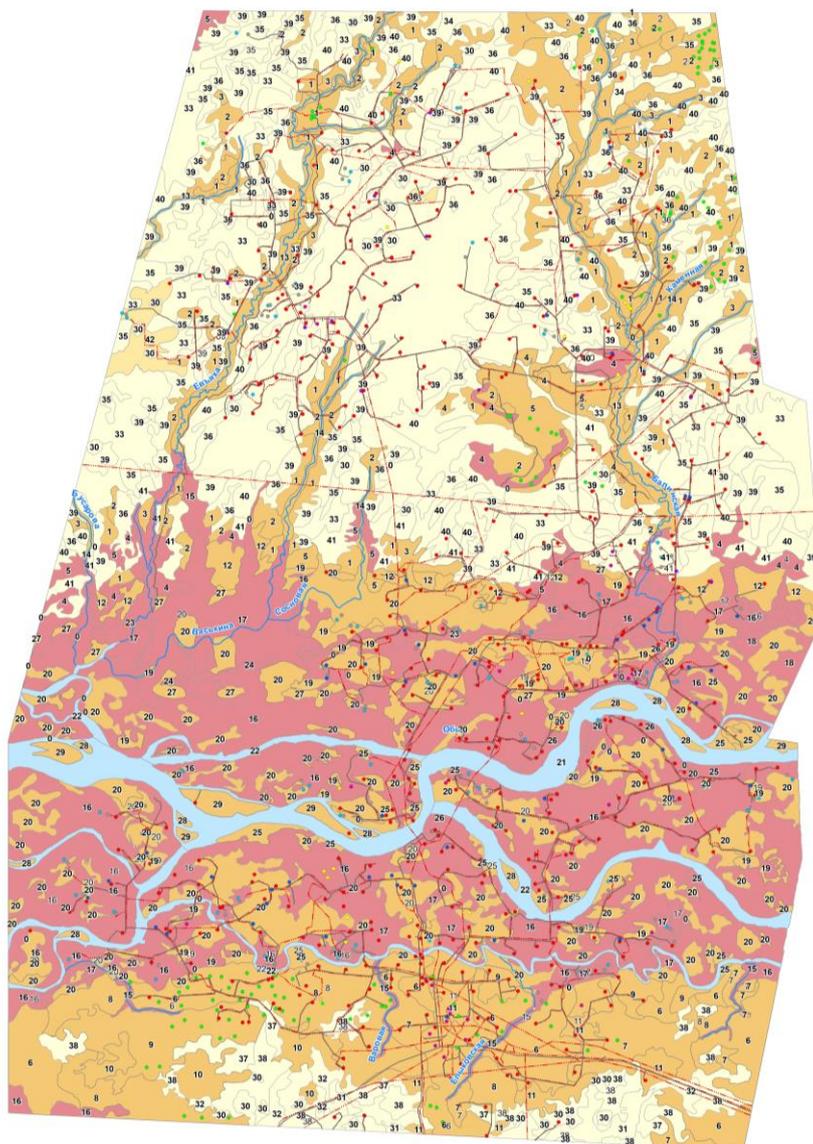
Ландшафт*	Геохимическая устойчивость	Биологическая устойчивость	Геохимическая оценка	Биологическая оценка
Плоскоместный тип местности	27	17	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
1	27	17	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
2	27	17	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
3	24	14	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
4	28	19	Относительно устойчивые	Устойчивые
5	28	19	Относительно устойчивые	Устойчивые
Надпойменной- террасовый тип местности	27	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
6	28	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
7	28	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
8	26	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
9	26	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
Минерально- островной тип местности	27	17	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
10	28	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
11	27	17	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
Придолинно- дренированный тип местности	28	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
12	28	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
Мелкодолинный тип местности	28	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
13	27	17	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
14	28	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые

15	30	19	Относительно устойчивые	Устойчивые
Пойменный тип местности	28	19	Относительно устойчивые	Устойчивые
16	29	19	Относительно устойчивые	Устойчивые
17	29	19	Относительно устойчивые	Устойчивые
18	29	19	Относительно устойчивые	Устойчивые
19	28	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
20	28	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
23	27	20	Относительно устойчивые	Устойчивые
24	27	20	Относительно устойчивые	Устойчивые
25	28	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
26	27	20	Относительно устойчивые	Устойчивые
27	28	18	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
Островной тип местности	23	15	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
28	23	15	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
29	23	15	Относительно устойчивые	Относительно устойчивые
Озерный тип местности	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые
30	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые
Грядово-мочажинный тип местности	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые
31	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые
32	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые
33	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые
34	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые
35	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые
36	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые
Тип местности плоскобугристых верховых болот	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые
37	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые
38	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые
39	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые
40	17	11	Малоустойчивые	Малоустойчивые

41	18	12	Малоустойчивые	Малоустойчивые
Тип местности плоских низинных болот	19	14	Малоустойчивы е	Относительно устойчивые
42	19	14	Малоустойчивые	Относительно устойчивые

*Цифрами обозначены индексы урочищ с карты [Приложение 1]

Карта ландшафтов по степени геохимической и биологической устойчивости



Масштаб:
1:200 000

Условные обозначения

Группы ландшафтов по степени геохимической / биологической устойчивости

- Малоустойчивые/Малоустойчивые
- Малоустойчивые/Относительно устойчивые
- Относительно устойчивые/Относительно устойчивые
- Относительно устойчивые/Устойчивые

Русла рек крупного порядка

Русла рек малого порядка

Маргинальные ландшафты

- Вырубочно-деграссионный
- Пирогенно-деграссионный
- Подтопления
- Нефтеразливы

Геотехносистемы

- Гидронамывный карьер в песчаных берегах
- Штабель гидронамывного карьера на песчано-минеральной отсыпке.
- Технологический пруд в пределах долины рек малого порядка
- Объекты поддерживающей инфраструктуры на песчано-минеральной отсыпке
- Кусты скважен на песчано-минеральной отсыпке

Линейно-транспортный

- Автодорога на минерально-песчаной отсыпке
- Коридор коммуникаций, сопровождающийся продольной вырубкой

Обозначения индексов урочищ представлены отдельно (приложение 1)

Карта соотношения устойчивости и антропогенной нагрузки
северного лицензионного участка Приобского месторождения



Масштаб:
1:200 000

Условные обозначения

Соотношение устойчивости и нагрузки антропогенных ландшафтов

- С незначительными изменениями
- Переходный от незначительных изменений к средним
- С средними изменениями
- Переход от средних к наиболее измененным
- Наиболее измененные

Маргинальные ландшафты

- Вырубочно-деграссионный
- Пирогенно-деграссионный
- Подтопления
- Нефтеразливы

Геотехносистемы

- Гидронамывной карьер в песчаных берегах
- Штабель гидронамывного карьера на песчано-минеральной отсыпке.
- Технологический пруд в пределах долины рек малого порядка
- Объекты поддерживающей инфраструктуры на песчано-минеральной отсыпке
- Кусты скважен на песчано-минеральной отсыпке

Линено-транспортный

- Автодорога на песчано-минеральной отсыпке
- Коридор коммуникаций, сопровождаемый продольной вырубкой

Гидрография

- Русла рек малого порядка
- Русла рек крупного порядка
- Граница лицензионного участка

Обозначения урочищ представлены отдельно (приложение 1)