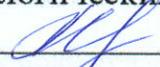


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедра геоэкологии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК
Заведующий кафедрой
Доктор биологических наук, доцент
 А.В. Синдирева
4 июля 2022г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистерская диссертация

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ БАСЕЙНА РЕКИ МУЛЫМЬЯ

05.04.06 Экология и природопользование

Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнила работу
студентка 2 курса
очной формы обучения



Великородчанина Дарья
Викторовна

Научный руководитель
к.г.н., доцент



Москвина Наталья
Николаевна

Рецензент

Зам. нач. управления – нач.
отдела эколог. мониторинга
Службы по контролю и надзору
в сфере ООС, объектов
животного мира и лесных
отношений ХМАО - Югры
к.б.н.



Кравцова Виктория
Федоровна

Тюмень
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ.....	9
1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	9
1.2. СПЕЦИФИКА ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ	17
1.3. ВЛИЯНИЕ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ ЛАНДШАФТОВ.....	22
1.4. ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА РЕК В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	33
ГЛАВА 2. ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ.....	38
2.1. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ	38
2.2. МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБРАБОТКА.....	53
ГЛАВА 3. ДЕШИФРИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ...	60
3.1. ОБЗОР КЛАССИФИКАЦИЙ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ...	60
3.2. КЛАССИФИКАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	67
3.3. ДЕШИФРОВОЧНЫЕ ПРИЗНАКИ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА РЕКИ МУЛЫМЬЯ	78
ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА РЕКИ МУЛЫМЬЯ.....	83
4.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ЛИЦЕНЗИОННЫХ УЧАСТКОВ НЕДР.....	83
4.2. ДИНАМИКА ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ.....	86
4.3. АНАЛИЗ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ.	93

4.4. РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ПРЕОБРАЗОВАННОСТИ ЛАНДШАФТОВ	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	103
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	104
ПРИЛОЖЕНИЯ 1-7	112

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ВЖК	–	вахтовый жилой комплекс
ГСМ	–	горюче-смазочные материалы
ГЭС	–	гидроэлектростанция
ДНС	–	дожимная насосная станция
ЛУ	–	лицензионный участок недр
ЛЭП	–	линия электропередачи
НГКМ	–	нефтегазоконденсатное месторождение
НУВ	–	нефтяные углеводороды
ООО	–	общество с ограниченной ответственностью
ОПИ	–	общераспространенные полезные ископаемые
ПАВ	–	поверхностно-активные вещества
ПАУ	–	полициклические ароматические углеводороды
РФ	–	Российская Федерация
СССР	–	Союз Советских Социалистических Республик
США	–	Соединенные Штаты Америки
ТПП	–	территориально-производственное предприятие
УКПГ	–	установка комплексной подготовки газа
ХМАО-Югра	–	Ханты-Мансийский автономный округ - Югра
ЯНАО	–	Ямало-Ненецкий автономный округ

ВВЕДЕНИЕ

Нефтедобывающая отрасль занимает одно из ведущих мест в экономической структуре Российской Федерации. Но в тоже время объекты нефтедобычи напрямую связаны с интенсивным и возрастающим воздействием на компоненты природной среды, что является причиной нарушения экологического баланса в регионах. На территории лицензионных участков недр естественные ландшафты преобразуются в трансформированные комплексы с иной растительностью, свойствами почв и подстилающих грунтов, гидрологическим режимом, мезо- и микрорельефом. Данные изменения происходят в результате строительно-монтажных работ, прокладки дорог, движении транспорта и строительной техники, сведения естественных природных комплексов для нужд нефтедобывающей отрасли, в результате аварийных ситуаций на магистральных и внутрипромысловых трубопроводах. Подтверждение этого мнения можно встретить в работах С.А. Бузмакова, Е.А. Коркиной, О.Ю. Талыневой, А.В. Соромотина [Бузмаков, 2012; Коркина, Талынева, 2015; Соромотин, 2010].

Большинство месторождений нефти в Западной Сибири расположено в пределах водосборных бассейнов рек различных порядков. Каждый из этапов освоения нефтяного месторождения, так или иначе, воздействует на бассейны рек, изменяя их ландшафт. Они чутко реагируют на любые изменения, происходящие в их структуре, что в дальнейшем оказывает воздействие на функционирование систем соседних территорий. Недостаточная изученность трансформаций, происходящих в ландшафтной структуре бассейнов рек, может стать причиной ухудшения экологической ситуации вплоть до кризиса.

Цель работы – оценить степень трансформации ландшафтов лицензионных участков недр в бассейне реки Мулымья.

Для реализации поставленной цели необходимо выполнить ряд задач:

1. Выявить особенности трансформации ландшафтов бассейна рек под воздействием нефтедобывающей отрасли;
2. Проанализировать существующие методики оценки трансформации ландшафтов;
3. Составить карту антропогенных ландшафтов на основе данных ДЗЗ;
4. Определить степень преобразованности ландшафтов исследуемых лицензионных участков недр.

Объектами исследования являются ландшафты территории лицензионных участков недр (Восточно-Лазаревский, Лазаревский, Ловинский, Пайтыхский, Сыморьяхский), расположенных в пределах бассейна реки Мулымья.

В качестве предмета исследования выступает трансформация ландшафтов бассейна реки Мулымья в результате деятельности нефтедобывающих предприятий.

В работе использовались следующие методы исследования: анализ, синтез, обобщение, описание, статистический, картографический, дистанционный, бассейновый.

Защищаемые положения:

1. При нефтегазовом освоении территории площадь маргинальных ландшафтов в несколько раз превышает площадь геотехносистем;
2. Под влиянием нефтегазодобывающей промышленности восстановление исходных геосистем на маргинальных ландшафтах происходит через их трансформацию.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- впервые применена классификация антропогенных ландшафтов, разработанной для территории Тюменской области;
- процесс трансформации был вынесен в отдельное направление техногенно обусловленного развития исходных ландшафтов с различными степенями интенсивности;

- произведена комплексная оценка трансформации ландшафтов бассейна реки Мулымья.

Практическая значимость заключается в возможности дальнейшего использования работы для научных исследований, проведения ландшафтного мониторинга территории, а также она может послужить основой для разработки рекомендаций по предотвращению негативных последствий воздействия нефтедобычи на ландшафты и обеспечению экологической безопасности региона.

Источником информации для написания работы послужили труды отечественных и зарубежных ученых в рассматриваемой отрасли, научные статьи в периодических изданиях, материалы отчетов о выполнении работ по ведению ландшафтного мониторинга лицензионных участков недр ООО «ЛУКОЙЛ – Западная Сибирь» ТПП «Урайнефтегаз» в 2012 и 2017 гг.

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, библиографического списка и приложений.

Во введении раскрывается актуальность выбранной темы, описываются цель и задачи работы, определяются объект и предмет исследования.

В первой главе изложены теоретические аспекты трансформации ландшафтов, выявлена специфика данного процесса, а также определена степень влияния нефтедобывающих предприятий на трансформацию ландшафтов.

Вторая глава посвящена анализу существующих методов оценки трансформации ландшафтов, обозначены материалы, используемые в качестве источников информации для написания работы.

В третьей главе повествуется об используемой классификации антропогенных ландшафтов и выявленных дешифровочных признаках этих ландшафтов в бассейне реки Мулымья.

В четвертой главе проводится динамика техногенной нагрузки антропогенных ландшафтов на исследуемой территории за 2001-2021 гг.,

анализ интенсивности трансформации ландшафтов, а также вычисляется коэффициент преобразованности ландшафтов лицензионных участков недр.

В заключении обобщается проделанная работа, формулируются выводы о степени трансформации ландшафтов в бассейне реки Мулымья.

Магистерская диссертация содержит 111 страниц машинописного текста, 13 таблиц, 25 рисунков, 7 приложений. Для написания магистерской диссертации использовано 77 источников.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ

В рамках главы рассматриваются основные понятия, используемые в работе, приведена обобщенная характеристика процесса трансформации ландшафтов. Наиболее подробно рассмотрено влияние нефтедобывающей отрасли на трансформацию ландшафтов, в том числе в пределах бассейна рек различных порядков.

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Одним из наиболее значимых определений в работе является понятие ландшафта. Ученые-ландшафтоведы и по настоящее время не могут прийти к единой трактовке этого понятия.

Основные предпосылки учения о ландшафтах были созданы трудами В.В. Докучаева. В работе «Наши степи прежде и теперь» автор подчеркивал, что все природные факторы до такой степени связаны между собой, что человечество не сможет управлять ими, если не будет постоянно иметь в виду «всю единую, цельную и нераздельную природу, а не отрывочные части» [Докучаев, 1892]. В 1898-1900 гг. вышла в свет серия небольших по размеру статей, где излагаются основы учения о так называемых «зонах природы», или естественно-исторических зонах. Естественно-историческая зона в трактовке В.В. Докучаева – природный комплекс высшего ранга, в границах которого все компоненты образуют взаимообусловленное единство [Докучаев, 1898, 1899]. Многочисленные ученики и последователи Докучаева продолжили развитие его идей о естественно-исторических зонах, дополняя и расширяя их.

Впервые термин «географический ландшафт» был употреблен в 1915 г. в работе Л.С. Берга. Под этим определением понималась совокупность предметов, в которой «характер рельефа, климата, растительного и

почвенного покрова, а также деятельность человека сливаются в единое гармоничное целое, типически повторяющееся на протяжении известной зоны земли» [Берг, 1915]. В 1945 г. Л.С. Берг сформулировал новое определение ландшафта – закономерные группировки предметов и явлений на поверхности суши и водоемов, которые обусловлены повторением свойств и особенностей почвогрунтов, водной среды, рельефа, растительного и животного мира, человека и его материальной и духовной культуры [Берг, 1945].

Л.Г. Раменский на основе большого опыта прикладных исследований естественных пастбищ дал свою трактовку ландшафта – это сложная территориальная система, состоящая из разнородных, но сопряженных, то есть закономерно связанных между собой в пространстве и развивающихся как одно целое элементарных природных комплексов. Эти природные комплексы он назвал эпифациями [Раменский, 1935].

Краткое, но в то же время очень содержательное определение ландшафта дает А.А. Григорьев: географический ландшафт – внешнее выражение структуры физико-географического процесса. Этим определением Григорьев показал, что физико-географический процесс определяет как особенности и внутреннее строение географической среды, так и внешние черты ландшафта [Григорьев, 1932].

С.В. Калесник в своем учебнике по общему землеведению развил идею связи учения о ландшафте с идеей А.А. Григорьева, однако больше обращал акцентировал внимание на региональных географических закономерностях [Калесник, 1947]. Он писал, что «всякий ландшафт есть комплекс, но не всякий комплекс есть географический ландшафт. Ландшафт – это система комплексов, крупная единица земной поверхности...» [Калесник, 1940].

Одновременно с С.В. Калесником в 1947 г. на II Всесоюзном географическом съезде выступил Н.А. Солнцев, где он представил новое понятие ландшафта, сформулировал его диагностические признаки, решил основные вопросы морфологии ландшафтов и наметил основные проблемы

ландшафтоведения. Н.А. Солнцев отмечал, что все предыдущие понятия ландшафта были составлены в «слишком общих выражениях». По этой причине он предложил новую трактовку, которая была довольно близка к тому, как трактует понятие ландшафта Л.С. Берг. По Н.А. Солнцеву географический ландшафт – генетически однородная территория, на которой наблюдается закономерное и типическое повторение одних и тех же взаимосвязанных сочетаний: геологического строения, форм рельефа, поверхностных и подземных вод, микроклиматов, почвенных разностей, фито- и зооценозов. Ландшафт рассматривается им как основная географическая единица, состоящая из закономерно повторяющихся морфологических единиц (фаций, звеньев, подурочищ, урочищ, местностей) Также он добавил, что естественные сочетания могут быть перестроены в той или иной степени вмешательством человека в результате своей деятельности [Солнцев, 2001].

В.Б. Сочава придерживался позиции А.А. Григорьева и считал, что ландшафт есть система с определенным типом регионального метаболизма – малого, регионального, круговорота вещества и энергии. Интеграционные процессы в ландшафте выражены сильнее, чем в крупных региональных системах. В.Б. Сочава известен тем, что ввел в науку термин «геосистема», которая умеет три уровня – глобальный, региональный и локальный. Между региональными геосистемами и ландшафтами академик ставил знак равенства, поскольку они оба довольно полно характеризуют местные особенности структуры географической среды [Сочава, 1978].

Ученик Л.С. Берга А.Г. Исаченко продолжил дело своего научного руководителя и, учитывая новые идеи о ландшафте, дал свою трактовку этого понятия. По мнению А.Г. Исаченко ландшафт – генетически единая автономная геосистема, однородная по зональным и азональным признакам, и заключающая в себе специфический набор локальных геосистем. Ученый предполагает, что в иерархии геосистем должна существовать «основная

ступень», которой и является ландшафт, занимающий узловое положение на стыке геосистем регионального и локального уровня [Исаченко, 1991].

Иной трактовки определения ландшафта придерживался Д.Л. Арманд. В его понимании синонимом ландшафта выступает природный территориальный или акваториальный комплекс. Природный территориальный или акваториальный комплекс – участок территории или акватории, условно выделяемый вертикальными границами по принципу относительной однородности и горизонтальными – по принципу исчезновения влияния того фактора, на основании которого этот комплекс выделен. Для каждого отдельного комплекса необходимо заранее определять, что является относительной однородностью и исчезающим фактором. Совокупностью природных территориальных или акваториальных комплексов, обладающих набором одинаковых компонентов и находящихся в одном и том же составе и состоянии, Д.Л. Арманд называет типом ландшафта [Арманд, 1975].

Большинство ученых под ландшафтом понимают единицу районирования – одну из наиболее мелких территориальных градаций. Качественных отличий между ландшафтом и крупными территориальными градациями никто не давал, поскольку этих отличий попросту не существовало. Ф.Н. Мильков дал понятие ландшафта, которое можно употребить в равной степени к различным территориальным градациям. По Ф.Н. Милькову ландшафт – «совокупность взаимообусловленных и взаимосвязанных сложным физико-географическим процессом элементов природы, предстающих перед нами в образе тех или иных исторически сложившихся, находящихся в непрерывном развитии и воздействии человеческого общества, пространственных группировок» [Мильков, 1986].

В 80-х гг. XX в. в СССР решили стандартизировать понятие ландшафта. По ГОСТ 17.8.1.01-86 ландшафт – это территориальная система, состоящая из взаимодействующих природных или природных и

антропогенных компонентов и комплексов более низкого таксономического ранга [ГОСТ 17.8.1.01-86].

В зарубежной литературе термин «ландшафт» употреблялся преимущественно в качестве совокупности характерных внешних черт земной поверхности, включая различные проявления деятельности человека. Немецкий географ З. Пассарге рассматривал ландшафт как область, в пределах которой все природные компоненты обнаруживают соответствие «во всех существенных пунктах». Однако он не рассматривал ландшафты в их историко-генетическом развитии, как это делали советские ученые [Исаченко, 1991].

Другой немецкий географ К. Тролль под географическим ландшафтом понимал часть земной поверхности, которая по внешнему облику и взаимодействию своих проявлений и взаимосвязей, как внутренних, так и внешних, образует пространственное единство конкретного содержания и с ясно выраженными границами, за которыми данный географический ландшафт переходит в ландшафт иного рода [Troll, 1950].

Наряду с К. Троллем Э. Нееф является основоположником ландшафтной экологии, поскольку он заложил основы теоретического ландшафтоведения для стран Западной Европы. По Э. Неефу ландшафт – конкретная часть земной поверхности с единой структурой и динамикой. Компонентами ландшафта или геофакторами выступают рельеф, почва, климат, водный баланс, флора, фауна, люди, их творения и артефакты в ландшафте [Нееф, 1974].

Автору данной магистерской диссертации импонирует трактовка понятия ландшафта по Ф.Н. Милькову, поскольку она наиболее полная, не привязана к каким-либо градациям, учитывает антропогенный фактор, изменяющий компоненты природной среды и ландшафт в целом.

Изменение ландшафтов имеет связь с хозяйственной деятельностью человека. В современном ландшафтоведении даже есть раздел, посвященный этому – антропогенное ландшафтоведение. Основным термином этого

раздела науки является антропогенный ландшафт. Само понятия антропогенного ландшафта было предложено в 30-х годах прошлого столетия А.Д. Гожевым и Б.Н. Городковым. В своих работах под антропогенным ландшафтом они подразумевали комплексы, созданные человеком [Городков, 1956]. Позже Ф.Н. Мильков введет в науку другую трактовку этого понятия, которую можно считать более правильной. С его точки зрения антропогенными ландшафтами принято считать как заново созданные человеком ландшафты, так и все те природные комплексы, в которых коренному изменению (перестройке) под влиянием человека подвергся любой из их компонентов, в том числе растительный и животный мир [Мильков, 1973].

Ф.Н. Мильков также является автором понятия геотехносистем. Под этим термином подразумеваются системы, управляемые преимущественно деятельностью человека и имеющие среди компонентов техногенных объект, включенный в круговорот вещества и энергии [Мильков, 1973]. После возникновения на территории геотехносистемы через какой-то промежуток времени отмечается появление маргинальных ландшафтов. Маргинальные ландшафты – ландшафты зоны побочного (косвенного) воздействия. Следует отметить, что «запоздалое» появление маргинальных ландшафтов связано с инертностью ее компонентов, т.е. большее или меньшее отставание ответных реакций на внешние причины изменений.

Еще один важное определение для данной работы – трансформация ландшафтов. По В.И. Булатову под трансформацией ландшафта понимается появление нового качества, структурное преобразование ландшафта. Трансформация ландшафтов носит долговременный и постепенный характер, определяется воздействием различных систем на его структуру [Булатов, 1996].

Антропогенная трансформация природной среды представляет собой процесс изменения природных компонентов и комплексов под воздействием производственной и любой другой деятельности людей. Трансформация

вызывается совокупностью процессов, связанных с различной деятельностью людей, направленной на перемещение, извлечение из окружающей среды, концентрирование и перегруппировку минеральных и органических соединений, которое сопровождается изменением природных компонентов [Бузмаков, 2012].

Следующим значимым понятием является деградация ландшафтов. Если обратиться к толковым словарям русского языка, то «деградация» трактуется как постепенное ухудшение, утрата ценных свойств и качеств, упадок [Словарь..., 1999]. В.С. Преображенский под деградацией ландшафта понимает результат необратимых изменений, полностью разрушающих структуру ландшафта, которое выражается в полной потере способности выполнять ресурсо- и средовоспроизводящие функции [Преображенский, 1982]. Н.Ф. Реймерс пишет, что деградация ландшафта является естественным или антропогенным упрощением ландшафта, в котором происходит снижение хозяйственного и эстетического потенциала [Реймерс, 1990].

В современных условиях деградация ландшафта чаще всего происходит в результате бесконтрольной деятельности человека. Естественный ландшафт заменяется антропогенным, в большинстве случаев наблюдается негативное изменение работы внутренних процессов, то есть ландшафт становится нарушенным. По В.И. Сметанину нарушенный ландшафт – тип антропогенного ландшафта, возникший в результате нерационального использования природных ресурсов, характеризующийся полным или значительным нарушением всех основных его компонентов [Сметанин, 2000].

В данном исследовании наблюдение и последующая оценка трансформации ландшафтов будет происходить в пределах водосбора реки Мулымьи. Водосбор, или водосборный бассейн, водосборная площадь – это часть земной поверхности и толщ почв и грунтов, откуда поверхностные и подземные воды поступают в водный объект и питают его [Михайлов,

Добровольский, Добролюбов, 2007]. Ф.Н. Мильков называет водосборные бассейны рек «своеобразными геосистемами, состоящими из генетически неоднородных долинно-речных и междуречных ландшафтов» [Мильков, 1981].

Трансформация ландшафтных комплексов водосбора реки Мулымья происходит по причине активной деятельности нефтегазодобывающих предприятий. Под воздействием производства на окружающую среду А.П. Хаустов и М.М. Редина подразумевают процесс обмена веществом и энергией, в результате которого в компонентах окружающей среды происходят качественные и количественные изменения, превышающие предельно допустимые нормативы [Хаустов, Редина, 2006]. Мера воздействия человека на ландшафтные комплексы выражается антропогенной нагрузкой. Антропогенная нагрузка – степень прямого и косвенного воздействия людей и их хозяйства на природу в целом и на ее отдельные экологические компоненты и элементы [Реймерс, 1990].

Техногенез – последний по времени этап эволюции, обусловленный хозяйственной деятельностью человека и вносящий в биосферу вещества, силы и процессы, которые изменяют и нарушают ее равновесное функционирование и замкнутость биотического круговорота [Акимова, Кузьмин, Хаскин, 2001].

В пределах водосбора размещено много различных объектов инфраструктуры месторождения – от кустовых площадок до коридоров коммуникаций и баз. Природный комплекс, в пределах которого размещены искусственные объекты, созданные в результате выполнения строительных и других инженерных работ, В.Д. Ломтадзе называет природно-технической системой [Ломтадзе, 1999].

Сам вопрос негативного воздействия человека на ландшафты далеко не новый. Однако с каждым годом происходит увеличение антропогенной нагрузки на естественные ландшафты; все больше ландшафтов подвергаются трансформации и деградации по вине человека.

1.2. СПЕЦИФИКА ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ

Трансформация ландшафтов – совокупность элементарных преобразований, происходящих в системах различных типов. Данный процесс включает в себя изменение количества составных элементов, их расположения в системе, преобразование в разной степени и направлениях, слияние сходных по структуре систем, их разделение, приводящее к созданию новых систем [Хасанова, 2017].

Трансформация экосистемы состоит в изменении во времени и пространстве биотопа, биотических компонентов и биоценологических процессов. Если изменения вызываются в основном внутренними взаимодействиями, то происходит так называемая эндогенная трансформация (восстановление). Если изменения регулярно определяются внешними силами среды на входе, то такие изменения называются экзогенными (деградация). Воздействие антропогенных факторов обуславливает смену состояний наземных экосистем деградационного и восстановительного направления, зонального и аazonального характера [Бузмаков, 2012].

Трансформацию ландшафтов можно фиксировать, обратив внимание на компоненты ландшафта. Основные компоненты, помогающие определить изменения в ландшафтной структуре, - рельеф, почва, растительность.

Трансформация рельефа проявляется в виде антропогенных форм рельефа. Антропогенный рельеф - рельеф земной поверхности, образованный или видоизменённый деятельностью человека. Антропогенное рельефообразование может быть прямым и косвенным. В первом случае человек с помощью машин и транспортных средств создает новые формы рельефа – карьеры, шахты, выемки, срезанные и террасированные склоны, насыпи, дамбы, отвалы и др. При этом он может направлять деятельность природных геоморфологических процессов на создание удобного для него рельефа (польдеры в Нидерландах). Косвенное воздействие человека на рельефообразование проявляется в изменении условий морфогенеза,

усилении или замедлении естественных процессов денудации и аккумуляции в ходе хозяйственной деятельности. Довольно часто именно косвенное воздействие человека на рельеф приводит к его деградации, например, усиление дефляции в связи с неумеренным выпасом скота [Котлов, 1978]. Также деградация рельефа происходит по причине минерального загрязнения – привнесения нехарактерных грунтов.

Изменения, происходящие в рельефе, тесно связаны с изменениями в почвенном покрове. Антропогенная трансформация почв – направленное изменение характеристик почвы, происходящее под воздействием антропогенных факторов. Почвы, измененные человеком или сформировавшиеся под его воздействием как случайно, так и целенаправленно, занимают огромные пространства на планете. Почти все почвы Земли в большей или меньшей степени подвержены антропогенным воздействиям: от минимальных, связанных с изменениями в соотношении парниковых газов атмосферы, до деградированных почв при добыче полезных ископаемых или на строительных площадках. Почвы, в которых в результате деятельности человека выявляются изменения в их свойствах, вплоть до формирования нового горизонта, называются антропогенно-измененными (трансформированными). Изменения могут проявляться в виде приобретения новых химических свойств или новых, заново созданных горизонтов и при перемешивании верхних горизонтов. Трансформация происходит постепенно. Постепенность изменений определяется инерционностью, консервативностью почвенных тел. Степень антропогенной трансформации почв определяется не только характером использования и силой хозяйственного воздействия на них, но и всем комплексом свойств, от которых зависит устойчивость ландшафтов.

Большая часть антропогенных воздействий осуществляется на определенных, резко отграниченных территориях: полях, садах, огородах, промышленных площадках, функциональных зонах городов, месторождениях и др. Границы ареалов тех или иных воздействий

оказываются резкими, линейными и чаще всего не совпадают с природными почвенными границами. Они выявляются по картам, планам, но наиболее эффективным способом выявления является дистанционные методы [Герасимова и др., 2019].

В результате негативного воздействия человечества на почвы довольно часто процесс трансформации почв приобретает форму деградации. Деградация почв - процессы и результаты изменения их свойств и естественных режимов, в совокупности, приводящие к изменению функций почвы как элемента экологической системы и снижению почвенного плодородия [Карманов, Булгаков, 1998].

Деградация почв может быть естественной и антропогенной. К естественным причинам деградации относятся медленные тектонические опускания и поднятия, землетрясения, извержения вулканов, склоновые процессы, извержение гейзеров, цунами, приливы и т.д. Все эти процессы естественной деградации относят к эволюции почвенного покрова. Антропогенная деградация приводит к изменению факторов почвообразования на глобальном уровне. В то время как частичная утрата плодородия почвы может быть восстановлена, полное исчезновение почв оказывается необратимым явлением, которое, в конечном итоге, приводит к утрате устойчивости комплекса и гибели ландшафта. Это обусловлено тем, что существование ландшафта целиком и полностью зависит от функционирования почвы. Гибель почв приводит к гибели ландшафта и деградации его компонентов. Также одной из важных причин деградации почв является несоответствие антропогенных мероприятий генетическим особенностям, свойствам и режимам почв, условиям естественного формирования ландшафта. Следует сказать, что довольно часто деградация почв происходит при комбинации естественных и антропогенных факторов. В этом случае человек создает предпосылки активизации естественных процессов. Примером могут послужить снежные лавины, оползни, осыпи, паводки и др. [Деградация..., 2002]

Неуклонно растущее антропогенное воздействие на окружающую среду приводит к трансформации растительного покрова, синантропизации и последующей деградации растительности. Растительность играет ключевую роль в функционировании большинства наземных экосистем. Трансформация растительности в результате различных воздействий кардинально меняет внешний облик ландшафта и влечет за собой изменение всей его внутренней структуры. Например, создание рукотворных водохранилищ при строительстве ГЭС приводит к увеличению осадков, зарастанию ксерофитных степей кустарником и пышным травостоем, изменения происходят при распашке земель, активной урбанизации. Развитие городов влечет за собой возникновение дорожно-тропиночной сети, что также влияет на трансформацию флоры. Это сопровождается изменением освещенности, режима влажности, деградацией состава и структуры почвы, более высокой концентрацией пыли и газов в атмосфере.

На начальной стадии трансформации растительности видовое разнообразие увеличивается за счет сорных растений, на следующих стадиях происходит уменьшение. Вытаптывание и уничтожение лесной подстилки приводит к обеднению, уплотнению, нарушению структуры, уменьшению водопроницаемости и аэрированности почв. Трансформируются гидрологический и температурный режимы почвы и условия минерального питания растений, что в свою очередь ведет к снижению полноты насаждений, к поражению деревьев вредителями и болезнями, уменьшению их прироста и листовой поверхности, к преждевременному старению и отмиранию деревьев, их деградации [Черненко, 2002].

Деградация растительности – это постепенное ухудшение, упрощение, понижение уровня организации растительного сообщества, вызванное изменением условий среды или хозяйственной деятельностью человека [Словарь ботанических..., 1984].

Деградация травянистого покрова в виде изреживания или полного уничтожения травы приводит к широкому развитию эрозионных процессов,

постепенному разрушению почв и литогенной основы. Кроме того, исчезновение травяного покрова приводит к угнетению древостоя за счет ухудшения водно-физических свойств почв.

Деграция леса – утрата жизнеспособности и гибель лесных насаждений под влиянием антропогенных или природных факторов. Деграция леса проявляется в снижении жизненного состояния деревьев и усыхании древостоев, гибели подроста, уменьшении биологической продуктивности, упрощении структуры и сокращении видового разнообразия лесных экологических систем.

Основная причина деграции леса – антропогенная деятельность, которая приводит либо к полному уничтожению растительного покрова, либо к ухудшению условий жизни растений при различных процессах (орошении, осушении, засолении почв, загрязнение окружающей среды и т.д.) [Степаненко, Савенкова, 2013]. Антропогенное воздействие также приводит к биологическому загрязнению - привнесению в экосистемы нехарактерных для них видов живых организмов, ухудшающих условия существования естественных биотических сообществ. Интродукция нехарактерных для ландшафта растений может привести к их широкому распространению и снижению видового разнообразия естественных ландшафтов.

Деграция леса приводит к обезлесению, что является глобальной экологической проблемой, влияющей на жизнь нашей планеты. Последствия обезлесения могут привести к экологической и экономической нестабильности.

Как видно, трансформация любого одного компонента ландшафта приводит к изменениям во всем комплексе. Сохранение равновесия ландшафта настолько важно для поддержания самих биоценозов, что при планировании и осуществлении хозяйственных мероприятий необходимо учитывать структуру ландшафта, его устойчивость и принимать меры по

предупреждению процессов, способных привести к его деградации [Экологический..., 1989].

1.3. ВЛИЯНИЕ НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ ЛАНДШАФТОВ

Нефтедобывающая промышленность – обобщенное название комплекса промышленных предприятий по добыче, транспортировке, переработке и распределению конечных продуктов переработки нефти. Она занимает ведущую позицию в экономике России, формируя бюджет и платежный баланс страны. Экспорт продуктов нефти является основной статьей во внешней торговле нашей страны. Почти каждый год нефтяные компании стремятся увеличить объем добываемых углеводородов. В это же время во многих регионах страны нефтедобывающая промышленность служит основным источником воздействия на окружающую среду [Хаустов, Редина, 2006].

Техногенные воздействия нефтедобывающей промышленности приводят к трансформации естественных ландшафтов, что в свою очередь приводит к активизации опасных экзогенных геологических процессов и явлений [Васильев, 1998; Реймерс, 1990].

Первичными источниками техногенного воздействия в нефтедобывающей отрасли являются транспортные средства, используемые в период проведения поисково-разведочных работ для определения перспектив нефтегазоносности. Также к первичным источникам относятся базы, машины и механизмы, используемые для возведения временных коммуникаций, жилые поселки, склады горюче-смазочных материалов (ГСМ). Для возведения и размещения этих объектов производится временное отчуждение земель. Воздействие человека проявляется фрагментарно и может быть рассредоточено по значительным площадям. Начинается воздействие на

ландшафтные комплексы, которое может увеличиться во много раз по сравнению с периодом, когда комплекс был не затронут.

Вторичные источники техногенного воздействия часто развиваются от первичных, но они уже более локализованные и обусловленные стационарными воздействиями. Проявление вторичного техногенеза – строительство долговечных объектов инфраструктуры месторождения. Все они в разной степени оказывают воздействие на ландшафты, резко возрастая и приобретая новые формы. На этапе строительства начинается образование потоков химических веществ, которые по генезису чужды естественным потокам веществ в ландшафтах. Среди стационарных источников наибольший масштаб воздействия оказывают коммуникации. В результате строительства и эксплуатации объектов коммуникаций происходят такие нарушения, как загрязнение гидросферы и педосферы, сведение почв и лесов, проявление опасных экзогенных геологических процессов, происходит постепенная точечная трансформация ландшафтов.

Третичные источники техногенного воздействия возникают уже при эксплуатации объектов инфраструктуры месторождения. Действие третичных источников проявляется в виде просадок, оползней, загрязнения почв, подземных и поверхностных вод, замене традиционных форм растительности на сорные виды, изменении путей миграции животных, исчезновении целых видов растительного и животного мира. Деградация ландшафтов приобретает площадные масштабы.

Строительство и функционирование нефтепромысловых объектов влечет за собой уничтожение на отдельных участках естественных биологических сообществ и их геологической среды. Это приводит к изменениям в условиях существования смежных с ним экосистем, нарушению ландшафтных взаимосвязей на территории в целом и возникновению новых экосистем на месте уничтоженных [Васильев, 1998].

Особенно большой ущерб окружающей среде наносят аварии, приводящие к залповым выбросам и сбросам загрязнителей в природные

среды, а также пожары. Аварийные сбросы, ведущие к резкому возрастанию интенсивности и опасности воздействия, загрязняют большие пространства за короткие периоды. Пожары наносят удар почвенно-растительному покрову, животному миру.

Очень чувствительны к механическим воздействиям природные комплексы, находящиеся в зоне развития многолетнемерзлых пород. В качестве основного источника воздействия наиболее часто выступает нерегламентированный проезд транспорта, который приводит к нарушению температурного режима мерзлых грунтов, целостности структуры почвенного покрова, путей миграции оленей, кормовой базы, вытаиванию поверхностно-жильных льдов, увеличению влажности грунтов, уничтожению растительности и другим видам нарушений.

Классификация воздействия техногенных объектов нефтедобывающего предприятия на ландшафт представлена в таблице 1.

Таблица 1.1

Классификация воздействия техногенных объектов нефтегазодобывающего предприятия на ландшафт [Козин, Маршинин, Марьинских, 2003]

Класс ландшафта	Техногенные объекты	Тип воздействия	Первичное (прямое) воздействие	Вторичное (косвенное) воздействие	Основные вероятные загрязняющие вещества
Промышленный класс ландшафтов					
Подкласс геотехносистем					
Нефтегазопромысловые геотехносистемы	Технологические площадки действующих объектов (базы промысла, ДНС, факельные установки, кусты скважин и пр.),	Физико-механическое	Формирование техногенного рельефа, образование депрессионных воронок; засыпание почв, отложение минеральных взвесей на поверхности почвы; уничтожение растительного покрова; изменение мощности снежного покрова	Изменение глубины промерзания-протаивания, появление депрессионных воронок, заполняющихся водой, развитие термокарстовых процессов в радиусе до 500-700 м от скважин, развитие водной эрозии и дефляции; осушение, подтопление почв и заболачивание или формирование лесных фитоценозов на месте болотных массивов	Нефть, минерализованные сточные воды, углеводороды, фенолы, ПАВ и добавки к ним, ингибиторы коррозии, сероводород, железо, механические примеси, соли (в основном, хлориды и сульфаты), редкие и рассеянные элементы-спутники нефтей; кислоты и щелочи
	Факельная установка	Физико-механическое, тепловое, химическое	Изменение состава грунтов, уничтожение растительности, микрофлоры почв; изменение мощности снежного покрова, отепляющее действие	Изменение глубины промерзания-протаивания; развитие термокарстовых процессов в радиусе до 500-700 м; спекание поверхностного почвенного слоя; тепловое воздействие («ожег») растительности, изменение вегетационного периода, смена отдельных видов растительности	Продукты неполного сгорания углеводородных газов (включая ПАУ), нефть и ее производные, фенолы, азотистые и сернистые соединения; ПАВ, вещества-одоранты и ингибиторы коррозии, деэмульгаторы, соли (хлориды и сульфаты), редкие и рассеянные элементы-спутники нефтей

Продолжение таблицы 1.1

Класс ландшафта	Техногенные объекты	Тип воздействия	Первичное (прямое) воздействие	Вторичное (косвенное) воздействие	Основные вероятные загрязняющие вещества
Нефтегазопромысловые геотехносистемы	Действующие шламовые амбары	Физико-механическое, химическое	Создание техногенного рельефа, полное уничтожение биотопа и фитоценоза; изменение физико-механического и химического состава почв и грунтов	Изменение глубины промерзания-протаивания; развитие термокарстовых процессов в радиусе до 500-700м; засоление и изменение химического состава почв, грунтов и грунтовых вод; смена растительных доминантов	Компоненты пластовых и промывочных жидкостей, буровых шламов, утяжелителей, реагентов воздействия на пласт; нефть и ее производные, фенолы, азотистые и сернистые соединения; соли (хлориды и сульфаты), редкие и рассеянные элементы-спутники нефтей
Линейно-транспортные геотехносистемы	Автомобильные дороги с покрытием (отсыпкой)	Физико-механическое, химическое	Полное изменение рельефа, активизация экзогенных геологических процессов; разрушение растительного и почвенного покрова; изменение условий снегонакопления, теплообмена; полное уничтожение биотопа и фитоценоза	Эрозия обвалований, откосов, насыпей (включая термоэрозию и термокарст), солифлюкция; нарушение стока и условий обводнения (водного режима почв), образование верховодки, заболачивание и ускоренное развитие глеевых процессов, подтопление территорий; снижение биологической продуктивности почв, изменение химических свойств почв, изменение миграционной способности отдельных химических элементов; осушение почв и формирование лесных фитоценозов на месте болотных массивов; смена растительных доминантов	Тяжелые металлы, углеводороды, бенз(а)перен, формальдегид
	Железные дороги				

Продолжение таблицы 1.1

Класс ландшафта	Техногенные объекты	Тип воздействия	Первичное (прямое) воздействие	Вторичное (косвенное) воздействие	Основные вероятные загрязняющие вещества
Карьерные геотехносистемы	Карьеры	Физико-механическое, химическое	Разрушение рельефа, растительного и почвенного покрова; локальная активизация экзогенных геологических процессов; изменение условий обводнения (дренажа), промерзания и протаивания (мерзлотного режима почвогрунтов)	Переувлажнение при оттаивании грунта и его переход в тиксотропное состояние; увеличение гравитационной и дефляционной подвижности почвогрунтов	Тяжелые металлы, углеводороды
Селитебные	Населенные пункты, базы промыслов, временные жилые сооружения	Физико-механическое, химическое	Формирование техногенного рельефа; полное уничтожение биотопа и фитоценоза; изменение физико-механического и химического состава почв и грунтов	Нарушение поверхностного и внутрипочвенного стока и условий обводнения (водного режима почв); изменение химического состава почв, грунтов и грунтовых вод; смена растительных и животных доминантов; изменение глубины промерзания- протаивания	ПАВ, фенолы, бенз(а)перен, тяжелые металлы, углеводороды, минерализованные сточные воды, соли (преимущественно сульфаты и хлориды), формальдегид
Строительные	Расчистка под строительство линейных и площадных объектов	Физико-механическое	Формирование техногенного рельефа; уничтожение биотопа и фитоценоза	В зависимости от функционального назначения готового объекта	Тяжелые металлы, углеводороды

Продолжение таблицы 1.1

Класс ландшафта	Техногенные объекты	Тип воздействия	Первичное (прямое) воздействие	Вторичное (косвенное) воздействие	Основные вероятные загрязняющие вещества
Подкласс антропогенных ландшафтов					
Нефтегазопромысловые ландшафты	Технологические площадки без отсыпки, разведочные скважины	Физико-механическое, химическое	Формирование техногенного рельефа; изменение физико-механического и химического состава почв и грунтов; уничтожение биотопа	Изменение химических свойств почв; изменение миграционной способности отдельных химических элементов; смена растительных формаций вплоть до коренного изменения биотопа	Компоненты пластовых и промывочных жидкостей, буровых шламов, утяжелителей, реагентов воздействия на пласт; нефть и ее производные, фенолы, азотистые и сернистые соединения; соли (хлориды и сульфаты), редкие и рассеянные элементы-спутники нефтей
	Законсервированные и рекультивированные шламовые амбары	Физико-механическое, химическое	Создание техногенного рельефа, полное уничтожение биотопа и фитоценоза; изменение физико-механического и химического состава почв и грунтов	Изменение глубины промерзания - протаивания; засоление и изменение химического состава почв, грунтов и грунтовых вод; смена растительных доминантов вплоть до коренного изменения биотопа	Компоненты пластовых и промывочных жидкостей, буровых шламов; нефть и ее производные, фенолы, соли (хлориды и сульфаты), редкие и рассеянные элементы-спутники нефтей

Продолжение таблицы 1.1

Класс ландшафта	Техногенные объекты	Тип воздействия	Первичное (прямое) воздействие	Вторичное (косвенное) воздействие	Основные вероятные загрязняющие вещества
Карьерные антропогенные ландшафты	Рекультивированные карьеры по добыче общераспространенных полезных ископаемых	Физико-механическое	Разрушение рельефа, растительного и почвенного покрова; локальная активизация экзогенных геологических процессов; изменение условий обводнения (дренажа), промерзания и протаивания (мерзлотного режима почвогрунтов)	Формирование техногенного рельефа и грунтов; нарушение поверхностного и внутрипочвенного стока и условий обводнения (водного режима почв); смена растительных формаций вплоть до коренного изменения биотопа	Тяжелые металлы, углеводороды
Линейно-промышленные антропогенные ландшафты	Комплексные придорожные нарушения	Физико-механическое	Формирование техногенного рельефа; формирование техногенных почв и грунтов; изменение биогеоценоза, биологическое загрязнение активизация экзогенных геологических процессов; изменение условий снегонакопления, теплообмена	Эрозия обваловки, откосов, насыпей (включая термоэрозию и термокарст), солифлюкция; криогенное пучение; нарушение стока и условий обводнения (водного режима почв); изменение глубины промерзания- протаивания; засоление и изменение химического состава почв, грунтов и грунтовых вод (при аварийных ситуациях); снижение биологической продуктивности почв; изменение химических свойств почв; ожелезнение почв вдоль трасс трубопроводов; смена растительных доминантов вплоть до коренного изменения биотопа	Тяжелые металлы, углеводороды, бенз(а)перен, формальдегид; соли
	ЛЭП, трубопроводы с подземной прокладкой	Физико-механическое			Тяжелые металлы, углеводороды

Продолжение таблицы 1.1

Класс ландшафта	Техногенные объекты	Тип воздействия	Первичное (прямое) воздействие	Вторичное (косвенное) воздействие	Основные вероятные загрязняющие вещества
Линейно-промысловые антропогенные ландшафты	Сейсмические профили, расчистки под временные дороги (зимники)	Физико-механическое	Нарушение рельефа; активизация экзогенных геологических процессов; изменение условий снегонакопления, теплообмена; уплотнение верхних почвенных горизонтов; изменение биогеоценоза, биологическое загрязнение	Изменение глубины промерзания - протаивания; термокарст (просадки и их обводнение), заболачивание, солифлюкция на пологих склонах; протаивание мерзлоты, ускоренная дефляция и термоэрозия с образованием промоин и оврагов, заболачивание, криогенное пучение, иссушение торфов; нарушение поверхностного и внутрипочвенного стока и условий обводнения (водного режима почв); смена растительных доминантов вплоть до коренного изменения биотопа;	-

Процессы трансформации техногенных ландшафтов отражаются в коренном изменении лито-геоморфологической основы, изменяются условия средообитания, приводящие к трансформации растительности и почвенного покрова [Коркина, Талынева, 2015]. Само по себе уничтожение почвенного слоя согласно нормативным документам является крайней степенью деградации, а к нарушенным землям относят все земли со снятым или перекрытым гумусовым горизонтом и не пригодные для использования без предварительного восстановления плодородия [Хаустов, Редина, 2006].

Основные процессы трансформации ландшафтов зависят от положения в рельефе и уровня грунтовых вод, которые определяют, во-первых, видовое разнообразие растительности, во-вторых, активизируют природные опасности, что приводит к вторичному нарушению ландшафтов. Особенно эти процессы проявляются в болотных ландшафтах, где происходят процессы изменения гидрологического стока, что приводит к осушению и обводнению лесных зон; изменения криогенных процессов, что приводит к изменению глубины промерзания и протаивания, и к нарушению техногенных объектов (аварийность трубопроводов, нарушение дорожного полотна). В лесных ландшафтах, где поверхность сложена песками, при нарушении верхнего органического горизонта усугубляются эоловые процессы. Процессы лесовосстановления замедляются. В пойменных ландшафтах опасность для техногенных объектов возникает в периоды высокого паводка. В это время существует опасность смыва нефтяных углеводородов (НУВ) с территории нефтезагрязненных земель и разрушение оснований техногенных объектов [Васильев, 1998].

Исследование динамики антропогенной деградации ландшафтов Западной Сибири при нефтедобыче, организованное Гринпис России в 2012 г., показало, что в первую очередь изменяются лесные ландшафты. Причина этого явления состоит в том, что на твердых минеральных грунтах лесных ландшафтов намного проще создавать инфраструктуру месторождения. Доля ненарушенных лесов закономерно уменьшается, обезлесенных территорий –

растет, а доля промежуточных классов – лесов разной степени нарушенности – сначала растет, а впоследствии, с расширением «ядра» месторождения, начинает уменьшаться – все больше нарушенных лесов окончательно уничтожается и попадает в класс «обезлесенные территории».

Еще на ранних стадиях освоения месторождения большая часть ландшафтов трансформируется в той или иной степени, в дальнейшем происходит усиление антропогенного воздействия с последующим усилением деградации. Скорость деградации ландшафтов достигает максимальных значений в ранний период освоения месторождения, а в поздний период эксплуатации она приобретает наименьшее значение. Так, в начале освоения Мамонтовского месторождения скорость деградации превышала 5 % в год, а на современном этапе поздней эксплуатации суммарно прибавляется 0,5 % полностью уничтоженных ландшафтов в год [Динамика..., 2012].

Индикационными процессами трансформации ландшафтов, характерных для регионов нефтедобычи являются:

- Многочисленные пожары, чаще всего возникающие по вине человека;
- Уничтожение естественных почв;
- Нарушения гидрологического режима;
- Вырубки.

Как правило, говоря о плохой экологической ситуации в регионах нефтедобычи, подразумевают, прежде всего, нефтяные разливы. Тем не менее, как показывает анализ космических снимков, к изменению и уничтожению ландшафтов приводят не только нефтяные разливы, но и ряд других факторов. Причиной трансформации и деградации ландшафтов является синергический эффект воздействия целого набора факторов: нефтяные разливы, пожары, механическое воздействие, привнесение постороннего материала, нарушение гидрологического режима [Динамика..., 2012].

1.4. ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА РЕК В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Добыча нефти в пределах бассейна реки оказывает прямое воздействие, трансформируя ландшафтную структуру, и косвенное воздействие, проявляющееся в нарушении естественного гидрологического режима реки.

Как уже говорилось выше, при нефтедобыче происходит изменение рельефа, связанное с отсыпкой песчаным грунтом объектов инфраструктуры месторождения, а также с образованием карьерных выработок. Площади открытого грунта – это источники песка и пыли, переносимого ветром по территории. Переносу песка способствует отток влаги в поверхностные и подземные воды; сухой грунт медленнее закрепляется растительностью и долго остается открытым. Переносимая пыль повышает общую минерализацию торфяников на болотных массивах водосбора и вызывает постепенную смену растительности [Шилова, 1977].

Новообразованные повышения рельефа обеспечивают песком и илом поверхностный дождевой и весенний снеговой сток в речной бассейн. За счет этого происходят выполаживание отсыпок и изменение растительных сообществ по периферии отсыпок. Процесс прогрессирует намного быстрее, если образуются эрозионные ложбины. По образовавшимся промоинам объем транспортируемых наносов значительно выше, кроме того они могут перемешиваться с содержимым нефтяных амбаров – буровым шламом, отработанным буровым раствором, нередко, нефтью. Эти растворы токсичны, вызывают кислородное голодание и приводят к гибели растительности.

Примером трансформации ландшафта является отсыпка песчаного грунта на болотных и аллювиальных почвах, которая фактически превращает их в потенциально лесные. Уже в процессе эксплуатации месторождения начинают формироваться ивовые молодняки. По завершению эксплуатации, последующей рекультивации и возобновлением древесных пород эти земли

потенциально могут быть переведены в категорию земель лесного фонда. Этот факт можно отметить как положительный при воздействии нефтегазодобычи. Отсыпка на дренированной территории не приводит к существенным изменениям почвообразовательного процесса, нарушенные земли в перспективе остаются лесными.

Воздействие на болотные комплексы водосбора более существенны и заметнее. Отсыпка дорог на болотном комплексе затрудняет поверхностный и подземный сток. С верхней по склону стороны формируется подтопление, с нижней – осушка территории. Эффект подтопления заключается в образовании луж, всплывании торфа вдоль дороги, увеличении его обводненности. Обводненность торфяников приводит к возрастанию площади мочажин, сокращению площади кустарничково-сфагновых и сосново-кустарничково-сфагновых сообществ на грядах. На стороне обсушки увеличивается площадь осоковых и сфагново-осоковых сообществ.

Подтопления, вызванные плохой организацией водопропуска при пересечении дорогами пойм малых рек, ручьев, безрусловых ложбин, покрытых лесами, заболоченных лесов приводит к усыханию древесной растительности. Поймы выше по течению от отсыпки дороги могут быть полностью затоплены. С противоположной стороны сообщества ландшафтные комплексы начинают испытывать недостаток подземного и поверхностного увлажнения.

Переходы через реки, даже если они оборудованы и обеспечивают достаточный водопропуск, создают препятствия плывущим бревнам и стволам деревьев. Их накопление может образовывать заломы, являющиеся одной из причин изменения руслового стока [Васильев, 1998].

Среди ландшафтных комплексов, нарушенных механическим путем, относительно большую долю по площади составляют болотные комплексы, нарушенные в результате нерегламентированного проезда транспорта. Уплотнения торфа приводят к увеличению доли мочажинных сообществ в грядово-мочажинных комплексах, а привносимая грязь – к частичной

эвтрофикации. Особая проблема – устойчивость пойменных почв к механическим воздействиям [Росновский, 1993].

Наиболее существенным фактором техногенеза при освоении нефтяных месторождений является химическое загрязнение. Оно происходит в результате добычи, транспортировки, переработки, утилизации нефти, а также при аварийных разливах, нарушения герметичности в устьевой арматуре, при капитальном ремонте скважин, несанкционированном сбросе нефтепродуктов в водоемы. Негативное воздействие нефти на окружающую среду можно встретить практически во всех компонентах ландшафта [Двадненко, Маджигатов, Ракитянский, 2017]. Замазученные пятна, образующиеся при нефтяных разливах, являются источником загрязнения природной среды.

Загрязнение нефтью влияет на весь комплекс морфологических, физических, физико-химических, биологических свойств почвы, определяющих ее плодородие и экологические функции. При нефтяном загрязнении, прежде всего, изменяются морфологические свойства почвы. Для загрязненных почв характерен более темный цвет по сравнению с незагрязненными аналогами, большая плотность, наличие маслянистых пленок по граням структурных отдельностей, появление столбчатой структуры в нижней части профиля почвы. Глубина проникновения нефти в почвенном профиле зависит от свойств нефти и гранулометрического состава почвы.

Изменение морфологических признаков почвы влечет за собой изменение физических свойств. Под влиянием нефти увеличивается количество водопрочных агрегатов, происходит агрегирование почвенных частиц, как следствие, увеличивается содержание глыбистых частиц. Изменение физических свойств почвы при загрязнении приводит к вытеснению воздуха нефтью, нарушению поступления воды, питательных веществ, что является главной причиной торможения развития растений, их деградации и полного уничтожения. Ухудшается азотный режим,

поступление кислорода, уменьшается содержание подвижных форм фосфора и калия, отмечается снижение общей кислотности, рост общего содержания гумуса сопровождается его деградацией. Восстановление растительности возможно лишь при физической деградации нефти и ее микробного разложения [Васильев, 1998].

НУВ просачиваются из почвенно-грунтовой толщи в грунтовые воды, где также происходит их загрязнение. Загрязнение поверхностных водных объектов возможно при непосредственном попадании нефти в воду или же со склоновым стоком с нефтезагрязненных территорий.

При солевом загрязнении происходит постепенная эвтрофикация, увеличивается доля осок и пушицы, сокращается покрытие сфагновыми мхами, усиливаются процессы разложения торфа. При больших концентрациях солей наблюдается усыхание древостоев в любых ландшафтных комплексах. Гибель растительности связана с токсичным действием растворов, поскольку больше всего распространено хлоридно-натриевое засоление почв.

Нарушения в ландшафтной структуре водосбора при нефтегазодобыче приводит к трансформации стока рек [Хорошавин, 2005]. Трансформация ландшафтов водосбора способствует уменьшению слоя стока с каждого ландшафтного комплекса, а вследствие этого происходит уменьшение объема стока в речную систему. Вода, оставшаяся в пределах комплексов, приводит к постепенному заболачиванию или обводнению вокруг объектов инфраструктуры месторождения. Благодаря этим процессам фиксируется смена ландшафтного комплекса, например, с лесного на болотный, а также возможно образование изолированных участков внутреннего стока. Данную трансформацию ландшафтных комплексов в пределах водосборов рек можно заметить при использовании свежих космоснимков.

Подводя итог главы можно отметить, что антропогенная трансформация ландшафтов - процесс изменения природных компонентов и комплексов под воздействием производственной и любой другой

деятельности людей. Бесконтрольная и ненормированная хозяйственная деятельность человека может привести к деградации ландшафтной структуры. Трансформацию ландшафтов можно фиксировать, обратив внимание на компоненты ландшафта. В научной среде больше всего освещается трансформация рельефа, почвы и растительности.

В нефтедобывающих регионах данная отрасль является основной причиной трансформации ландшафтов. Добыча трансформирует естественные ландшафты, что приводит к активизации опасных экзогенных геологических процессов и явлений. Трансформация ландшафтов отражается в коренном изменении лито-геоморфологической основы, изменении условий средообитания, приводящие к трансформации растительности и почвенного покрова

Нарушения в ландшафтной структуре бассейна реки приводит к трансформации стока. Трансформация в пределах бассейна рек способствует уменьшению слоя стока с ландшафтных комплексов, тем самым снижая объем стока в речную систему. Вода, оставшаяся в пределах комплексов, приводит к заболачиванию и обводнению вокруг объектов инфраструктуры месторождения.

Сам вопрос воздействия нефтедобычи на ландшафты далеко не новый. Но с каждым годом происходит усиление антропогенной нагрузки на ландшафты; все больше ландшафтов подвергаются трансформации. Комплексная оценка трансформации позволит выявить типичные изменения в ландшафтной структуре, их площадь распространения.

ГЛАВА 2. ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ

В главе рассматриваются основные методики, на основе которых дается оценка трансформации ландшафтов. Также в главе обозначены материалы, которые были использованы в ходе исследования; приведена краткая характеристика их обработки.

2.1. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ

Изучение техногенной нагрузки, оказываемой на ландшафтные комплексы, уже многие годы является одним из востребованных направлений изучения физико-географической исследований. Моделирование трансформированных систем и их оценка до сих пор относится к нерешенным задачам. Проблема заключается в том, что воздействие человека на ландшафтную оболочку, являющуюся как средой его обитания, так и местом действия его хозяйственной деятельности, постоянно увеличивается. Существует множество методов, которые используются для определения степени трансформации ландшафтов (картографический, исторический, сравнительно-географический, математический, полевой, дистанционный и т.д.). Однако при столь широком выборе методов исследования единой методики для оценки степени трансформации антропогенных ландшафтов не существует. Причина отсутствия единой методики заключается в сложности объектов исследования, для которых присущ эмерджентный характер, несвойственный для покомпонентной и поэлементной оценке трансформации геосистем [Занозин, Бармин, Валов, 2019].

На основе анализа работ, посвященных оценке степени трансформации ландшафтов, можно выделить следующие факторы, рассматриваемые чаще других: распаханность территории, соотношение категорий земель,

соотношений площадей угодий. При оценке антропогенной нагрузки довольно часто ученые вводят бальные шкалы. С развитием таких методов исследования, как дистанционный и космический, появлялись и новые подходы к изучению преобразованности территорий.

Ландшафтные исследования. В этот метод входят исследования, проводимые в полевых и камеральных условиях. В полевых условиях на каждой стационарной площадке производится сбор данных. Наблюдения, осуществляемые в полевых условиях, включают в себя изучение комплекса условий (геолого-геоморфологических, климатических, гидрологических, почвенно-ботанических), в которых возможно обнаружение признаков изменения компонентов ландшафта. Для большего охвата территории исследования проводятся по направлению север-юг и запад-восток, а для наблюдения направленности динамики ландшафтов исследования осуществляются ежегодно в течение 5 лет. Особое внимание уделяется вырубкам леса, гарям и горельникам, эрозии, подтоплениям, наличию антропогенных объектов. Далее полученные данные подвергаются обработке в камеральных условиях. Для характеристики территории в целом и наглядности применяются геоинформационные технологии.

Комплексное ландшафтное картографирование. Картографический подход позволяет получить высокоинформативные документы, в которых отражают современное состояние ландшафтов или отдельных компонентов [Картографирование..., 1982]. Цель ландшафтного картографирования состоит в выявлении, определении границ и классификации естественных (ненарушенных) и нарушенных ландшафтных комплексов. При этом необходимо установить и описать не только особенности и внутренние связи комплекса, но и хозяйственную структуру каждой конкретной территории [Никитина, Олзоев, 2014].

В настоящее время особое внимание уделяется средствам и программам, с помощью которых создаются электронные и цифровые карты [Олзоев, 2013]. При создании таких карт применяются методы

геоинформационного картографирования и дистанционного зондирования. Суть дистанционных исследований состоит в анализе взаимосвязей между свойствами объектов и их изображением на аэрокосмических снимках, дающие возможность определить основные изменения в параметрах компонентов ландшафта [Кейко, Коновалова, 2004]. Космические снимки ценны тем, что сразу отражают все компоненты природной среды и взаимосвязи между ними, обладают большой обзорностью, высоким уровнем разрешающей способности, высокой степенью генерализации, регулярным обновлением [Никитина, Олзоев, 2014].

Составление рядов саморегулирования, самовосстановления и трансформации. Для данного метода исследования выбираются определенные типы ландшафтов (в зависимости от степени антропогенного воздействия) и оценивается их состояние и стадия дигрессии. На основе произведенного анализа строятся ряды саморегулирования, самовосстановления и трансформации. Основой для анализа становится смена сукцессий. Такие ряды отражают возможные пути трансформации или саморегулирования ландшафтов. В случае увеличения техногенной нагрузки ландшафтный комплекс деградирует, при ослаблении или прекращении нагрузки – самовосстанавливается [Хасанова, 2017].

Оценка степени техногенной трансформации ландшафта. Наиболее доступным и удобным способом оценки техногенного воздействия является определение нарушенных земель и их доли в общей площади территории исследования [Соромотин, 2010]. Оценка степени трансформации ландшафта через площадь нарушений детально рассмотрена Камышевым А.П. Им была предложена формула (2.1) для расчета степени нарушенности:

$$K_n = F_n / F_l, \quad (2.1)$$

где K_n – степень нарушенности,

F_n – площадь нарушенных земель,

F_l – общая площадь изучаемой территории.

Следует сказать, что оценка проводится поэлементно. Сначала рассчитывают степень нарушенности для каждого типа ландшафта, затем для каждого вида нарушений в пределах одного типа ландшафта, суммарно для каждого вида нарушений в пределах всей территории, суммарно для всей территории по всем типам нарушений [Камышев, 1999]. Недостаток этого метода в том, что он не отражает специфику техногенного воздействия на разных уровнях ландшафта, поскольку в работе не уточняется способ определения общей площади типов ландшафта - для фаций, урочищ и типов местности [Соромотин, 2010].

Оценка степени техногенной нарушенности. Данная методика учитывает воздействие на разных ландшафтных уровнях. Оценка производится в три этапа:

- Оценка ландшафтного разнообразия;
- Определение различных видов нарушений в различные временные отрезки;
- Расчет коэффициента удельной техногенной нарушенности ландшафта.

На первом этапе рассчитывается удельный ландшафтный коэффициент, отражающий ландшафтное разнообразие. Для этого необходимо определить общее количество контуров урочищ в пределах исследуемой территории. Вычисление удельного ландшафтного коэффициента проводится по формуле (2.2):

$$\text{УЛК} = \frac{S_{\text{сред.ур}}}{S} = \frac{1}{N}, \quad (2.2)$$

где УЛК – удельный ландшафтный коэффициент,

$S_{\text{сред.ур}}$ – площадь среднего урочища,

S – площадь исследуемой территории,

N – количество контуров урочищ в пределах исследуемой территории.

На втором этапе определяют различные виды площадных нарушений в различные временные отрезки. Поскольку эта методика по большей части

применима к территориям месторождений, то в качестве временных отрезков выступают различные этапы освоения.

Третий этап завершает всю цепочку расчетов. На этом этапе вычисляется коэффициент удельной техногенной нарушенности по формуле (2.3):

$$УТН = УЛК * S_{н} * 100 / S_{\text{сред,ур}}, \quad (2.3)$$

где УТН – коэффициент удельного техногенной нарушенности,

УЛК – удельный ландшафтный коэффициент,

$S_{\text{сред,ур}}$ – площадь среднего урочища,

$S_{н}$ – площадь техногенного нарушения.

Достоинство формулы (2.3) в том, что она упрощается до отношения между общей площадью нарушенных земель к общей площади исследуемой территории, однако в таком случае исчезает качественное содержание [Соромотин, 2010].

Оценка степени нарушенности по косвенному показателю. Отдельные морфологические подразделения ландшафта нередко подвергаются однотипному воздействию с одинаковой интенсивностью. Ландшафтные комплексы более высокого уровня одновременно подвергаются разнообразным техногенным нагрузкам, сложно сочетающихся во времени и пространстве [Исаченко, 2003]. В таком случае возникает проблема оценки техногенной нагрузки, поскольку она не может основываться на каком-то одном натуральном показателе. Выход был найден в использовании косвенного показателя. Эмпирически установлено, что плотность населения может использоваться как этот косвенный показатель. С изменением плотности населения соотносятся уровень освоенности территории, интенсивность хозяйственной деятельности, степень антропогенного воздействия на ландшафты [Гусев, 2005].

Для оценки степени нарушенности через плотность населения рекомендуется использовать уровни градации, представленные в таблице 2.1.

Градации оценки уровня нарушенности по плотности населения
[Кочуров, 1999]

Степень нарушенности	Плотность населения, чел./км ²
Малоосвоенные земли с преобладанием естественных ненарушенных ландшафтов	Менее 1
Земли со средней интенсивностью использования	1-200
Интенсивно освоенные земли с преобладанием антропогенных ландшафтов	200-1000
Преимущественно урбанизированные ландшафты	Более 1000

Шкала, указанная в таблице 2.1, не является единственной, для каждого конкретного случая возможно ее уточнение в зависимости от площади исследуемой территории, степени неоднородности распределения населения по территории и по иным причинам [Кочуров, 1999].

Определение оптического эффекта изменения систем. Как уже было сказано ранее, с внедрением новых методов исследования возникают такие новые подходы в изучении антропогенной преобразованности ландшафтов. Одним из таких методов является определение оптического эффекта антропогенного изменения природных систем, введенная Б.В. Виноградовым в 1984 г. Оптический эффект – это разница между спектральными коэффициентами неизменной системы и антропогенной производной на ее месте (формула 2.4):

$$\Delta p = p_z - p_i, \quad (2.4)$$

где Δp – оптический эффект изменения систем,

p_z – спектральный коэффициент неизменной (эталонной) системы,

p_i – спектральный коэффициент антропогенной производной системы.

Стоит отметить, что отрицательный оптический эффект системы связан с увеличением отражательной способности измененной системы. На космических снимках он выявляется по более светлому тону изображения по сравнению с исходным комплексом [Виноградов, 1984].

Суммарная антропогенная нагрузка. Опираясь на разработанную эколого-хозяйственного баланса территории, Б.И. Кочуров создал формулу (2.5) вычисления суммарной антропогенной нагрузки:

$$An = \sum_{i=1}^n S_i * B_i, \quad (2.5)$$

где An – суммарная антропогенная нагрузка,

S_i – площадь использования земель, %,

B_i – балльная оценка антропогенной нагрузки по i -виду с учетом корректировок по дополнительным факторам;

n – число групп.

Балльная оценка степени антропогенного воздействия представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Оценка степени антропогенного воздействия по группам видов использования земель (в баллах) [Кочуров, 1999]

Группы видов использования земель	Оценка степени антропогенного воздействия, балл
Неиспользуемые земли	0-3
Сельскохозяйственные земли со сравнительно малой интенсивностью землепользования	4-8
Сельскохозяйственные земли с высокой интенсивностью землепользования	9-12
Застроенные земли (поселений, промышленные, транспортные)	13-15

Также Б.И. Кочуровым разработаны *индексы относительной и абсолютной экологической напряженности*, рассчитываемые по формуле (2.6) и формуле (2.7) соответственно:

$$K_0 = \frac{AH_4 + AH_5 + AH_6}{AH_1 + AH_2 + AH_3}, \quad (2.6)$$

$$K_A = \frac{AH_6}{AH_1}, \quad (2.7)$$

где K_0 – индекс относительной экологической напряженности,

K_A – индекс абсолютной экологической напряженности,

AH_1 – земли с очень низкой антропогенной нагрузкой,

$АН_2$ – земли с низкой нагрузкой,

$АН_3$ – земли со средней нагрузкой,

$АН_4$ – земли с высокой нагрузкой,

$АН_5$ – земли с очень высокой нагрузкой,

$АН_6$ – земли с высшей нагрузкой [Кочуров, 1999].

Индексы были введены для того, чтобы показать отношение между площадями земель, сильно нарушенных разработкой, и территорией, мало тронутой или практически не тронутой хозяйственной деятельностью человека. Чем меньше коэффициенты, тем благоприятнее состояние окружающей среды. Расчет индексов производится на основе анализа структуры землепользования исследуемой территории [Занозин, Бармин, Валов, 2019].

Коэффициент антропогенной преобразованности ландшафтов. В 1988 году П.Г. Шищенко выводит коэффициент антропогенной преобразованности (формула 2.8):

$$K_{ан} = \sum_{i=1}^n \frac{r_i * p_i * q_i}{100}, \quad (2.8)$$

где $K_{ан}$ – коэффициент антропогенной преобразованности,

r_i – ранг антропогенной преобразованности ландшафта i -вида природопользования,

p_i – площадь территории с данным рангом природопользования,

q_i – индекс глубины преобразованности ландшафта.

Каждый вид природопользования имеет свой ранг преобразованности: ООПТ – 1, леса – 2, болота и заболоченные земли – 3, луга – 4, сады – 5, пашня – 6, сельскохозяйственная застройка – 7, городская застройка – 8, каналы, водохранилища – 9, промышленные объекты – 10.

Методом экспертной оценки устанавливается вес каждого вида природопользования в суммарной преобразованности региона. Принятые индексы глубины преобразованности ландшафтов: 1 – охраняемые территории; 1.05 – леса; 1,1 – болота, заболоченные земли; 1,15 – луга; 1,2 –

сады; 1,25 – пашня; 1,3 – сельскохозяйственные застройки; 1,35 – городские территории; 1,4 – водохранилища; 1,5 – промышленные объекты.

Для градации исследуемой территории по коэффициенты антропогенной преобразованности изначально была принята пятиступенчатая шкала преобразованности ландшафтов:

- Слабо преобразованные (2,00 – 3,80),
- Преобразованные (3,81-5,30),
- Средне преобразованные (5,31-6,50),
- Сильно преобразованные (6,51-7,40),
- Очень сильно преобразованные (7,41-8,00) [Шищенко, 1988].

Чуть позже теоретические наработки П.Г. Шищенко были адаптированы к исследованиям различных условий, а также дополнены значения рангов и индексов в соответствии с существующими видами природопользования, расширена шкала оценки преобразованности ландшафтов, в которую добавились непреобразованные (<2,00) и трансформированные ландшафты (8,01-10,00) [Калинчук, 2016; Михайлов, 2012].

Локальные ареалы экологических проблем. В данной методике в пределах ландшафта определяется набор экологических проблем. Ареал распространения каждой проблемы выделяется. В каждом выделенном ареале проблемы оценивается ситуация в баллах от 1 до 6 (1 – проявление начальных признаков, 6 – острое проявление проблемы). Затем с учетом этих данных оценивается степень трансформированности всего ландшафта по формуле (2.9):

$$T = \sum_{i=1}^n \frac{p_i * s_i}{S}, \quad (2.9)$$

где T – индекс трансформации ландшафта,

s_i – ареал выявлений i -вой экологической проблемы,

p_i – степень проявления (в баллах) i -вой экологической проблемы,

S – площадь всего ландшафта [Гусев, 2005].

Комплексная оценка состояния природных сред.

Оценка состояния природных сред включает в себя анализ связей между состоянием и свойствами исходных ландшафтов, характеристики техногенной нагрузки на исследуемой территории и интенсивностью возникающих нарушений.

Сложность техногенно обусловленной трансформации ландшафтов определяет необходимость учета не только всех сочетаний техногенных нагрузок, но и глубины возникающих в таком случае изменений.

Если все формы преобразования ландшафтов ранжировать относительно их ненарушенности, то все получившиеся многочисленные варианты могут быть сведены в три основных вида:

- Деградацию природных систем;
- Восстановление;
- Трансформацию (переход из одних типов в другие).

В пределах каждой выделенной группы по преобразованию морфологической структуры и геохимических свойств ландшафтов можно выделить несколько градаций интенсивности – от чрезвычайно сильных до очень слабых.

У каждого исходного ландшафта должны выделяться и оцениваться все формы изменения природных процессов. Критерии оценок и индикационные признаки, позволяющие разделить те или иные формы преобразования ландшафтов по интенсивности представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Критерии типизации глубины преобразования и восстановления структуры и свойств исходных природных комплексов [Солнцева, 1998; с дополнениями автора]

Направление техногенно обусловленного развития	Интенсивность направления	Критерии оценок	Индикационные признаки
Полное разрушение или частичная деградация исходных природных комплексов	Чрезвычайно сильная	Глубокие, часто необратимые изменения свойств исходных ландшафтов, вплоть до их полного разрушения или преобразования. Самовосстановление невозможно, необходима рекультивация	Формирование безжизненных поверхностей в краевой части объектов хозяйственной деятельности (УКПГ, кусты скважин, автодороги и т.д.), разрушение или перестройка мезо- и микрорельефа, нарушения гидрологического и мерзлотных процессов, загрязненные токсичными компонентами территории
	Сильная	Интенсивные нарушения природных процессов и свойств исходных ландшафтов. Формирование полностью безжизненных поверхностей, возможно их частичное самовосстановление	Безжизненные поверхности с частично разрушенными почвами и заменой их техногенными грунтами при прокладке коридоров трубопроводов (газопроводы, нефтепроводы, водоводы). Перестройка гидрологического режима и мерзлотных процессов
	Средняя	Существенное разрушение или деградация отдельных компонентов ландшафтов (растительного покрова, почв) при частичном сохранении морфологических признаков исходных природных комплексов	Полная гибель или разрушение растительного покрова, частичное разрушение почв при сохранении рельефа поверхности в результате внедорожных проездов техники и прокладки автозимников

Продолжение таблицы 2.3

Направление техногенно обусловленного развития	Интенсивность трансформации	Критерии оценок	Индикационные признаки
Полное разрушение или частичная деградация исходных природных комплексов	Слабая	Частичное изменение (или разрушение) отдельных компонентов ландшафтов при значительном сохранении морфологической структуры природных систем	Частичное разрушение растительного покрова при сохранении свойств почв (гари, вырубки)
Восстановление разрушенных и (или) деградированных природных комплексов	Очень слабая	Растения-пионеры и очень редкие растительные группировки на безжизненных грунтах	Проективное покрытие не превышает 1 - 5%
	Слабая	Первичные растительные группировки на техногенных грунтах	Проективное покрытие 5-25%
	Средняя	Активное формирование растительного покрова по всей площади нарушенных природных комплексов	Проективное покрытие 25-50%
	Активная	Сформированный растительный покров, начальные этапы почвообразования	Проективное покрытие превышает 50%
	Очень активная	Полное восстановление растительного покрова, восстановление почв и почвенного покрова	Признаки нарушений отсутствуют
Трансформация исходных природных комплексов без их разрушения	Слабая	Появление вторичных изменений структуры растительности при преобразовании профиля почв и гидрологического режима	Появление иных видов растений, изменением почвенного профиля

Продолжение таблицы 2.3

Направление техногенно обусловленного развития	Интенсивность трансформации	Критерии оценок	Индикационные признаки
Трансформация исходных природных комплексов без их разрушения	Средняя	Переходные состояния трансформируемых природных комплексов	Меняющееся с течением времени соотношение исходных и измененных признаков
	Активная	Интенсивное и полное замещение исходных природных комплексов, глубокая перестройка биоценозов, слабые остаточные признаки исходных почв	Полная перестройка структуры биоценозов, в некоторых случаях – сохранение отдельных видов растений, преобразование профиля почв

Несмотря на то, что критерии оценок преобразования из таблицы 2.3 практически не имеют количественных значений и ориентированы на качественные характеристики, они позволяют достаточно строго разделять преобразованные территории в соответствии с глубиной их нарушений [Солнцева, 1998].

Следует отметить, что подобная оценка нарушений ландшафтов, но в более краткой форме, проводится в рамках локального экологического мониторинга лицензионных участков недр в пределах Ямало-Ненецкого автономного округа [Постановление Правительства ЯНАО..., 2013]

Диагностика техногенной трансформации ландшафтов на основе биоиндикации. Биондикация загрязнений основывается на изучении различных биохимических, физиологических, анатомических, морфологических и других отклонениях в развитии организмов и их сообществ, которые возникают под воздействием антропогенных факторов. Особое положение растений в ландшафте позволяет их использовать в качестве индикаторов трансформации. Наиболее информативными видами-индикаторами техногенеза в Западной Сибири являются багульник, сосна обыкновенная, лиственница, зеленые мхи, брусника и черника. Благодаря таким морфологическим изменениям и характеристикам видов-индикаторов как хлороз, некроз, тератогенез, возраст хвои, видовой состав, запас биомассы появляется возможность фиксировать трансформацию ландшафта, в котором эти растения находятся.

Значимым индикатором техногенной трансформации ландшафтов являются плеяды – группы тесно связанных видов. Виды, входящие в состав плеяд, позволяют прогнозировать характер изменения фитоценозов при увеличении техногенной нагрузки.

Эффективность применения биоиндикаторов повышается при комплексных ландшафтных исследованиях, выявлении индикаторов техногенеза, анализе трансформации всех составляющих комплекса. Особое внимание стоит уделять системам «почва-растение» и «воздух-растение»,

поскольку химический состав и состояние индикаторов значительно зависит от этих компонентов [Опекунова, 2013]

В исследованиях зарубежных ученых также можно отметить стремление к синтезу количественного и качественного анализа степени преобразованности ландшафтов. Так, в 2004 году испанский биолог и эколог A. Machado представил свой индекс естественности территории (an index of naturalness). Данный индекс является синтезом использования качественного фона и элементов описания каждой цветовой градации. Автор заявляет, что с помощью данного индекса можно изучать целые экосистемы в любом пространственном масштабе [Machado, 2004]. Данный индекс требует доработки, поскольку многие из цветовых категорий весьма надуманные, а изучаемый пространственный масштаб должен быть более ограничен [Mike, 2013].

В 2012 году зарубежными учеными была представлена расчет средней степени естественности (mean degree of naturalness). Степень естественности оценивается с помощью семибалльной шкалы, которая позволяет оценить воздействие человека на растительный, животный мир и экосистемы в целом. Шкала оценки степени естественности представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Шкала оценки степени естественности [Rudisser, Tasser, Tappeiner, 2012]

Степень естественности	Описание
Природная	Природные системы с минимальным антропогенным влиянием (голые скалы, природные леса)
Почти естественная	Природная структура и тип экосистемы в основном такие же, как и в естественных условиях, но некоторые характеристики изменяются в результате антропогенного воздействия (болота и пустоши)
Полуестественная	Природная экосистема была преобразована в новый тип из-за антропогенной деятельности (альпийские луга)

Продолжение таблицы 2.4

Степень естественности	Описание
Преобразованная	Помимо измененного типа экосистемы, присутствует антропогенная нагрузка на почвы (виноградники)
Культивированная	Интенсивные регулярные воздействия приводят к разрушению почвенного покрова; природные ПТК сведены к минимуму (пашня)
Искусственная с природными элементами	Искусственные системы с природными элементами; интенсивные и необратимые изменения рельефа и ландшафтной структуры (участки добычи полезных ископаемых)
Искусственная	Искусственные системы или конструкции (промышленные объекты)

Рассмотренные работы показывают, что основными факторами, на которые опираются ученые в своих работах по исследованию трансформации ландшафтов, являются: площадь инфраструктуры, уровень использования земли, антропогенное воздействие на гидрологический режим, состояние сельскохозяйственных территорий. Многие исследователи при анализе трансформации ландшафтов используют балльную систему, применяют математические расчеты. Весьма обоснованным является применение данных дистанционного зондирования Земли. Комбинированный подход в данной проблеме может быть применен к ПТК различной иерархии.

2.2. МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБРАБОТКА

Первичными материалами для оценки трансформации ландшафтов бассейна реки Мулымья являются космические снимки, отснятые спутниками Landsat 7, RapidEye и Sentinel-2. Информация о спутниках и получаемом материале представлена в таблице 2.5.

Характеристика используемых спутников [составлено автором]

Тип спутника ДЗЗ	RapidEye	Sentinel-2	Landsat-7
Дата запуска	29.08.2008	23.06.2015	15.04.1998
Разрешение, м	6,5 (ms)	10 (ms)	15 (pan) 30 (ms)
Высота, км	634	786	705
Количество спектральных каналов	5	13	8
Полоса захвата, км	78	290	185

Материалы ДЗЗ, отснятые вышеуказанными спутниками, были взяты с сайта Геологической службы США (USGS).

Для оценки трансформации ландшафтов были использованы космические снимки, отвечающие заданным параметрам:

- Съемка в теплый период года,
- Полный охват исследуемой территории,
- Малая облачность (менее 10 %),
- Высокое разрешение снимков.

Космические снимки, сделанные в холодный период года, не подходят для дешифрирования техногенных объектов и ландшафтов, поскольку снежный покров является усложняющим фактором. По этой причине для более точного контурного дешифрирования использовались снимки, снятые в теплый период года (конец весны – лето).

Высокая облачность также препятствует детальному дешифрированию ландшафтов, поэтому при загрузке космоснимков устанавливались дополнительные параметры, исключающие снимки с большим количеством облаков.

Разведка и строительство объектов инфраструктуры месторождения на некоторых лицензионных участках недр началось еще в середине 80-х годов XX века, однако получить космоснимки высокого разрешения за период 1980-1990е гг. не удалось. Было загружено около 50 космоснимков на исследуемую территорию в период с 2001 по 2021 гг., но в ходе работы их

количество также уменьшилось по причине неподходящего качества. По итогу в ходе работы использовались космические снимки за 5 лет эксплуатации лицензионных участков недр (2001, 2006, 2011, 2017, 2021 гг.).

После формирования библиотеки космоснимков необходимо было сделать их пригодными для дальнейшего анализа. Предобработка космических снимков проводилась в программном комплексе QGIS 3.16.6; построение ландшафтных карт и подсчет площадей производилось в ArcGIS 10.5.

QGIS – свободная геоинформационная система, которая имеет широкий набор инструментов для создания картографического материала, поддерживает множество векторных и растровых форматов, а также баз данных.

Для предобработки космоснимков в QGIS использовался модуль Semi-Automatic Classification Plugin. В модуле сначала использовалась функция Preprocessing. В ней производились подключение необходимого вида съемки, загрузка папки с космоснимком, а также добавлялись поправки по некоторым каналам и важным параметрам (Рисунок 2.1, 2.2).

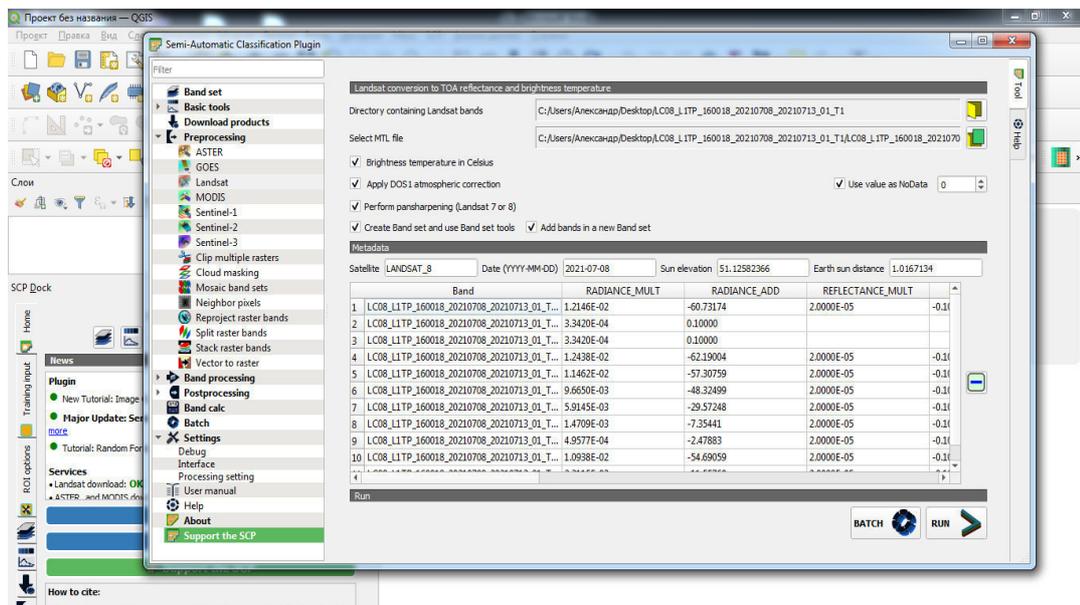


Рис. 2.1. Работа в Semi-Automatic Classification Plugin [фото автора]

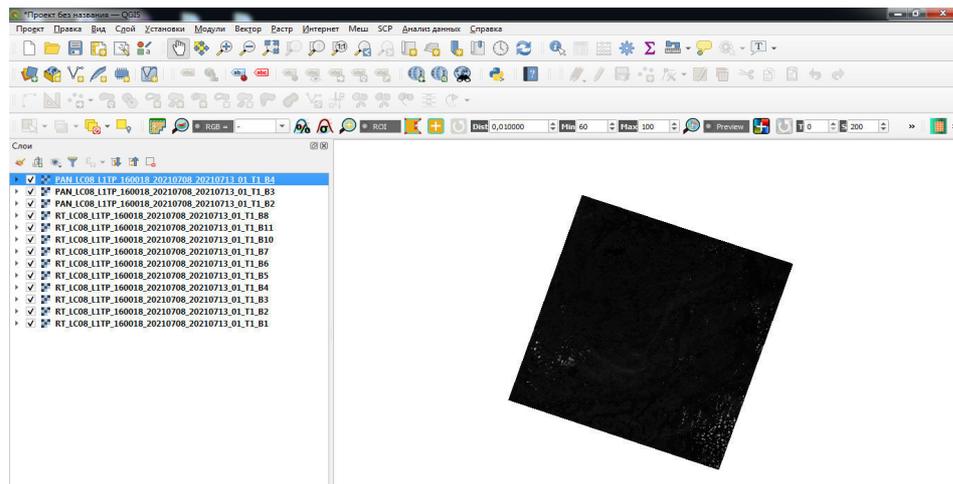


Рис.2.2. Космический снимок после применения функции Preprogressing в QGIS [фото автора]

Далее работа производится во вкладке Band set. В выпадающем списке снизу выбираем используемый тип съемки с порядком каналов, которые надо расположить в правильном порядке. Если все сделано правильно, то появляется виртуальный растр с космоснимком. Далее для интерпретации комбинаций каналов необходимо перейти во вкладку Basic tools и выбрать RGB list. Для более привычного вида космического снимка используется комбинация каналов 4-3-2. Это комбинация «естественных цветов». Здесь используются каналы видимо диапазона, поэтому объекты земной поверхности выглядят похожими на то, как они воспринимаются человеческим глазом (Рисунок 2.3).

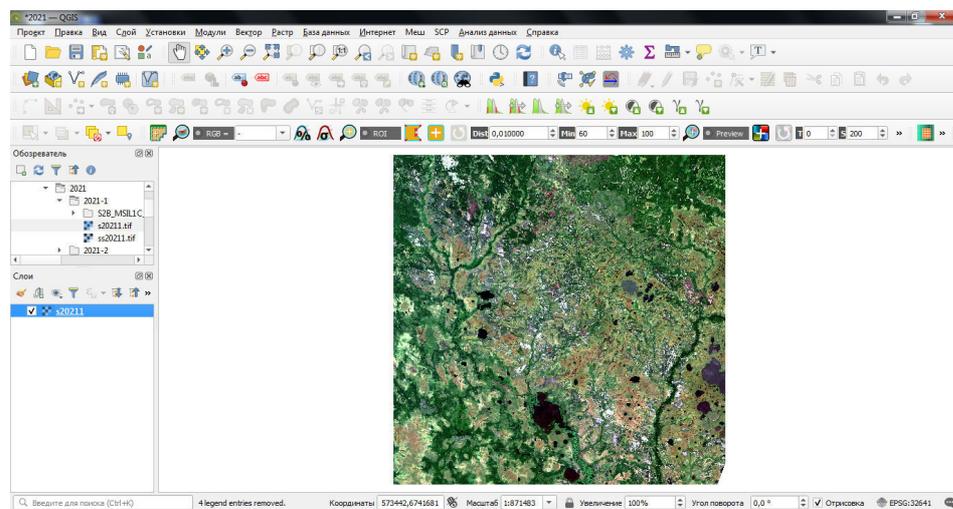


Рис.2.3. Комбинация каналов 4-3-2 на космическом снимке [фото автора]

Расчет площадей ландшафтов производится в таблице атрибутов с помощью функции «Вычислить геометрию» (Рисунок 2.6).

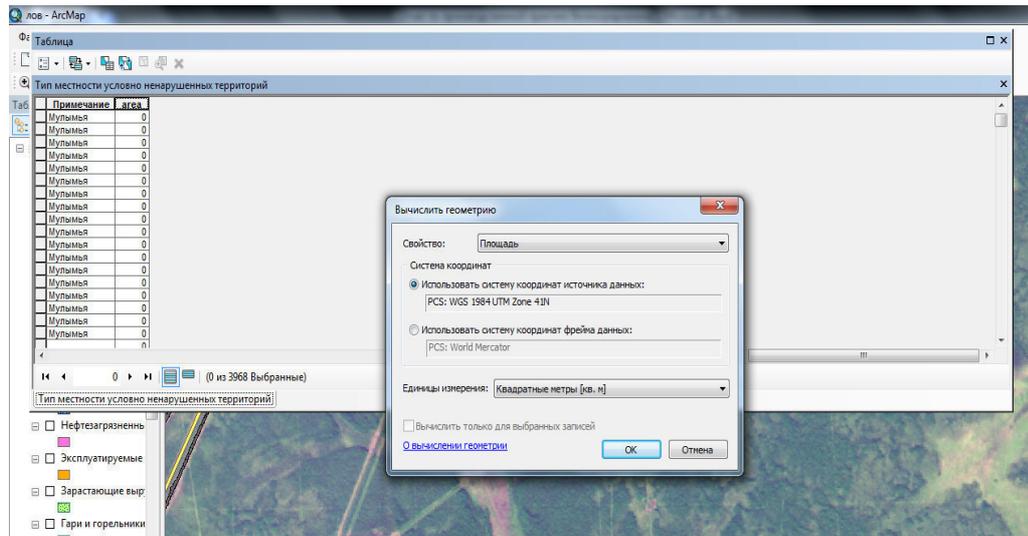


Рис 2.6. Расчет площадей ландшафтов в ArcGIS [фото автора]

После вычисления площадей необходимо просуммировать их по каждому типу местности. Имея суммарные значения площадей, производится оценка трансформации ландшафтов.

Подводя итог главы 2, можно сказать, что при изучении трансформации ландшафтов возможно применение множества методов, различающихся между собой исследуемыми признаками, длительностью проведения, использованием определенных технологий и т.д. основными факторами, на которые опираются ученые в своих работах по исследованию трансформации ландшафтов, являются: площадь инфраструктуры, уровень использования земли, антропогенное воздействие на гидрологический режим, состояние сельскохозяйственных территорий. Наиболее информативным в таких исследованиях является комбинированный подход, включающий в себя изучение как качественных, так и количественных характеристик.

Для выполнения исследования был применен метод комплексной оценки состояния природных сред, а также был произведен расчет коэффициентов преобразованности ландшафтов.

Первичными материалами для оценки трансформации ландшафтов бассейна реки Мулымьи являются космические снимки. Материалы ДЗЗ были взяты с сайта Геологической службы США (USGS). По итогу в ходе работы использовались космические снимки за 5 лет эксплуатации лицензионных участков недр (2001, 2006, 2011, 2017, 2021 гг.). С помощью программных продуктов QGIS 3.16.6 и ArcGIS 10.5 космические снимки были преобразованы, оцифрованы; также для них была составлена таблица атрибутивных значений и рассчитана площадь каждого типа местности.

ГЛАВА 3. ДЕШИФРИРОВАНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

В главе повествуется о способах ранжирования антропогенных ландшафтов: приведен краткий обзор существующих классификаций, описана новая классификация антропогенных ландшафтов Тюменской области, выявлены дешифровочные признаки для каждого типа местности антропогенных ландшафтов бассейна реки Мулымья. На основе анализа космических снимков и с учетом новой классификации антропогенных ландшафтов составлена ландшафтная карта бассейна реки Мулымья в границах исследуемых лицензионных участков недр.

3.1. ОБЗОР КЛАССИФИКАЦИЙ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Методам классификации антропогенных ландшафтов посвящено большое количество литературы, но до сих пор нет единой точки зрения на эту тему. Основная проблема состоит в том, что влияние человека на окружающую среду неоднозначно. Определенный тип воздействия человека на окружающую среду может вызвать каскад изменений и последствий, когда как другое воздействие, оказываемое с той же силой, изменяет среду в гораздо меньшей степени. За прошедшие годы исследований и разработок были выработаны несколько подходов к классификации антропогенных ландшафтов.

Долгие годы в научной литературе существовало упрощенное деление ландшафтных комплексов на естественные и культурные. Однако в 1965 году А.Г. Исаченко предложил более подробную классификацию ландшафтов, подвергшихся воздействию со стороны человека. В ней он выделял такие ландшафты:

1. Условно неизменные (первобытные) ландшафты. К ним относятся те природно-территориальные комплексы, которые человек мало использует в своей деятельности;

2. Слабо измененные ландшафты, которые подвергаются преимущественно хозяйственному воздействию (охота, рыбная ловля, выборочная вырубка леса) и затрагивает отдельные компоненты среды;

3. Сильно измененные (нарушенные) ландшафты, подвергшиеся длительному интенсивному воздействию, которое затрагивает все компоненты природной среды и нарушает структура ландшафтов, часто необратимо;

4. Преобразованные (собственно культурные) ландшафты, чья структура изменена и оптимизирована для нужд общества. Для такого ландшафты характерны высокая производительность, экономическая эффективность. Здесь создана оптимальная среда для жизни населения, но в тоже время она нуждается в постоянном регулировании и поддержании благоприятных условий [Исаченко, 1965].

Как мы видим, классификация А.Г. Исаченко составлена с учетом одного фактора – степени воздействия хозяйственной деятельности человека на природные комплексы.

В 1973 году Ф.Н.Мильков в труде «Человек и ландшафты: очерки антропогенного ландшафтоведения» вводит в антропогенное ландшафтоведение качественно новые классификации антропогенных ландшафтов, где классифицирование производится по признакам, являющимся наиболее существенными в структуре ландшафтного комплекса. Кратко обозначим их.

1. Классификация антропогенных ландшафтов по содержанию:

- Сельскохозяйственные комплексы (поля, луга, сады и т.д.);
- Лесные комплексы (искусственные леса, вторичный лес);
- Водные комплексы (пруды, водохранилища);
- Промышленные комплексы (любые объекты промышленности, в том числе дороги);
- Селитебные комплексы (ландшафты населенных пунктов);
- Рекреационные комплексы (курорты, места отдыха);

- Беллигеративные комплексы (окопы, траншеи, воронки взрыва);
- Утилизационные комплексы (места хранения отходов).

Ф.Н. Мильков считает эту классификацию наиболее важной из всех разработанных им классификаций. Каждый из видов этих комплексов имеет специфичные особенности и требует определенных приемов для изучения.

2. Классификация антропогенных комплексов по глубине воздействия человека на природу:

- Антропогенные неоландшафты, которыми можно считать заново созданные человеком ранее не существовавшие в природе комплексы (например, курган в степи);
- Измененные (преобразованные) антропогенные ландшафты, испытывающие направленное изменение со стороны человека в определенном компоненте, чаще всего в растительности (березовый лес на месте дубравы).

В данной классификации стоит отметить, что если в результате деятельности человека в измененном антропогенном ландшафте происходит смена типа растительности, то можно говорить о возникновении антропогенного неоландшафта.

3. Классификация антропогенных комплексов по их генезису:

- Техногенные ландшафты, возникновение которых связано с различными видами строительства;
- Подсечные ландшафты, являющиеся результатом вырубki леса;
- Пашенные ландшафты, сформировавшиеся в результате распашки территории;
- Пирогенные ландшафты, обусловленные выжиганием растительности для использования земель под пашню или улучшения травостоя;
- Пастбищно-дигрессионные ландшафты, возникшие на месте чрезмерного выпаса скота.

4. Классификация антропогенных комплексов по целенаправленности их возникновения:

- Прямые антропогенные ландшафты – комплексы, специально созданные в результате хозяйственной деятельности человека;
- Сопутствующие антропогенные ландшафты – результат природных процессов, активизированных хозяйственной деятельностью человека.

5. Классификация антропогенных комплексов по длительности их существования и степени саморегулирования:

- Долговечные саморегулируемые ландшафты, которые существуют длительное время без поддержки со стороны человека (например, курганы);
- Многолетние, частично регулируемые ландшафты, которые существуют относительно долгое время, однако иногда нуждаются в мерах со стороны человека (суходольные луга лесных зон);
- Кратковременные регулируемые ландшафты, существование которых необходимо постоянно поддерживать агротехнологическими мероприятиями (посевы культур).

6. Классификация антропогенных комплексов по хозяйственной ценности:

- Культурные (конструктивные) ландшафты – комплексы, постоянно поддерживаемые человеком в оптимальном состоянии для выполнения различных функций (сады, пруды);
- Акультурные ландшафты – комплексы низкого бонитета, являющиеся результатом нерационального ведения хозяйства (овраги, заброшенные карьеры) [Мильков, 1973].

Подход, используемый Ф.Н. Мильковым для классификаций, позволяет охватить довольно обширный спектр ландшафтов и в то же время сфокусировать внимание лишь на каком-то одном признаке.

Некоторые классификации антропогенных ландшафтов носят отраслевой характер. Так, С.А. Мамаев и И.И. Шилова в нефтегазодобывающих районах Среднего Приобья выделили следующие типы антропогенных комплексов:

1. Участки, залитые и загрязненные нефтью на месте лесов, болот, пойменных лугов;
2. Участки, залитые минерализованными сеноманскими водами;
3. Участки нефтяных скважин, факельников и амбаров с нефтью и глинистым раствором.
4. Участки отжига нефти и газа;
5. Участки лесов, усохших и заболоченных в результате нарушения гидрологического режима местности;
6. Завалы и захоронения леса вдоль коммуникаций, по окраинам строительных площадок и производственных объектов;
7. Лесные пожарища;
8. Торфяные насыпи и отвалы, образующиеся вследствие складирования торфа, вывозимого с участков строительства;
9. Торфяно-болотные пустоши, образовавшиеся в результате строительных работ на болотах.
10. Карьеры строительных материалов;
11. Акватории, загрязненные нефтью;
12. Техногенные водоемы, пресноводные и засоленные [Мамаев, Шилова, 1976].

Наиболее известна классификация антропогенных ландшафтов, разработанная В.В. Козиним для нефтегазопромысловых районов Тюменской области. В этой классификации весь комплекс ландшафтов разбит на таксономические единицы – классы и типы антропогенных ландшафтов, типы антропогенной местности. Основу антропогенных ландшафтов нефтегазопромысловых районов составляют ландшафты промышленного класса; большие площади имеют классы лесных,

селитебных, водных антропогенных ландшафтов; реже встречаются сельскохозяйственные антропогенные ландшафты. Все антропогенные ландшафты нефтегазопромысловых районов хоть и имеют генетические и морфологические различия, однако все они определены общими целями создания – разведкой, строительством, эксплуатацией месторождений, добычей, транспортировкой и переработкой углеводородов [Козин, Маршинин, Осипов, 2008].

Классификация антропогенных ландшафтов нефтегазопромысловых районов представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Классификация антропогенных ландшафтов
нефтегазопромысловых районов [Козин, 1993]

Класс антропогенных ландшафтов	Тип антропогенных ландшафтов	Тип антропогенной местности
Промышленный	Нефтегазопромысловый	Поисково-разведочный
		Эксплуатационный
		Подготовки и переработки нефти и газа
	Линейно-транспортный	Трубопроводный
		Дорожный
		Полимагистральный
	Карьерно-отвалный	Монокотлованный
		Мелкокопанковый
		Гидрокарьерный
Дигрессионно-лесной	Вырубочно-дигрессионный	Массивно-вырубочный
		Полосно-вырубочный
		Лентово-вырубочный
Дигрессионно-лесной	Аквально-дигрессионный	Подпрудно-дигрессионный
		Галодигрессионный
	Пирогенно-дигрессионный	Низовых пожаров
		Верховых пожаров
Дигрессионно-болотный	Деструкционно-болотный	Торфяно-пустошный
	Гидроаккумулятивно-болотный	Подпрудный
		Сбросовый

Преимущество данной классификации заключается в том, что она нацелена на конкретный регион. Классификация удобна в использовании и точна в определении классов. Недостаток классификации заключается в

недостаточной универсальности для работы с другими территориями. Еще одним минусом классификации называют то, что она упускает из вида объекты сельского хозяйства, инфраструктуру населенных пунктов, которые имеют свойственные им черты в нефтегазопромысловых районах.

Спустя некоторое время Д.М. Марьинских переработал классификацию В.В. Козина и применил ее для картографирования антропогенных ландшафтов Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения.

Классификация антропогенных ландшафтов Уренгойского НГКМ представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Классификация антропогенных ландшафтов Уренгойского НГКМ

[Марьинских, 2003]

Класс антропогенных ландшафтов	Тип антропогенных ландшафтов	Тип антропогенной местности
Промышленный	Газонефтепромысловый	Поисково-разведочный
		Эксплуатационный
		Подготовки и переработки нефти и газа
		Инфраструктурный
		Детериорационный
		Аварийный
Промышленный	Линейно-транспортный	Трубопроводный
		Дорожный
		Полимагистральный
		Транспортно-авиационный
	Карьерный Песчано-карьерный подтип Торфяно-карьерный подтип	Монокотлованный
		Мелкокопанковый
		Гидроэкскавационный
		Пострекультивационный
Дигрессионно-лесной	Вырубочно-дигрессионный	Лентово-вырубочный
	Аквально-дигрессионный	Подпрудно-дигрессионный
		Галодигрессионный

Продолжение таблицы 3.2

Класс антропогенных ландшафтов	Тип антропогенных ландшафтов	Тип антропогенной местности
Дигрессионно-лесной	Пирогенно-дигрессионный	Верховых пожаров
		Низовых пожаров
Дигрессионно-болотный	Деструкционно-болотный	Торфяно-пустошный
	Гидроаккумулятивно-болотный	Подпрудный
Сельскохозяйственный	Тундрово-пастбищный	Тундрово-пастбищный плакорный
		Тундрово-пастбищный террасовый
		Тундрово-пастбищный долинный
	Агропромышленный	Тепличный
Селитебный Городской подкласс	Многоэтажный	-
	Заводской	
	-	
Сельский подкласс	-	
Утилизационный	-	Утилизационно-селитебный
		Утилизационно-промышленный

Данная классификация отличается большей полнотой учета хозяйственной деятельности человека, но критерии выделения классов смешаны и неоднозначны.

3.2. КЛАССИФИКАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Для анализа ландшафтной структуры водосбора реки Мулымья были составлены ландшафтные карты изучаемых лицензионных участков недр, после чего они были объединены в одну ландшафтную карту бассейна реки. В качестве основы для выделения условно ненарушенных и антропогенных ландшафтов использовались космические снимки за 2001, 2006, 2011, 2017, 2021 гг. Карта антропогенных ландшафтов бассейна реки Мулымья в границах лицензионных участков недр представлена в Приложении 1.

Выделение типов условно ненарушенных ландшафтов основывалось на классификации, разработанной В.В. Козиным и Н.Н. Москвиной [Козин, Москвина, 2001]. Для выделения техногенных комплексов была использована новая классификация антропогенных ландшафтов, разработанная для территории Тюменской области. Основой для новой классификации послужила классификация В.В. Козина для нефтегазопромысловых районов. При картографировании антропогенных ландшафтов использовались такие таксономические единицы, как класс, тип, род антропогенных ландшафтов, тип антропогенных урочищ.

Класс антропогенных ландшафтов – совокупность комплексов, связанных с деятельностью человека в определенной отрасли хозяйства. Понятие класса антропогенных ландшафтов включает в себя направление деятельности человека, набор технических средств, применяемых для деятельности, степень преобразования ландшафта.

Тип антропогенных ландшафтов включает в себя систему взаимообусловленных комплексов, которые возникли в результате воздействия определенного вида хозяйственной деятельности человека. В этой таксономической единице учитывают более узкую специализацию антропогенных ландшафтов.

Род антропогенного ландшафта – совокупность типов антропогенных урочищ и комплексов подчиненных рангов, объединенных определенной функциональной проблемой вида хозяйственного освоения. При выделении родов антропогенных ландшафтов учитывают стадию освоения объектов, расположенных в пределах комплекса, тип эксплуатации объектов и характер трансформации самого комплекса при воздействии определенной отрасли хозяйства.

Типы антропогенных урочищ создаются и развиваются в близких условиях увлажнения, определяемых типом местоположения. Они задают определенную траекторию развития антропогенных ландшафтов и отражаются в их морфоструктуре на уровне типов, родов и видов фаций.

Выделение антропогенных фаций производится на основе определения условий дренирования, геоморфологических и литологических особенностей ландшафтного комплекса.

Основываясь на вышеуказанных принципах выделения была составлена классификация антропогенных ландшафтов в пределах бассейна реки Мулымья (таблица 3.3).

Таблица 3.3

Классификация антропогенных ландшафтов бассейна реки
Мулымья [составлено автором]

Класс антропогенного ландшафта	Тип антропогенного ландшафта	Род антропогенного ландшафта
Промышленный	Нефтегазопромысловый	Поисково-разведочный
		Эксплуатационный
		Постэксплуатационный
	Линейно-транспортный	Трубопроводный
		Дорожный
		Электротранспортный
		Полимагистральный
	Карьерный	Котлованный
		Гидрокарьерный
	Урбо-селитебный	Временный
Лесной	Вырубочно-дигрессионный	Массивно-вырубочный
	Вторично-производный	Рекультивационный
		Сукцессионно-восстановительный
	Гидроморфно-дигрессионный	Подпрудно-дигрессионный
Пирогенно-дигрессионный	Гари	

Промышленный класс антропогенных ландшафтов является основным и доминирующим классом в нефтегазопромысловых районах. Выделение этого класса – результат перестройки естественных ландшафтов с применением разнообразной техники. Большинство антропогенных

ландшафтов промышленного класса можно отнести к долговременным по продолжительности существования. В первую очередь именно этот класс ландшафтов нуждается в рекультивационных мероприятиях. Промышленный класс ландшафтов водосбора реки Мулымья представлен следующими типами антропогенных ландшафтов – нефтегазопромысловый, линейно-транспортный и карьерный.

Нефтегазопромысловый тип антропогенных ландшафтов. Он связан с конкретной отраслью хозяйства – добычей углеводородного сырья. Среди других типов он отличается наибольшим показателем тепломассообмена. В ландшафтах этого типа происходят сложные антропогенные процессы, изымается и привносится большое количество вещества. Для нефтегазопромыслового типа характерна особая композиция антропогенных форм рельефа, конструируемых и создаваемых человеком для добычи полезных ископаемых. В пределах данного типа антропогенных ландшафтов по степени освоения выделены следующие роды антропогенных ландшафтов:

1. *Поисково-разведочный род*, связанный со стадией поисково-разведочных работ месторождений углеводородов. Он включает в себя расчистки под технологические площадки разведочного бурения, площадки факелов временного горения (Рисунок 3.1);



Рис.3.1. Законсервированная технологическая площадка с разведочными скважинами [фото автора]

2. *Эксплуатационный род*, формирующийся на территориях с выявленными запасами углеводородов. В пределах ландшафтных комплексов этого рода происходит добыча сырья, объекты хозяйственной деятельности являются индикаторами стадии эксплуатации месторождения. Здесь можно выявить кустовые и буровые площадки, амбары для воды, шламовые амбары, площадки факелов постоянного или временного горения (Рисунок 3.2);



Рис.3.2. Кустовая площадка [фото автора]

3. *Постэксплуатационный род*, включающий в себя объекты и комплексы, оставшиеся после эксплуатации объекта инфраструктуры месторождения. К таковым можно отнести нефтезагрязненные земли (Рисунок 3.3).



Рис.3.3. Нефтезагрязненные земли около эксплуатируемой кустовой площадки [фото автора]

Линейно-транспортный тип антропогенных ландшафтов. Он включает в себя комплексы, участвующие, как в транспорте полезных

ископаемых, так и в перемещении самого человека. В пределах данной таксономической единицы антропогенных ландшафтов по типу эксплуатации выделены следующие роды антропогенных ландшафтов:

1. *Трубопроводный род* - трубопроводная траншея, надтрубный вал, вдольтрассовые проезды, межтраншейно-отвальная поверхность, русловые переходы и т.д. (Рисунок 3.4);



Рис.3.4. Асфальтированная автомобильная дорога и трубопровод
[фото автора]

2. *Дорожный род*, представленный автомобильными дорогами, зимниками, внутрипромысловыми грунтовыми дорогами (Рисунок 3.4);

3. *Электротранспортный род*, включающий линии электропередачи (ЛЭП), площадки опор ЛЭП (Рисунок 3.5);



Рис 3.5. Линия электропередачи [фото автора]

4. *Полимагистральный род* – коридоры коммуникации, состоящие из комплекса линейных сооружений (ЛЭП, дороги, трубопроводы) (Рисунок 3.6).



Рис.3.6. Коридор коммуникации [фото автора]

Карьерный тип антропогенных ландшафтов. Различия структурных элементов в данном типе антропогенных ландшафтов связаны с технологией эксплуатации. В этой таксономической единице антропогенных ландшафтов по типу эксплуатации можно выделить следующие роды антропогенных ландшафтов:

1. *Котлованный род*, включающий в себя карьерный котлован, внутрикарьерные останцы, прикарьерные дигрессивные поверхности, прикарьерные шлейфы, выемочно-гривистые поверхности и т.д. (Рисунок 3.7)



Рис.3.7. Сухой карьер [фото автора]

2. *Гидрокарьерный род*, формирующийся при добыче грунта со дна водоема методом гидронамыва. Его можно определить по остаточным водоемам, прикарьерным шлейфам и терриконно-отвальным насыпям (Рисунок 3.8).



Рис. 3.8. Гидронамывной карьер [фото автора]

Урбо-селитебный класс антропогенных ландшафтов. К этому классу относят антропогенные ландшафты населенных мест: городов, сел с их улицами, постройками, дорогами, садами и парками. В этом классе антропогенных ландшафтов можно выделить три типа – городской, сельский, временный. В пределах водосбора реки Мулымья обнаружен только *временный тип антропогенных ландшафтов* с единственным родом - *вахтово-производственным*, который характеризуется временным использованием объектов инфраструктуры для нужд сотрудников, обслуживающих лицензионные участки недр. Сюда входят вахтовые поселки, базы промыслов, сторожки, охотничьи домики и т.п. (Рисунок 3.9).



Рис.3.9. База промысла [фото автора]

Лесной класс антропогенных ландшафтов возникает при коренной трансформации какой-либо из характеристик естественного ландшафта под воздействием хозяйственной деятельности человека. Так, трансформация естественных ландшафтных комплексов в антропогенные может происходить в результате вырубki леса, пожаров, чрезмерного переувлажнения территории. Лесной класс антропогенных ландшафтов водосбора реки Мулымья представлен следующими типами антропогенных ландшафтов – вырубочно-дигрессионный, вторично-производный, гидроморфно-дигрессионный, пирогенно-дигрессионный.

Вырубочно-дигрессионный тип антропогенных ландшафтов отражает коренную трансформацию древостоев в результате вырубki леса. В зависимости от масштабов вырубki производится выделение родов антропогенных ландшафтов. На исследуемой территории выявлен один род антропогенных ландшафтов – *массивно-вырубочный*, характеризующийся наиболее масштабным сведением леса (ширина вырубki более 100-200 м) (Рисунок 3.10).



Рис.3.10. Вырубка леса [фото автора]

Вторично-производный тип антропогенных ландшафтов включает в себя комплексы, внешне трудно отличимые от коренных, способные дальше существовать без участия человека. Когда-то давно они использовались человеком для его нужд, после он оставил их и сейчас они развиваются вне зависимости от него. В этом типе можно выделить два рода антропогенных ландшафтов:

1. *Рекультивационный род*, т.е. после использования этой территории здесь была произведена рекультивация земель; после нее комплекс самостоятельно развивается;

2. *Сукцессионно-восстановительный род*, в котором восстановление сукцессии начинается сразу после окончания воздействия человека на нее. Ландшафт самостоятельно постепенно возвращается к тому состоянию, что было до хозяйственной деятельности человека (Рисунок 3.11).



Рис.3.11. Заращение вырубki леса [фото автора]

Гидроморфно-дигрессионный тип антропогенных ландшафтов появляется в результате нарушения естественной разгрузки грунтовых вод по причине блокировки стока насыпями дорог, притрубопроводными валами. На низких геоморфологических уровнях лес вымокает, увеличивается площадь низинных болот. В данном типе антропогенных ландшафтов на водосборе реки Мулымья выделяется один род антропогенных ландшафтов – *подпрудно-игрессионный* (Рисунок 3.12).



Рис.3.12. Вымочка леса в результате нарушения стока поверхностных и грунтовых вод [фото автора]

Пирогенно-дигрессионный тип антропогенных ландшафтов возникает в результате пожаров. Гаревые местности могут существовать многие

десятки лет, при этом восстановление растительности, в особенности лесной, идет далеко не всегда. В пределах этого типа антропогенных ландшафтов на изучаемой территории выделяется один род – гари (Рисунок 3.13).



Рис.3.13. Гари при использовании комбинации каналов 12–8-3 (Sentinel-2) и применении индекса NBR [фото автора]

3.3. ДЕШИФРОВОЧНЫЕ ПРИЗНАКИ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА РЕКИ МУЛЫМЬЯ

Дешифровочные признаки являются средством изучения, сопоставления и различия фотоизображений объектов. Принято выделять прямые и косвенные дешифровочные признаки. К прямым относятся признаки, присущие изображению самих объектов. Прямые признаки включают такие характеристики, как форма, размер, цвет, тон изображения, тень, структура и текстура. Косвенные дешифровочные признаки характеризуют объект дешифрирования опосредованно, через какой-либо другой природный или искусственный компонент окружающей среды.

В ходе идентификации выделенных типов и классов антропогенных ландшафтов бассейна реки Мулымья были выявлены их прямые и косвенные дешифровочные признаки.

Дешифровочные признаки антропогенных ландшафтов водосбора реки Мулымья представлены в таблице 3.4.

Дешифровочные признаки антропогенных ландшафтов бассейна
реки Мулымья [составлено автором]

Тип местности антропогенного ландшафта	Дешифровочные признаки	
	Прямые	Прямые
Промышленный класс антропогенных ландшафтов		
Нефтегазопромысловый тип	<p>Форма – геометрически определенная (прямоугольная или квадратная) с четкими границами; Размер – небольшой, примерно 250*150 м, может быть и больше; Тон – белый; Цвет – песочный, коричневый; Структура – ровная, по краям полосчатая; Тень – резкие границы перехода освещенности, можно заметить падающие тени от объектов месторождения</p>	<p>Приуроченность к линейным объектам; наличие объектов нефтегазодобычи; нарушение вокруг антропогенного ландшафта (заблачивание, сведение растительности и т.д.)</p>
Линейно-транспортный тип	<p>Форма – геометрически неопределенная, вытянутая, с четкими границами и правильным закруглением; Размер – площадь незначительная, ширина до 60 м, длина может составлять множество км; Тон – белый, светло-серый; Цвет – однородный, серый (дороги), неоднородный, коричневый, зеленый (ЛЭП); Структура – ровная, полосчатая, зернистая; Тень – плавные границы перехода освещенности, заметны падающие от объектов (опоры ЛЭП, автомобили)</p>	<p>Наличие дополнительных объектов (опор ЛЭП, автомобилей, обочин, просек), взаимосвязь с объектами нефтегазодобычи, нарушения вдоль антропогенного ландшафта (заблачивание, сведение растительности и т.д.)</p>
Карьерный тип	<p>Форма – геометрически неопределенная, границы могут быть как четкие, так и нечеткие; Размер – могут быть разной площади; Тон – от белого до темно-серого; Цвет – неоднородный, песочный, серый, коричневый, зеленый; Структура – пятнистая, полосчатая, зернистая, местами ровная ; Тень – плавные границы перехода освещенности</p>	<p>Наличие водных объектов (при гидронамывном способе добычи ОПИ), объектов добычи ОПИ, приуроченность к объектам нефтегазопромысла</p>

Тип местности антропогенного ландшафта	Дешифровочные признаки	
	Прямые	Прямые
Урбо-селитебный класс антропогенных ландшафтов		
Временный тип	<p>Форма – геометрически определенная с четкими границами (прямоугольная);</p> <p>Размер – может быть разным;</p> <p>Тон – от белого до светло-серого;</p> <p>Цвет – разноцветный;</p> <p>Структура – мозаичная, геометрически правильная;</p> <p>Тень – резкие границы перехода освещенности</p>	<p>Наличие дополнительных объектов (автотранспорта), размещение возле водного объекта и около дороги</p>
Лесной класс антропогенных ландшафтов		
Вырубочно-дигрессионный тип	<p>Форма – может быть как геометрически определенной, так и неопределенной, границы четкие;</p> <p>Размер – длина и ширина от нескольких десятков метров до нескольких километров;</p> <p>Тон – средне-серый, темно-серый;</p> <p>Цвет – коричневый, от светло- до темно-зеленого;</p> <p>Структура – зернистая, полосчатая;</p> <p>Тень – резкие границы перехода освещенности, заметны падающие тени от деревьев</p>	<p>Наличие грунтовых дорог, повторяемость полос деревьев, заметны бревна и кучи хвороста</p>
Вторично-производный тип	<p>Форма – геометрически неопределенная с нечеткими границами;</p> <p>Размер – различный;</p> <p>Тон – темно-серый;</p> <p>Цвет – зеленый;</p> <p>Структура – зернистая;</p> <p>Тень – плавные границы перехода освещенности</p>	<p>Наличие прерывистых полос, которые раньше были грунтовыми дорогами</p>
Гидроморфно-дигрессионный тип	<p>Форма – геометрически неопределенная с нечеткими границами;</p> <p>Размер – незначительный;</p> <p>Тон – темно-серый, черный;</p> <p>Цвет – коричневый, черный;</p> <p>Структура – пятнистая, местами зернистая;</p> <p>Тень – плавные границы перехода освещенности</p>	<p>Приуроченность к объектам инфраструктуры месторождения, где нарушается сток поверхностных и подземных вод</p>

Тип местности антропогенного ландшафта	Дешифровочные признаки	
	Прямые	Прямые
Пирогенно-дигрессионный тип	Форма – геометрически неопределенная с нечеткими границами; Размер – может быть разным; Тон – от светло- до средне-серого; Цвет – зеленый, коричневый (тусклые оттенки), при использовании комбинации каналов 12–8–3 (Sentinel-2) и применении индекса NBR окрашиваются в бордовый цвет; Структура – зернистая; Тень – резкая граница перехода освещенности	Для выявления рекомендуется использовать разновременные снимки

Наиболее информативными признаками можно назвать цвет, структуру и форму. В идентификации и отнесении антропогенного ландшафта к определенному классу оказались эффективны косвенные признаки (наличие каких-либо объектов). Дешифровочные признаки обычно используют совокупно, без разделения их на какие-либо группы. Изображение на дешифрируемом участке воспринимается человеком как единое целое — модель местности. На основе результатов анализа модели создается предварительная гипотеза о сути объекта. Правильность подтверждается или отвергается (иногда многократно) с помощью дополнительных признаков.

Завершая главу 3, можно сказать о том, что методам классификации антропогенных ландшафтов посвящено большое количество литературы, но до сих пор нет единой точки зрения на эту тему. Основная проблема состоит в том, что влияние человека на окружающую среду неоднозначно. Определенный тип воздействия человека на окружающую среду может вызвать каскад изменений и последствий, когда как другое воздействие, оказываемое с той же силой, изменяет среду в гораздо меньшей степени.

Для анализа ландшафтной структуры бассейна реки Мулымья была составлена карта антропогенных ландшафтов. Выделение техногенных

комплексов происходило с использованием новой классификации антропогенных ландшафтов, разработанной для территории Тюменской области. Основой для новой классификации послужила классификация В.В. Козина для нефтегазопромысловых районов. Применяя модифицированную классификацию для картографирования антропогенных ландшафтов бассейна реки Мулымья, было выделено 3 класса, 8 типов и 15 родов антропогенных ландшафтов. Выделение данных таксономических единиц производилось с учетом воздействия определенного вида деятельности человека, характера и интенсивности этого воздействия.

Для каждого выделенного типа антропогенных ландшафтов были определены прямые и косвенные дешифровочные признаки. Наиболее информативными прямыми дешифровочными признаками оказались цвет, структура и форма. Довольно часто в идентификации антропогенных ландшафтов помогали косвенные признаки.

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА РЕКИ МУЛЫМЬЯ

В главе 4 производится анализ техногенной нагрузки на водосбор реки Мулымья за 2001-2021 гг. На основе космических снимков и ландшафтной карты оценивается степень трансформации водосбора реки, составляется карта интенсивности трансформации ландшафтов, рассчитывается коэффициент антропогенной преобразованности территории.

4.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ЛИЦЕНЗИОННЫХ УЧАСТКОВ НЕДР

Территория исследования включает в себя 5 лицензионных участков недр: Восточно-Лазаревский, Лазаревский, Ловинский, Пайтыхский, Сыморьяхский. Они расположены в западной части Ханты-Мансийского автономного округа – Югры в пределах Советского административного района, лишь юго-восточная часть Восточно-Лазаревского лицензионного участка недр находится в Кондинском административном районе. Ближайшим населенным пунктом к территории исследования является поселок городского типа Зеленоборск (13 км), ближайший административный центр – город Советский (26 км) (Рисунок 4.1).

Общая площадь лицензионных участков составляет 2223,5 км². Территория простирается с севера на юг на 39 км, а с запада на восток на 65-85 км. Населенные пункты на территории участков отсутствуют.



Рис.4.1. Расположение территории исследования в пределах административных районов ХМАО-Югры [составлено автором]

Согласно статье 1.2 Закона РФ «О недрах» недра в границах территории Российской Федерации, включая подземное пространство и содержащиеся в недрах полезные ископаемые, энергетические и иные ресурсы, являются государственной собственностью. Участки недр для добычи полезных ископаемых могут быть предоставлены в пользование на определенный срок. Предоставление недр в пользование осуществляется на основе государственного разрешения в виде лицензии [О недрах..., 1992].

В настоящий момент лицензиями на разработку и добычу нефти и газа в пределах бассейна реки Мулымья обладает ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь». Предприятие образовано в 1995 г., входит в группу компаний ПАО «ЛУКОЙЛ». В состав ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» входят шесть территориально-производственных предприятий (ТПП), одним из которых является «Урайнефтегаз». Территория деятельности ТПП «Урайнефтегаз» охватывает более 13 тысяч квадратных километров, находящихся в пределах четырех муниципальных районов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. На 38 лицензионных участках недр предприятие осуществляет поиск,

разведку и добычу нефти и газа. В пределах водосбора реки Мулымьи находится 17 лицензионных участков. Участки недр ТПП «Урайнефтегаз» различны как по геологическому строению, так и по степени выработки запасов [ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»].

Расположение изучаемых лицензионных участков недр представлено на рисунке 4.2.

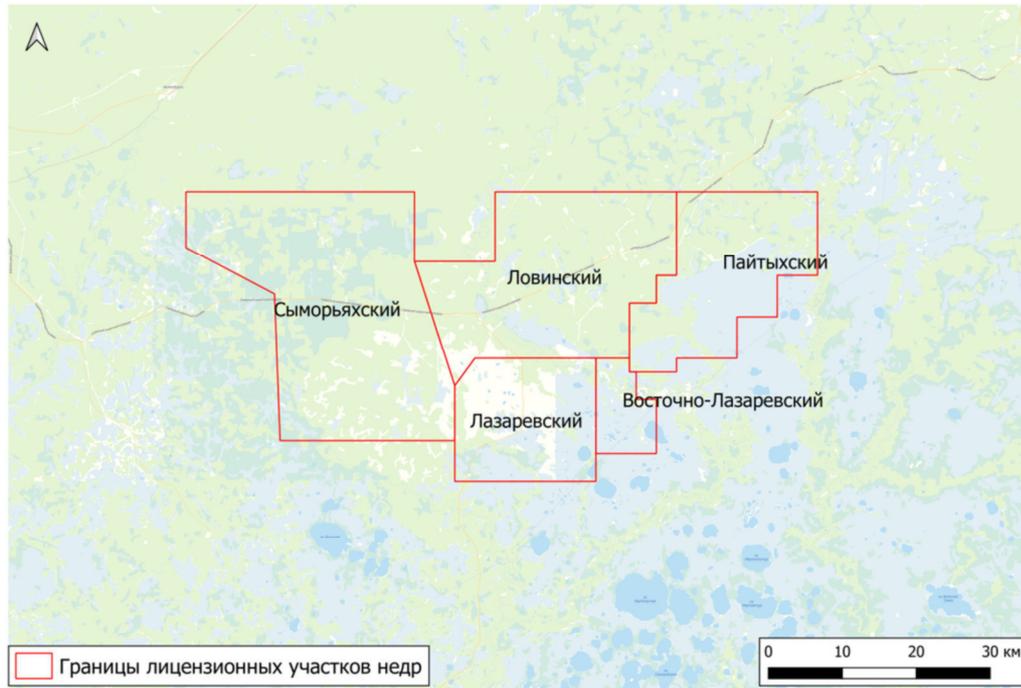


Рис.4.2. Расположение изучаемых лицензионных участков недр
[составлено автором]

Восточно-Лазаревский лицензионный участок введен в эксплуатацию в 2004 году. Площадь участка составляет 88,5 км². В 2020 году на территории участка было добыто 71,328 тыс. тонн нефти с газовым конденсатом, добыча попутного и природного газа на 01.01.2021 составила 4,949 млн.м³. Срок окончания лицензии на разведку и добычу нефти и газа – 31.12.2101 г.

Лазаревский лицензионный участок осваивается с 1984 года. Площадь лицензионного участка составляет 310,8 км². В 2020 году на территории участка было добыто 76,346 тыс. тонн нефти с газовым конденсатом, добыча попутного и природного газа на 01.01.2021 составила 5,693 млн.м³. Срок окончания лицензии на разведку и добычу нефти и газа – 31.12.2101 г.

Ловинский лицензионный участок осваивается с 1986 года. Площадь лицензионного участка составляет 601,6 км². В 2020 году на территории участка было добыто 264,561 тыс. тонн нефти с газовым конденсатом, добыча попутного и природного газа на 01.01.2021 составила 33,485 млн.м³. Срок окончания лицензии на разведку и добычу нефти и газа – 31.12.2054 г.

Пайтыхский лицензионный участок осваивается с 2000 года. Площадь лицензионного участка составляет 397,2 км². В 2020 году на территории участка было добыто 235,485 тыс. тонн нефти с газовым конденсатом, добыча попутного и природного газа на 01.01.2021 составила 33,569 млн.м³. Срок окончания лицензии на разведку и добычу нефти и газа – 31.12.2087 г.

Сыморьяхский лицензионный участок осваивается с 1997 года. Площадь лицензионного участка составляет 825,5 км². В 2020 году на территории участка было добыто 336,998 тыс. тонн нефти с газовым конденсатом, добыча попутного и природного газа на 01.01.2021 составила 38,231 млн.м³. Срок окончания лицензии на разведку и добычу нефти и газа – 31.12.2099 г. [Геопортал «ЮГРА»].

Антропогенное воздействие на территории всех исследуемых лицензионных участках сейчас находится в интенсивной фазе.

4.2. ДИНАМИКА ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

На основе данных дешифрирования космических снимков была произведена количественная и качественная оценка антропогенных ландшафтов.

Используя разновременные космические снимки, для каждого выявленного типа ландшафта была определена занимаемая площадь в исследуемые годы. Распределение типов антропогенных ландшафтов по лицензионным участкам недр исследуемые годы представлено в Приложении 2-6.

На Восточно-Лазаревском ЛУ в период с 2001 по 2021 гг. площадь антропогенных ландшафтов увеличилась на 2,10 км². Разработка этого лицензионного участка недр началась лишь в 2004 г., поэтому увеличение незначительно, по сравнению с другими исследуемыми лицензионными участками. Суммарно антропогенные ландшафты занимают лишь 2,47 % от общей площади участка. Площадь действующих геотехносистем за рассматриваемый период времени увеличилась с 0,10 до 1,29 % от площади лицензионного участка недр. Среди типов антропогенных ландшафтов преобладают линейно-транспортный и пирогенно-дигрессионный тип.

На территории Лазаревского ЛУ за исследуемый период площадь антропогенных ландшафтов увеличилась на 11,86 км². Антропогенные ландшафты занимают 5,11 % от всей площади лицензионного участка недр. Среди типов антропогенных ландшафтов преобладает линейно-транспортный тип. Площадь действующих геотехносистем за рассматриваемый период времени увеличилась с 0,65 до 3,15 % от площади лицензионного участка недр.

В пределах Ловинского ЛУ увеличение площади антропогенных ландшафтов за 2001-2021 гг. составило 160,70 км². Антропогенные ландшафты занимают 33,96 % от всей площади лицензионного участка недр. Среди типов антропогенных ландшафтов преобладает вырубочно-дигрессионный и пирогенно-дигрессионный тип. Площадь действующих геотехносистем за 2001-2021 гг. увеличилась с 0,64 до 4,99 % от площади лицензионного участка недр.

На Пайтыхском ЛУ в период с 2001 по 2021 гг. площадь антропогенных ландшафтов увеличилась на 24,71 км². Разработка этого лицензионного участка недр началась в 2001 г., поэтому увеличение также значительно. Антропогенные ландшафты занимают 6,34 % от всей площади лицензионного участка недр. Среди типов антропогенных ландшафтов преобладает вырубочно-дигрессионный тип. Площадь действующих

геотехносистем за 2001-2021 гг. увеличилась с 0,12 до 2,53 % от площади лицензионного участка недр.

На территории Сыморьяхского ЛУ за исследуемый период площадь антропогенных ландшафтов увеличилась на 185,95 км². Антропогенные ландшафты занимают 24,61 % от всей площади лицензионного участка недр. Среди типов антропогенных ландшафтов преобладает вырубочно-дигрессионный тип. Площадь действующих геотехносистем за 2001-2021 гг. увеличилась с 0,16 до 2,37 % от площади лицензионного участка недр.

Стоит отметить, что на каждом исследуемом лицензионном участке за 2001-2021 гг. наблюдается значительное увеличение площади антропогенных ландшафтов. Причиной этому может быть большая площадь самих участков недр, а также то, что именно в этот период происходило интенсивное строительство объектов нефтедобычи.

Суммарная площадь антропогенных ландшафтов по исследуемым годам представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Суммарная площадь антропогенных ландшафтов в 2001-2021 гг. [по данным автора]

Типы антропогенных ландшафтов	Площади антропогенных ландшафтов, км ²				
	2001	2006	2011	2017	2021
Нефтегазопромысловый	0,92	1,32	5,61	5,73	8,40
Линейно-транспортный	6,83	13,47	34,61	48,90	56,28
Карьерный	-	0,32	3,82	4,61	5,82
Временный	0,27	0,48	0,66	0,66	0,66
Вырубочно-дигрессионный	37,17	81,34	173,68	178,12	202,96
Вторично-производный	0,92	2,36	5,82	7,54	14,19
Гидроморфно-дигрессионный	-	0,08	0,83	0,85	1,65
Пирогенно-дигрессионный	19,29	60,96	148,37	150,49	160,75

Динамика площадей типов антропогенных ландшафтов за период 2001-2021 гг. представлена на рисунке 4.3.

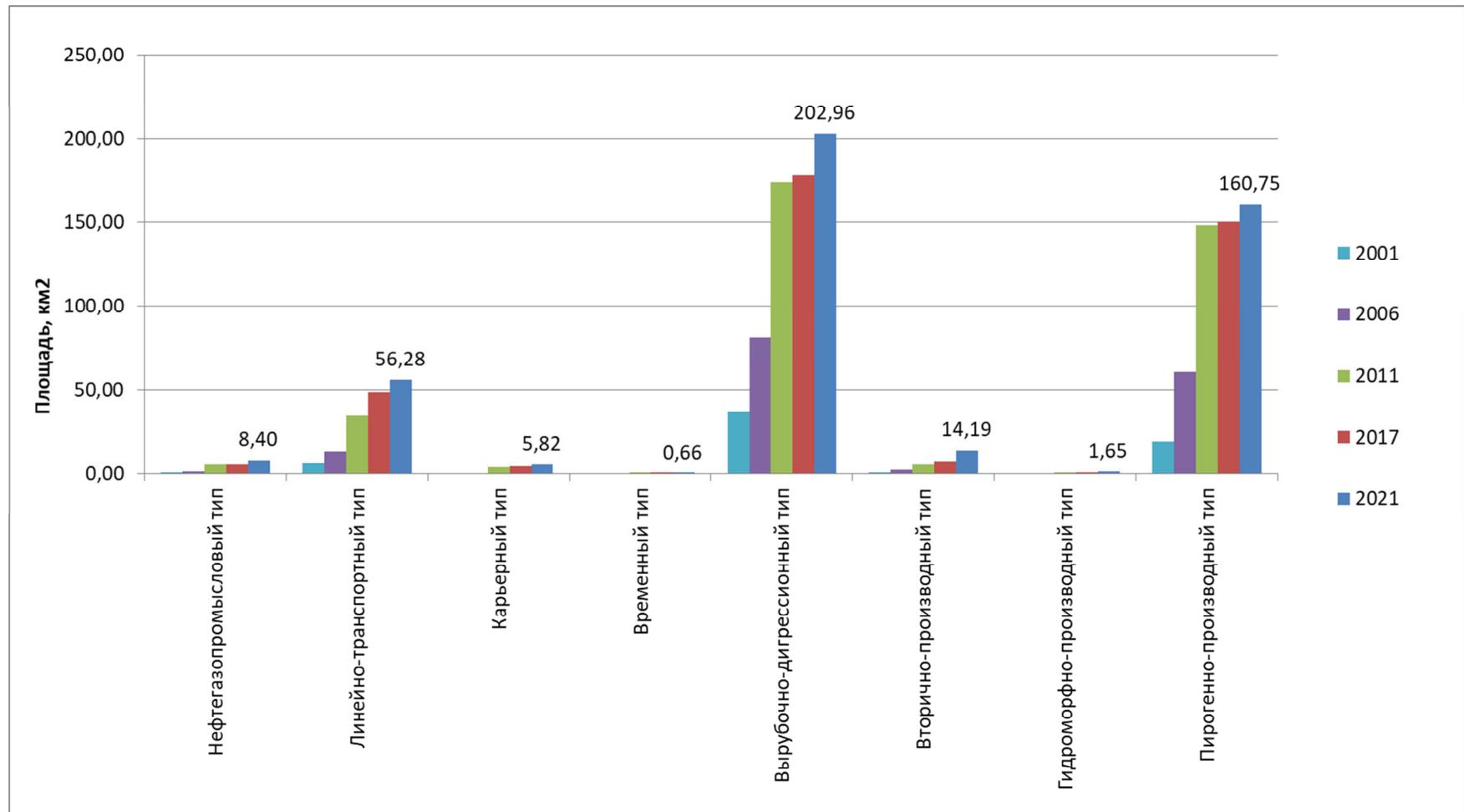


Рис.4.3. Динамика площадей различных типов антропогенных ландшафтов в пределах бассейна реки Мулымья за 2001-2021 гг. [составлено автором]

Как видно из рисунка 4.3, наибольший прирост площади характерен для вырубочно-дигрессионного типа антропогенных ландшафтов. Этот тип чаще всего можно встретить на территории Сыморьяхского ЛУ. Стоит отметить, что до 2017 г. были выявлены массивные вырубки, а в 2021 г. новые вырубки носят линейный характер. Также значительный прирост площади можно отметить у пирогенно-производного типа антропогенных ландшафтов. В период с 2011 по 2017 гг. значительных изменений в площадях распространения гарей не отмечено, однако на космических снимках 2021 г. выявлено увеличение их площади. Это может быть связано с высокой температурой воздуха, которая наблюдалась в последние годы [Шихов, Зарипов, 2018]. Наиболее часто гари можно встретить на Ловинском ЛУ. За исследуемый период площадь маргинальных ландшафтов увеличилась в 6,6 раз – с 57,38 км² в 2001 г. до 379,55 км² в 2021 г.

Площадь действующих геотехносистем в 2001-2021 гг. увеличилась в 8,9 раз – с 8,01 км² в 2001 г. до 71,16 км² в 2021 г. Максимальный прирост отмечен у линейно-транспортного типа антропогенных ландшафтов, к которым относятся дороги с различным типом отсыпки, трубопроводы, ЛЭП, а также коридоры коммуникации.

Наибольшее увеличение площади всех типов антропогенных ландшафтов зафиксировано в период с 2006 по 2011 гг.

В ходе работы также было отмечено, что площадь маргинальных ландшафтов в несколько раз превышала площадь геотехносистем. Соотношение площадей маргинальных ландшафтов и геотехносистем представлено на рисунке 4.4.

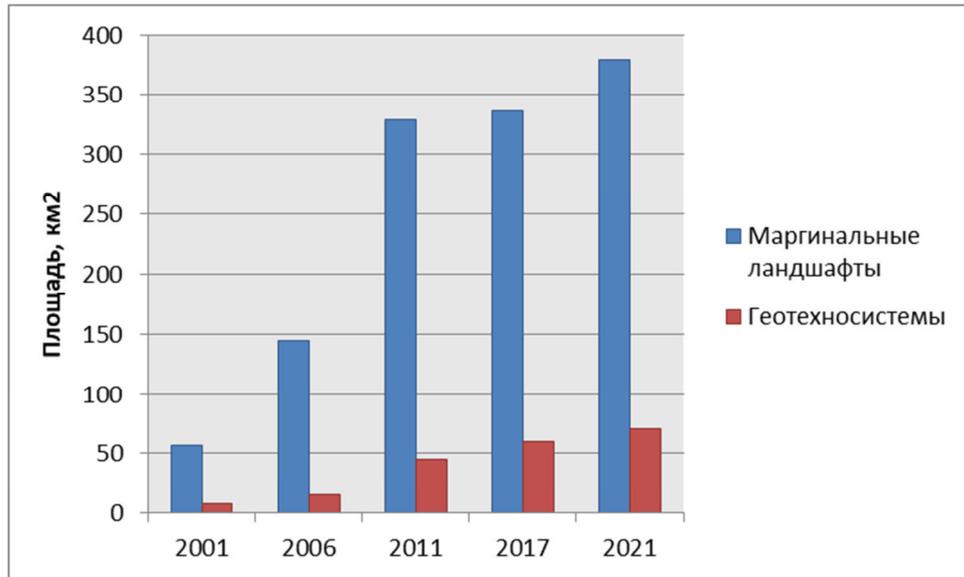


Рис.4.4. Площади маргинальных ландшафтов и геотехносистем в бассейне реки Мулымьи за 2001-2021 гг. [составлено автором]

За 2001-2021 г. площадь маргинальных ландшафтов увеличилась в 6,6 раз – с 57,38 км² в 2001 г. до 379,55 км² в 2021 г. Площадь геотехносистем за тот же период увеличилась в 8,9 раз – с 8,01 до 71,16 км². В среднем соотношение между площадью геотехносистем и маргинальных ландшафтов – 1:7.

Суммарная площадь антропогенных ландшафтов за исследуемый период представлена на рисунке 4.5.

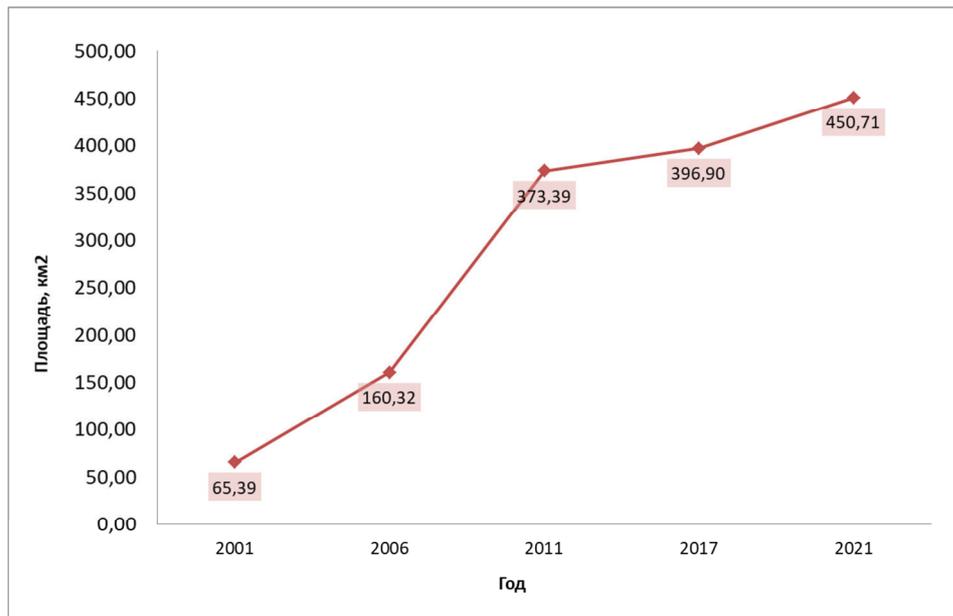


Рис.4.5. Суммарная площадь антропогенных ландшафтов в бассейне реки Мулымьи за 2001-2021 гг. [составлено автором]

Данный рисунок подтверждает тот факт, что в 2006-2011 гг. отмечено наибольший прирост антропогенных ландшафтов. В этот период происходит строительство объектов инфраструктуры наиболее крупных лицензионных участков недр (Сыморьяхский ЛУ, Ловинский ЛУ). В 2001 г. суммарная площадь антропогенных ландшафтов составляла 2,94 % от общей площади лицензионных участков недр; в 2006 г. – 7,21 %, в 2011 г. – 16,84 %, в 2017 г. – 17,60 %. На июль 2021 г. суммарная площадь антропогенных ландшафтов равна 450,71 км², что составляет 20,27 % от всей исследуемой территории.

4.3. АНАЛИЗ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ

Для оценки трансформации ландшафтов в бассейне реки Мулымья использовались критерии типизации глубины преобразования и восстановления структуры и свойств исходных природных комплексов. Для каждого типа антропогенных ландшафтов определялась интенсивность их трансформации по индикационным признакам.

Строительство и эксплуатация объектов обустройства лицензионных участков недр сопровождается как нарушением исходных природных ландшафтов в целом, так и изменением отдельных компонентов природной среды. При этом происходит дестабилизация естественных ландшафтов и изменение динамики геологической среды, выражающихся в активизации опасных геодинамических процессов и явлений и связанных с ними нарушений естественных природных комплексов.

Антропогенные ландшафты на исследуемой территории имеют следующие типы преобразования:

1. Полное разрушение или частичная деградация исходных природных комплексов

- Чрезвычайно сильная интенсивность проявления деградации;
- Сильная;
- Средняя;

- Слабая;
2. Восстановление разрушенных и (или) деградированных природных комплексов
- Слабая интенсивность проявления восстановления;
 - Средняя трансформация;
3. Трансформация исходных природных комплексов без их разрушения
- Слабая интенсивность проявления трансформации;
 - Средняя;
 - Активная.

Площади, занимаемые типами преобразования структуры и свойств ландшафтов на исследуемой территории в 2001-2021 гг., представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Динамика площадей типов преобразования структуры и свойств ландшафтов в бассейне реки Мулымья за 2001-2021 гг. [по данным автора]

Направление техногенно обусловленного развития	Интенсивность	Площадь, км ²				
		2001	2006	2011	2017	2021
Полное разрушение или частичная деградация исходных природных комплексов	Чрезвычайно сильная	1,19	1,80	6,27	6,39	9,06
	Сильная	5,15	10,89	28,40	42,28	48,59
	Средняя	1,68	2,90	10,03	11,23	13,52
	Слабая	0,00	0,08	0,83	0,85	1,65
Σ		8,01	15,66	45,52	60,74	72,81
Восстановление разрушенных и (или) деградированных природных комплексов	Слабая	0,36	1,19	3,11	3,55	8,49

Продолжение таблицы 4.2

Направление техногенно обусловленного развития	Интенсивность	Площадь, км ²				
		2001	2006	2011	2017	2021
Восстановление разрушенных и (или) деградированных природных комплексов	Средняя	0,56	1,17	2,71	4,00	5,71
Σ		0,92	2,36	5,82	7,54	14,19
Трансформация исходных природных комплексов без их разрушения	Слабая	27,76	43,14	79,31	80,86	83,19
	Средняя	19,21	60,27	146,53	148,52	158,57
	Активная	9,49	38,90	96,21	99,24	121,95
Σ		56,46	142,30	322,05	328,62	363,71

Графическую интерпретацию данных из таблицы 4.2 можно увидеть на рисунке 4.6.

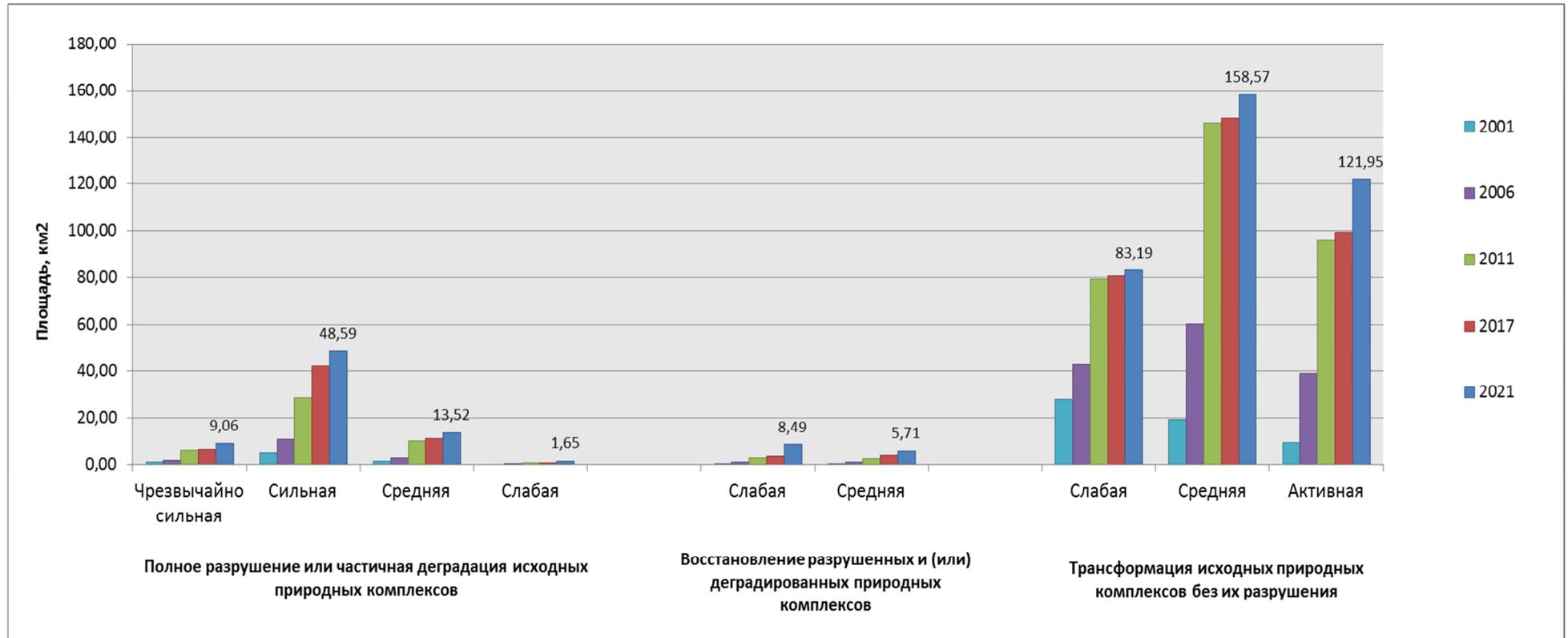


Рис.4.6. Динамика площадей типов преобразования структуры и свойств ландшафтов в бассейне реки Мулымья за 2001-2021 гг. [составлено автором]

Как видно из таблицы 4.2 и рисунка 4.6, наибольшая площадь антропогенных и маргинальных ландшафтов подвержена трансформации исходных природных комплексов без их разрушения. В ходе трансформации ландшафтов происходит перестройка ландшафтообразующих процессов, уменьшается продуктивность и качество комплексов. Среди данного направления техногенно обусловленного развития наиболее часто распространенной является средняя интенсивность трансформации. По большей части к этой степени интенсивности относятся бывшие гари, на территории которых изменяется соотношение исходных характеристик (видов растительности, свойств почвенного покрова) к измененным. На 2021 г. трансформация ландшафтов разной степени интенсивности протекает на 80,7% всех антропогенных ландшафтов и 16,36 % всей исследуемой территории.

Наименьшему проценту всех антропогенных и маргинальных ландшафтов свойственно восстановление исходных природных комплексов. При данном направлении обусловленного развития в пределах ландшафтов происходит восстановление прежних характеристик почв, видов растительности, процент проективного покрытия территории. На 2021 г. восстановление исходных природных комплексов протекает на 3,15% всех антропогенных ландшафтов и 0,14 % всей исследуемой территории.

Стоит отметить, что с течением времени маргинальные ландшафты, измененные в процессе трансформации, благодаря циклическому характеру функционирования геосистем перейдут в состояние восстановления. В настоящее время эта цепочка процессов происходит на малой площади, однако в будущем она охватит более обширные пространства. Данную «запоздалую» реакцию ландшафтов можно охарактеризовать их инертностью.

Процесс деградации природных комплексов происходит на территории геотехносистем. Наиболее опасными типами преобразования ландшафтов

являются чрезвычайно сильная и сильная интенсивность деградации природных комплексов.

Чрезвычайно сильной интенсивностью трансформации отличаются объекты обустройства месторождения: кусты скважин, ВЖК, карьеры минерального грунта, автодороги и т.д. В результате строительства крупных площадных объектов происходит полное сведение растительного покрова и погребение почв под насыпными грунтами, изменяются физико-химические параметры грунтов и их гидрологический режим. Влияние транспортных магистралей заключается в коренном изменении первичного почвенно-растительного покрова и других компонентов ландшафтов в полосе отвода. Под тяжестью насыпей дорожного полотна происходит деградация почв, уплотнение грунтов, нарушение циркуляции грунтовых вод, заболачивание и подтопление территории. На 2021 г. чрезвычайно сильной трансформации ландшафтов подвержено 2,01 % всех антропогенных ландшафтов.

Сильной степенью трансформации исходных природных комплексов характеризуются коридоры трубопроводов и ЛЭП с безжизненными поверхностями с частично разрушенными почвами и техногенными грунтами. В коридорах трубопроводов по всей ширине трассы полностью уничтожается древостой и частично напочвенный покров, а грунты практически повсеместно перемешиваются на большую глубину. На некоторых трубопроводах наблюдается восстановление растительного покрова. При этом скорость восстановительных процессов не везде одинакова. Наиболее быстро идет восстановление растительности в условиях болот и пойм. На водоразделах процессы восстановления растительности замедлены и зависят от почвенных условий. Заращение нарушенных территорий во всех типах растительности происходит за счет видов местной флоры.

Коридоры трубопроводов являются источниками активизации опасных экзогенных геологических процессов и гидрологических явлений, возникающих в результате нарушения почвенно-растительного слоя,

изменения термического режима грунтов и блокировки поверхностного и подземного стока.

По состоянию на 2021 г. площадь территорий с сильной трансформацией составляет 10,78 % от всех антропогенных ландшафтов.

По результатам оценки трансформации ландшафтов была составлена карта интенсивности преобразования структуры и свойств ландшафтов бассейна реки Мулымья. Карта составлена на основе космического снимка за 2021 г., поскольку он отражает ныне существующую ситуацию. Карта интенсивности преобразования представлена в приложении 7.

4.4. РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ПРЕОБРАЗОВАННОСТИ ЛАНДШАФТОВ

Для подтверждения мнения о том, что ландшафты бассейна реки Мулымья значительно трансформированы, был произведен расчет коэффициентов преобразованности ландшафтов по каждому лицензионному участку недр за исследуемый период. Расчет антропогенной преобразованности ландшафтов производился по формуле (2.8). Результаты расчетов представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Коэффициенты преобразованности ландшафтов исследуемых лицензионных участков недр за 2001-2021 гг. [по данным автора]

Лицензионный участок недр	Коэффициент антропогенной преобразованности ландшафтов				
	2001	2006	2011	2017	2021
Восточно-Лазаревский	2,97	3,00	3,06	3,15	3,16
Лазаревский	3,03	3,67	3,84	4,00	4,14
Ловинский	2,86	3,58	5,02	6,12	6,91

Продолжение таблицы 4.3

Лицензионный участок недр	Коэффициент антропогенной преобразованности ландшафтов				
	2001	2006	2011	2017	2021
Пайтыхский	2,71	2,88	3,32	3,62	3,90
Сыморьяхский	2,96	3,46	4,51	5,87	6,83

Для определения степени преобразованности ландшафтов использовалась пятиступенчатая шкала, указанная в главе 2. Так, ландшафты Восточно-Лазаревского ЛУ по результатам расчета коэффициента преобразованности относятся к слабо преобразованным. За период с 2001 по 2021 г. степень преобразованности колебалась в своих рамках. Недавнее освоение участка недр, его небольшая площадь и малое количество объектов инфраструктуры нефтедобычи обусловили данную степень преобразованности.

Ландшафты Лазаревского ЛУ в 2001 г. оцениваются как слабо преобразованные, однако к 2021 г. их можно отнести к преобразованным. Этот участок недр довольно рано начал разрабатываться (по сравнению с другими исследуемыми участками) и имеет среднюю площадь.

Ландшафты Ловинского ЛУ за период с 2001 по 2021 гг. можно отнести к наиболее преобразованным: в 2001 г. – ландшафты слабо преобразованные, в 2021 г. – сильно преобразованные. Ловинский ЛУ раньше всех начал разрабатываться, имеет значительную площадь; здесь значительны площади вырубок и гарей, а также сконцентрированы объекты инфраструктуры нефтедобычи.

Ландшафты в пределах Пайтыхского ЛУ незначительно изменили степень преобразованности – от слабо преобразованных до преобразованных.

Территорию Сыморьяхского ЛУ также можно отнести к наиболее преобразованной: в 2001 г. местные ландшафты относятся к слабо преобразованным, когда как в 2021 г. – к сильно преобразованным.

Значительный вклад в увеличение степени преобразованности вносят многочисленные вырубки на этой территории.

На основе произведенных расчетов можно сделать вывод о том, что ландшафты бассейна реки Мулымья подвержены средней степени преобразованности. Наибольший антропогенный пресс оказывается на Ловинский ЛУ за счет расположения в его пределах наибольшего количества объектов нефтедобычи, а также повсеместного распространения гарей и вырубок.

Подводя итог главы 4, можно сделать вывод, что наибольший прирост площади антропогенных ландшафтов характерен для вырубочно-дигрессионного и пирогенно производного типа. Среди действующих геотехносистем максимальный прирост отмечен у линейно-транспортного типа. Наибольший прирост площади антропогенных ландшафтов зафиксирован в период с 2006 по 2011 гг. На июль 2021 г. суммарная площадь антропогенных ландшафтов равна 450,71 км², что составляет 20,27 % от всей исследуемой территории.

Наибольшая площадь маргинальных ландшафтов подвержено трансформации исходных природных комплексов без их разрушения. В ходе трансформации ландшафтов происходит перестройка ландшафтообразующих процессов, уменьшается продуктивность и качество комплексов. На 2021 г. трансформация ландшафтов разной степени интенсивности протекает на 80,7% всех антропогенных ландшафтов и 16,36 % всей исследуемой территории. Наименьшему проценту всех антропогенных ландшафтов свойственно восстановление исходных природных комплексов. На 2021 г. восстановление исходных природных комплексов протекает на 3,15% всех антропогенных ландшафтов и 0,14 % всей исследуемой территории.

С течением времени маргинальные ландшафты, измененные в процессе трансформации, благодаря циклическому характеру функционирования геосистем перейдут в состояние восстановления. Сейчас этот процесс происходит на малой площади, в будущем же он охватит более обширные

пространства. Данную «запоздалую» реакцию ландшафтов можно охарактеризовать их инертностью.

Ландшафты бассейна реки Мулымья подвержены средней степени преобразованности. Наибольший коэффициент преобразованности ландшафтов отмечен у Ловинский ЛУ за счет расположения в его пределах значительного количества объектов инфраструктуры месторождения и повсеместного распространения гарей и вырубок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполненной работы стали следующие выводы:

1. При составлении карты антропогенных ландшафтов бассейна реки Мулымья картографируется 3 класса, 8 типов и 15 родов с разделением на геотехносистемы, антропогенные и маргинальными ландшафты.

2. Рост техногенной нагрузки ведет к увеличению площади геотехносистем. В исследуемые годы (2001-2021 гг.) площадь геотехносистем увеличилась в 8,9 раз. При этом площадь маргинальных ландшафтов за тот же период увеличилась в 6,6 раз. Однако площадь маргинальных ландшафтов в 7 раз превосходит площадь геотехносистем.

3. Для выполнения оценки степени трансформации ландшафтов наиболее информативным методом получения информации является комплексный подход, включающий в себя изучение как качественных, так и количественных характеристик.

4. В ходе выполнения комплексной оценки было выявлено, что освоение нефтегазового месторождения приводит к формированию маргинальных ландшафтов, которые подвержены трансформации исходных природных комплексов. На 2021 г. трансформация ландшафтов разной степени интенсивности протекает на 80,7% всех антропогенных ландшафтов и 16,36 % всей исследуемой территории. С течением времени эти ландшафты благодаря циклическому характеру функционирования геосистем перейдут в состояние восстановления. Данную «запоздалую» реакцию ландшафтов можно охарактеризовать их инертностью. Наибольшая площадь трансформации маргинальных ландшафтов отмечена на территории Ловинского ЛУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Книжные издания

1. Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. Экология. Природа – Человек – Техника: Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 343 с.
2. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте. Основы теории и логико-математические методы. – М.: Мысль, 1975 г. – 288 с.
3. Берг Л. С. Предмет и задачи географии. — Изв. Рус. Геогр. о-ва, т. 51, вып. 9, 1915 г.
4. Берг Л.С. Фации, аспекты и географические зоны // Изв. Всес. Геогр. общ., 1945. Т. 77. Вып. 3.
5. Булатов В.И. Антропогенная трансформация ландшафтов и решение региональных проблем природопользования (на примере юга Западной Сибири): автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Иркутск, 1996. – 63 с.
6. Васильев С.В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы (Среднего Приобья). – Новосибирск: Наука, 1998. - 136 с.
7. Виноградов Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. – М.: Наука, 1984. – 320 с.
8. Герасимова М.И. и др. Антропогенные почвы: учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова, Т.В. Прокофьева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 237 с.
9. Городков Б.Н. Основные положения физической географии и ее преподавание. — Учен. зап. Ленингр. пед. ин-та им. Герцена, 1956, т. 49.
10. ГОСТ 17.8.1.01-86. Охрана природы. Ландшафты. Термины и определения: дата введения 1987-07-01. Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002. 5 с.
11. Григорьев А.А. Предмет и задачи физической географии: (общие принципы изучения структуры физико-географического процесса) // На

методологическом фронте географии и экономической географии. М.; Л.: Соцэкгиз, 1932. С. 45–59.

12. Гусев А.П. Основы ландшафтоведения: Курс лекций для студентов экологических специальностей вузов / Мин. образов. РБ, УО «ГГУ им. Ф. Скорины». – Гомель, 2005. – 77 с.

13. Деградация и охрана почв / Под ред. Г.В. Добровольского. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 654 с.

14. Динамика антропогенной деградации ландшафтов Западной Сибири при нефтедобыче на примере Мамонтовского и Южно-Балыкского месторождений. – Москва: Гринпис России, 2012. – 45 с.

15. Докучаев В. В. К вопросу о соотношении между живой и мертвой природой. – Санкт-Петербургские ведомости, 1898. № 41.

16. Докучаев В. В. К учению о зонах природы: Горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. СПб.: тип. СПб. градоначальства, 1899. - 28 с.

17. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь : [Почвовед. очерк] / Проф. В.В. Докучаев. – Санкт-Петербург : тип. Е. Евдокимова, 1892. - 128 с.

18. Занозин В.В., Бармин А.Н., Валов М.В. Исследования антропогенной преобразованности природных территориальных комплексов // Геология, география и глобальная энергия. 2019. № 4 (75). С. 168-183.

19. Исаченко А. Г. Основы ландшафтоведения и физико-географического районирования. - М.: Высшая школа, 1965. – 328 с.

20. Исаченко А.Г. Введение в экологическую географию: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2003. – 192 с.

21. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование: Учебник. – М.: Высш.шк., 1991. – 366 с.

22. Калесник С. В. Основы общего землеведения. — М.; Л.: Учпедгиз, 1947. — 484 с.

23. Калинчук И.В. Оценка антропогенной преобразованности ландшафтов равнинного Крыма // Научные ведомости. Серия Естественные науки. – 2016. - № 25(246). – Вып. 37. – С. 156-168.

24. Камышев А. П. Методы и технологии мониторинга природно-технических систем севера Западной Сибири. - М.: ВНИПИГазодобыча, 1999. - 230 с.
25. Карманов И.И., Булгаков Д.С. Деградация почв: предложения по совершенствованию терминов и определений // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. 1998. Т.1. С.5-6.
26. Картографирование по космическим снимкам и охрана окружающей среды / Е.А. Востокова, Л.А. Шевченко, В.А. Сущеня [и др.]. - М.: Недра, 1982. - 251 с.
27. Кейко Т.В., Коновалова Т.И. Ландшафтно-экологическое картографирование на основе материалов дистанционного зондирования Земли из космоса // Солнечно-земная физика. 2004. Вып. 5. С. 48-50.
28. Козин В. В., Москвина Н. Н. Ландшафтное районирование Ханты-Мансийского автономного округа. – Ханты-Мансийск: ГУИПП «Полиграфист», 2001. – 40 с.
29. Козин В.В. Ландшафтный анализ в решении проблем освоения нефтегазоносных регионов: Автореф. докт. дис. Иркутск, 1993. 44 с.
30. Козин В.В., Маршинин А.В., Марьинских Д.М. Классификация и пространственная изменчивость ландшафтов Вынгапуровского нефтяного месторождения / Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов: Теория, методы, практика. - Нижневартовск: Нижневартовский гос. пед. институт, 2003. - С. 136-142.
31. Козин В.В., Маршинин А.В., Осипов В.А. Техногенные системы и экологический риск. – Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2008. - 256 с.
32. Котлов Ф.В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. – М.: Недра, 1978. – 263 с.
33. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории: Учебное пособие. - М.: 1999. - 86 с.

34. Ломтадзе В. Д. Словарь по инженерной геологии. - СПб: Изд. СПбГИ, 1999. - 360 с.
35. Марьинских Д.М. Ландшафтно-экологический анализ территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения : Автореф. дис. ...канд. геогр. Наук. Барнаул, 2003. 26 с.
36. Мильков Ф. Н. Физическая география: учение о ландшафте и географическая зональность. — Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1986. — 224 с.
37. Мильков Ф.Н. Бассейн реки как парадинамическая ландшафтная система и вопросы природопользования // География и природные ресурсы. 1981. №4. С.11-18.
38. Мильков Ф.Н. Человек и ландшафты: очерки антропогенного ландшафтоведения. - М.: Мысль, 1973. — 224 с.
39. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов. – 2-е изд. Испр. – М.: Высш. шк., 2007. – 463 с.
40. Нееф Э. Теоретические основы ландшафтоведения. - М.: Прогресс, 1974. - 220 с.
41. О недрах: закон РФ от 21.02.1992, N 2395-1: ред. от 01.04.2022 // Консультант Плюс: справочно-правовая система. Режим доступа: локальная сеть ТюмГУ.
42. О территориальной системе наблюдения за состоянием окружающей среды на территории Ямало-Ненецкого автономного округа: постановление Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа от 14 февраля 2013 г., №56-П: ред. от 15.03.2022 // Консультант Плюс: справочно-правовая система. Режим доступа: локальная сеть ТюмГУ.
43. Опекунова М.Г. Диагностика техногенной трансформации ландшафтов на основе биоиндикации: Автореф. дис. ...докт. геогр. наук. Санкт-Петербург, 2013. 37 с.

44. Преображенский В.С. Охрана ландшафтов. Толковый словарь. – М.: Прогресс, 1982. – 272 с.
45. Раменский Л.Г. О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель, геоботаники и экологии // Советская ботаника, 1935. № 4. С. 25–42.
46. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
47. Росновский И.Н. Устойчивость почв – техногенно-механические аспекты. – Новосибирск: Наука, 1993. – 161 с.
48. Словарь ботанических терминов / Под общ. ред. И. А. Дудки. — Киев, 1984. – 307 с.
49. Словарь русского языка: В 4-х т. / РАН, Ин-т лингвистич. исследований; Под ред. А. П. Евгеньевой. — 4-е изд., стер. — М.: Рус. яз.; Полиграфресурсы, 1999.
50. Сметанин В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель. – М.: Колос, 2000. – 96 с.
51. Солнцев Н. А. Учение о ландшафте: Избранные труды. — М.: Изд-во МГУ, 2001. — 383 с.
52. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. – М.:Изд-во МГУ, 1998. – 376 с
53. Соромотин А.В. Воздействие добычи нефти на таежные экосистемы Западной Сибири: монография. – Тюмень: Издательство ТюмГУ, 2010. – 320 с.
54. Сочава Б. В. Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1978. — 319 с.
55. Хасанова Г.Ф. Современное состояние и особенности трансформации ландшафтов среднегорий Южного Урала: дис. ... канд. геогр. наук. Уфа, 2017. – 230 с.
56. Хаустов А.П., Редина М.М. Охрана окружающей среды при добыче нефти. – М.: Изд-во «Дело», 2006. – 84 с.

57. Хорошавин В.Ю. Техногенная трансформация гидрологического режима и качества вод малых рек нефтегазовых месторождений бассейна Пура: Автореф. дис. ...канд. геогр. наук. Екатеринбург, 2005. 25 с.

58. Черненко Т. В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение. – М.: АстраТель, 2002. – 191 с.

59. Шилова И.И. Первичные сукцессии растительности на техногенных песках нефтегазодобывающих районов Среднего Приобья // Экология, 1977. № 6. С. 5-15.

60. Шищенко П.Г. Прикладная физическая география. – Киев: Выща школа, 1988. – 192 с.

61. Экологический энциклопедический словарь / Под ред. И.И. Дедю. — Кишинев: Главная редакция Молдавской советской энциклопедии, 1989. – 406 с.

62. Machado, A. An index of naturalness / A. Machado // Journal for Nature Conservation. – 2004. – Vol. 12. – P. 95–110.

63. Mike, A. Management Planning for Nature Conservation a Theoretical Basis & Practical Guide / A. Mike. – Springer Netherlands, 2013. – 508 p.

64. Rüdissler, J. Distance to nature – A new biodiversity relevant environmental indicator set at the landscape level / J. Rüdissler, E. Tasser, U. Tappeiner // Ecological Indicators. – 2012. – Vol. 15. – P. 208–216.

65. Troll C. Die geographische Landschaft und ihre Erforschung // Studium Gener. 1950. 3. Jg. S. 163–181.

2. Электронные издания

66. Бузмаков С.А. Антропогенная трансформация природной среды // Географический вестник, 2012. № 4(23). С.46-50. URL: <http://press.psu.ru/index.php/geogr/article/view/640> (дата обращения 11.01.2021).

67. Геологическая служба США (United States Geological Survey): официальный сайт. Рестон, Виргиния. URL: <https://www.usgs.gov/> (дата обращения 20.03.2022)

68. Геопортал «ЮГРА»: сайт автономного учреждения Ханты – Мансийского автономного округа – Югры “Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В. И. Шпильмана”. URL: <https://maps.crgu.ru/smaps/cmViewer.php> (дата обращения: 12.03.2021)

69. Двадненко М.В., Маджигатов Р.В., Ракитянский Н.А. Воздействие нефти на окружающую среду // Международный журнал экспериментального образования. 2017. № 3-1. С. 89-90. URL: <https://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=11244> (дата обращения: 10.01.2021).

70. Коркина Е.А., Талынева О.Ю. Антропогенная трансформация природных ландшафтов в зоне техногенеза нефтегазодобывающей промышленности Среднего Приобья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2015. Т.17, № 5. С. 40-44. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antropogennaya-transformatsiya-prirodnih-landshaftov-v-zone-tehnogeneza-neftedobyvayuschey-promyshlennosti-srednego-priobya/viewer> (дата обращения 10.01.2021).

71. Мамаев С.А., Шилова И.И. Антропогенные ландшафты нефтегазодобывающих районов Среднего Приобья и некоторые направления их экологической оптимизации // Растения и промышленная среда. Вып. 4. Свердловск, 1976. С.22-30. URL: <https://www.altmetric.com/details/4424966> (дата обращения: 10.11.2021)

72. Михайлов В.А. Оценка антропогенной преобразованности ландшафтов с помощью ГИС (на примере Крымского Присивашья) // Современные научные исследования и инновации. – 2012. - № 10 (18). URL: <https://web.snauka.ru/issues/2012/10/17103> (дата обращения: 03.06.2022).

73. Никитина Ю.Г., Олзоев Б.Н. Изучение антропогенной трансформации ландшафтов Прибайкалья по космическим снимкам на

примере острова Ольхон // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. №2 (85). С. 67 – 74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-antropogennoy-transformatsii-landshaftov-pribaykalya-po-kosmicheskim-snimkam-na-primere-ostrova-olhon> (дата обращения: 13.03.2021).

74. Олзоев Б.Н. Технологические основы создания электронных рекреационно-туристских карт (на примере национального парка «Тункинский» // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. Т. 82, № 11. С. 105-110. URL: <https://depprirod.admhmao.ru/deyatelnost/ispolzovaniya-obektov-zhivotnogo-mira/territorialnoe-okhotustroystvo/113852/postanovlenie-gubernatora-84-ot-24-iyunya-2013-goda-o-skheme-razmeshcheniya-ispolzovaniya-i-okhrany/> (дата обращения: 17.03.2021)

75. ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь»: официальный сайт. Когалым. URL: <https://zs.lukoil.ru/ru> (дата обращения: 29.03.2021).

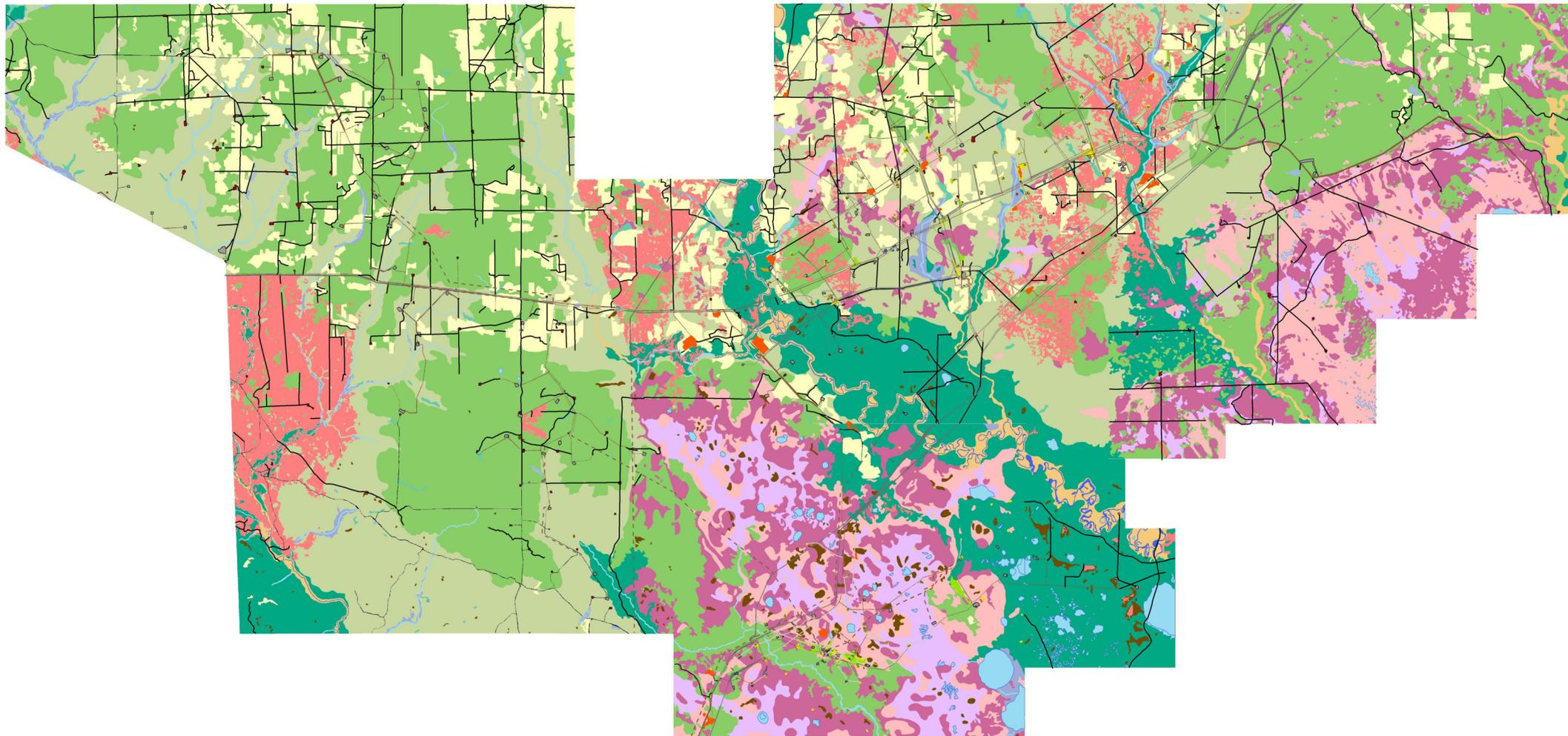
76. Степаненко А.Г., Савенкова И.В. Оценка современного состояния и уровней деградации лесов // Сельское, лесное и водное хозяйство, 2013. № 6. URL: <http://agro.snauka.ru/2013/06/1100> (дата обращения: 10.01.2021).

77. Шихов А.Н., Зарипов А.С. Многолетняя динамика потерь лесов от пожаров и ветровалов на северо-востоке Европейской России по спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Том 15. №7. С.114-128. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36820463> (дата обращения: 20.05.2022).

Карта антропогенных ландшафтов бассейна реки Мулымья в границах лицензионных участков недр (2021 г.) [составлено автором]

КАРТА АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ БАСЕЙНА РЕКИ МУЛЫМЬЯ В ГРАНИЦАХ ЛИЦЕНЗИОННЫХ УЧАСТКОВ НЕДР (2021 Г.)

Масштаб 1:300 000



Условные обозначения

Тип местности условно ненарушенных территорий

	Грядово-мочажинный		Плоскобугристых верховых болот
	Долинный		Плоских мезотрофных болот
	Заторфованных долинообразных понижений		Пойменный
	Междуречный		Придолинный
	Минерально-островной		Русловой
	Озерный		Склоновый
	Террасовый		

Типы и роды антропогенных ландшафтов

Нефтегазопромысловый тип	Линейно-транспортный тип	Временный тип
 Поисково-разведочный	 Электротранспортный	 Вахтово-производственный
 Эксплуатационный	 Полимагистральный	 Гидроморфно-дигрессионный тип
 Постэксплуатационный	 Дорожный	 Подпрудно-дигрессионный
Карьерный тип	 Трубопроводный	 Вырубочно-дигрессионный тип
 Гидрокарьерный	Вторично-производный тип	 Массивно-вырубочный
 Котлованный	 Рекультивационный	 Пирогенно-дигрессионный тип
	 Сукцессионно-восстановительный	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Площадь антропогенных ландшафтов в пределах Восточно-Лазаревского ЛУ в 2001-2021 гг. [по данным автора]

Год	Площадь антропогенных ландшафтов, км ²							
	Нефтегазопромысловый тип	Линейно-транспортный тип	Карьерный тип	Временный тип	Вырубочно-дигрессионный тип	Вторично-производный тип	Гидроморфно-производный тип	Пирогенно-производный тип
2001	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2006	0,02	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35
2011	0,10	0,35	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,87
2017	0,12	0,84	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,88
2021	0,14	1,01	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,96

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Площадь антропогенных ландшафтов в пределах Лазаревского ЛУ в 2001-2021 гг. [по данным автора]

Год	Площадь антропогенных ландшафтов, км ²							
	Нефтегазопромысловый тип	Линейно-транспортный тип	Карьерный тип	Временный тип	Вырубочно-дигрессионный тип	Вторично-производный тип	Гидроморфно-производный тип	Пирогенно-производный тип
2001	0,11	1,90	0,00	0,00	1,28	0,66	0,00	0,08
2006	0,20	2,27	0,23	0,00	1,75	1,23	0,07	0,20
2011	0,37	4,53	0,65	0,00	2,37	2,22	0,26	0,45
2017	0,42	6,15	1,17	0,00	2,82	2,37	0,28	0,52
2021	0,76	7,17	1,85	0,00	2,40	2,87	0,32	0,51

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Площадь антропогенных ландшафтов в пределах Ловинского ЛУ в 2001-2021 гг. [по данным автора]

Год	Площадь антропогенных ландшафтов, км ²							
	Нефтегазопромысловый тип	Линейно-транспортный тип	Карьерный тип	Временный тип	Вырубочно-дигрессионный тип	Вторично-производный тип	Гидроморфно-производный тип	Пирогенно-производный тип
2001	0,60	3,26	0,00	0,27	26,48	0,26	0,00	12,73
2006	0,83	5,99	0,00	0,48	40,90	1,13	0,00	23,18
2011	3,22	14,36	2,29	0,66	75,55	2,80	0,26	85,45
2017	3,22	20,52	2,31	0,66	76,59	2,80	0,26	86,40
2021	3,94	23,29	2,76	0,66	79,12	3,43	0,59	90,52

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Площадь антропогенных ландшафтов в пределах Пайтыхского ЛУ в 2001-2021 гг. [по данным автора]

Год	Площадь антропогенных ландшафтов, км ²							
	Нефтегазопромысловый тип	Линейно-транспортный тип	Карьерный тип	Временный тип	Вырубочно-дигрессионный тип	Вторично-производный тип	Гидроморфно-производный тип	Пирогенно-производный тип
2001	0,02	0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2006	0,04	1,80	0,00	0,00	5,29	0,00	0,01	0,15
2011	0,31	5,19	0,41	0,00	11,33	0,25	0,04	0,53
2017	0,31	7,24	0,50	0,00	11,91	0,33	0,04	0,57
2021	0,85	8,80	0,42	0,00	13,53	0,79	0,09	0,71

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

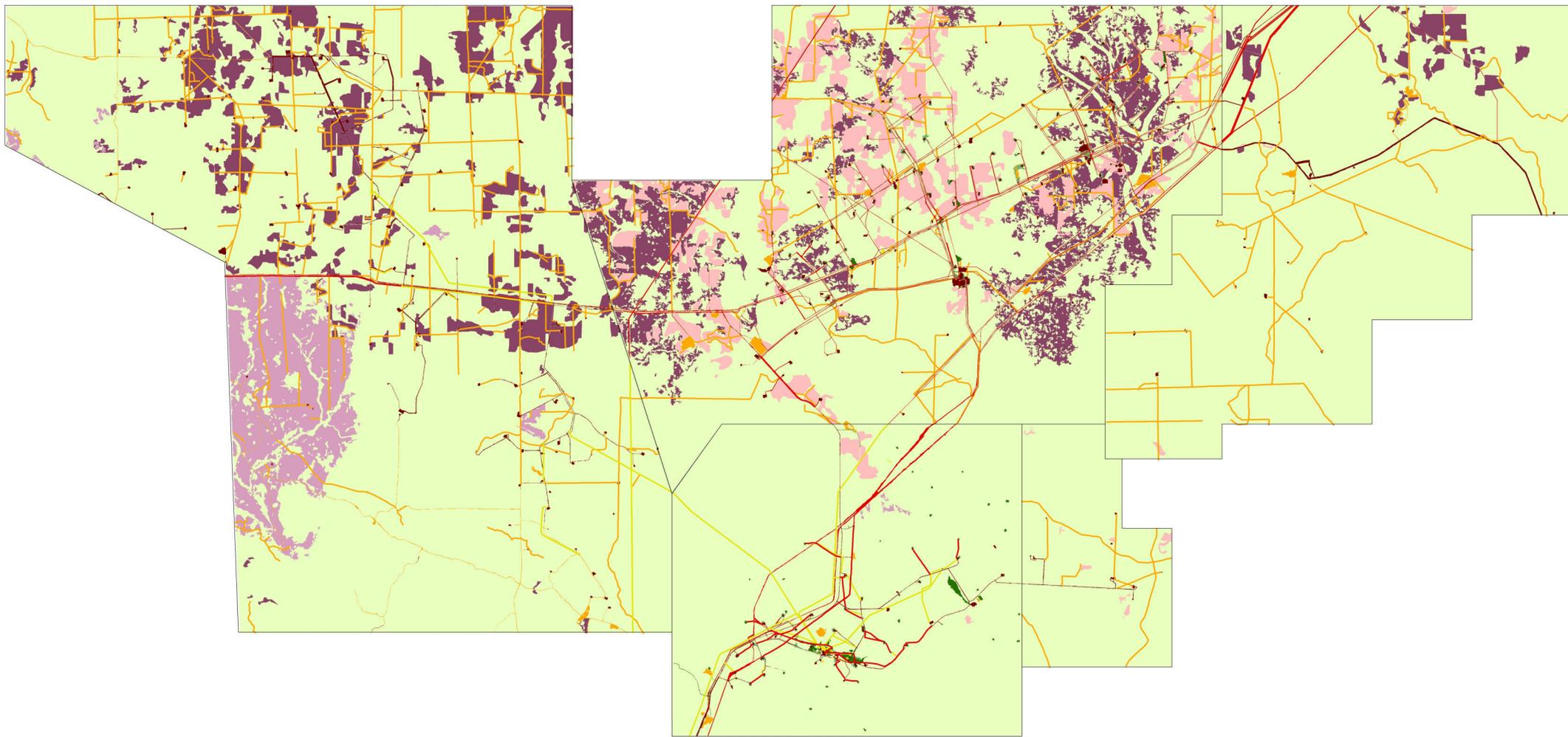
Площадь антропогенных ландшафтов в пределах Сыморьяхского ЛУ в 2001-2021 гг. [по данным автора]

Год	Площадь антропогенных ландшафтов, км ²							
	Нефтегазопромысловый тип	Линейно-транспортный тип	Карьерный тип	Временный тип	Вырубочно-дигрессионный тип	Вторично-производный тип	Гидроморфно-производный тип	Пирогенно-производный тип
2001	0,19	1,13	0,00	0,00	9,41	0,00	0,00	6,48
2006	0,23	3,22	0,10	0,00	33,41	0,00	0,00	37,08
2011	1,61	10,18	0,46	0,00	84,44	0,53	0,27	61,08
2017	1,65	14,15	0,63	0,00	86,81	1,98	0,27	62,12
2021	2,72	16,02	0,79	0,00	107,91	7,02	0,65	68,05

Карта интенсивности преобразования структуры и свойств ландшафтов
бассейна реки Мулымья (2021 г.) [составлено автором]

КАРТА ИНТЕНСИВНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ЛАНДШАФТОВ БАСЕЙНА РЕКИ МУЛЫМЬЯ (2021 Г.)

Масштаб 1:300 000



Условные обозначения

- Границы лицензионных участков недр
- Исходные ландшафты

Интенсивность преобразования структуры и свойств ландшафтов

Полное разрушение или частичная деградация исходных природных комплексов

- Чрезвычайно сильная
- Сильная
- Средняя
- Слабая

Восстановление разрушенных и (или) деградированных природных комплексов

- Слабая
- Средняя

Трансформация исходных природных комплексов без их разрушения

- Активная
- Средняя
- Слабая