

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

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедры геоэкологии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК
Заведующий кафедрой
доктор биологических наук, доцент


_____ А.В. Синдирева
4 июля _____ 2022 г

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистерская диссертация

ВЛИЯНИЕ ФАКЕЛЬНОГО СЖИГАНИЯ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА
НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ (НА ПРИМЕРЕ НИЖНЕВАРТОВСКОГО РАЙОНА
ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА-ЮГРА)

05.04.06. Экология и природопользование


Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнил работу
студент 2 курса очной формы
обучения



Заиченко
Александр
Николаевич

Научный руководитель
доктор биологических наук,
доцент



Соромотин
Андрей
Владимирович

Рецензент
кандидат химических наук,
доцент, ТВВИКУ



Гуреева
Наталья
Владиславовна

Тюмень
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ СЖИГАНИЯ ПНГ НА ФАКЕЛАХ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ.....	7
1.1 ПРИЧИНЫ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФАКЕЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ)	7
1.2 ВЫВОДЫ ПО ПЕРВОЙ ГЛАВЕ	18
ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НИЖНЕВАРТОВСКОГО РАЙОНА ХМАО-ЮГРА.....	19
2.1. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА, ПРОВЕДЕНИЕ ПОЛЕВЫХ РАБОТ	19
2.2 ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ	23
ГЛАВА 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	24
3.1. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	24
3.2. МЕТОДЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	28
3.3. ОБЪЁМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ.....	33
ГЛАВА 4. ПОСЛЕДСТВИЯ СЖИГАНИЯ ПНГ НА НАЗЕМНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ В НИЖНЕВАРТОВСКОМ РАЙОНЕ ХМАО-ЮГРА	34
4.1. ОЦЕНКА УЩЕРБА РАСТИТЕЛЬНОМУ СООБЩЕСТВУ НА ТЕРРИТОРИИ ФАКЕЛОВ.....	34
4.2. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ НА ТЕРРИТОРИИ ФАКЕЛОВ.....	35
4.3 ВЫВОДЫ ПО ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ.....	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	44

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БКНС – блочная кустовая насосная станция	ПНГ – попутный нефтяной газ
ВИНК – вертикально интегрированные нефтяные компании	СГБ – стабильный газовый бензин
ГВт – гигаватт	СОГ – сухой отбензиненный газ
ГКМ – газоконденсатное месторождение	СПБТ - сжиженный пропан-бутан технический
ГКС – газокompрессорная станция	СПГ – сжиженный природный газ
ГПЗ – газоперерабатывающий завод	СУГ – сжиженные углеводородные газы
ГПЭС – газопоршневая электростанция	ТГ – топливный газ
ГРЭС – государственная районная электростанция	ТЭК – топливо энергетический комплекс
ГС – газовый сепаратор	ТЭО – технико-экономическое обоснование
ГТЭС – газотурбинная электростанция	УПВ – установка подготовки воды
Гф – газовый фактор	УПТГ – установка подготовки топливного газа
ЖНП - живой напочвенный покров	ФВД - факел высокого давления
ЗВ - загрязняющих веществ	ФНД - факел низкого давления
НГК – нефтегазовый комплекс	ХМАО - Ханты-Мансийского автономного округа
НГКМ – нефтегазоконденсатное месторождение	ШФЛУ – широкие фракции легких углеводородов

ВВЕДЕНИЕ

По данным международных и правительственных агентств, Российская Федерация остается одной из крупнейших в мире стран по сжиганию попутного нефтяного газа. В последнее десятилетие многочисленные исследования показали применимость спутниковых методов для оценки сжигания газа. Новые спутниковые наблюдения могут дать представление о структуре сжигания газа в зависимости от региона, компании и участка, поскольку имеющиеся данные зачастую неполны. На основе мониторинга сжигания газа в России с 2012 по 2020 год на уровне страны, региона, компании и участка, объемы сжигания газа в России оцениваются в среднем в 20 миллиардов кубометров в год, этот объем определяется в 15% мирового объема сжигания газа, при этом 82% в национальном масштабе приходится на сжигание газа в нефтедобывающей отрасли, которая с 2013 года находится под жестким государственным регулированием. Несмотря на первоначальное снижение, с 2015 года наблюдаемые объемы факельного сжигания, которые продолжают расти, и в 2020 г. выросли в два раза с 10 до 20 млрд м³. Мы можем отслеживать сезонные колебания, аварии при переработке газа и отслеживать мероприятия по сокращению сжигания газа. Такие наблюдения сообщают о влиянии состава газа на температуру факела на нефтегазовых месторождениях в России.

Цель работы – дать геоэкологическую оценку степени воздействия выбросов факельного сжигания попутного нефтяного газа на природные экосистемы (на примере Нижневартовского района ХМАО-Югра).

Объекты: лесные насаждения и почва территорий в непосредственной близости от факела по сжиганию попутного нефтяного газа.

Предмет: оценка степени воздействия выбросов факельного сжигания попутного нефтяного газа.

Задачи работы:

1) Установить причины и последствия сжигания ПНГ на факелах при добыче нефти в Западной Сибири.

2) Описать физико-географические особенности Нижневартовского района ХМАО-Югра.

3) Дать характеристику объектам и методам исследований

4) Оценить последствия сжигания нефтяного попутного газа на наземные геосистемы в Нижневартовском районе ХМАО-Югра.

Защищаемые положения

1) По истечению длительного времени после остановки факела в почве остается большое количество вредных веществ и процесс формирования растительного покрова замедлен.

2) Загрязнение прифакельной территории происходит не только в процессе сжигания попутного нефтяного газа (углеводороды, сульфаты), но и размещением на этой территории различных отходов нефтегазодобычи (слив технических жидкостей, отходы буровых растворов).

3) **Методика исследования:** В работе использовались такие методы теоретического уровня, как анализ, синтез, обобщение, статистические методы, эмпирические методы (эксперимент, сравнение, наблюдение), аналитические методы (сопоставление данных эксперимента с литературными данными), а также материалы полевых выездов, результаты химических методов анализа проб.

Научная новизна заключается в том, что впервые для территории группы месторождений на севере Нижневартовского района Ханты-Мансийского АО-Югры установлены последствия сжигания ПНГ на основные компоненты наземных экосистем, почву и растительный покров.

Практическая значимость: на основании данных работы можно проводить дальнейшие научные исследования для оценки влияния выбросов факельного сжигания попутного нефтяного газа на лесные насаждения и почвенный покров (на примере Нижневартовского района), прогноза накопления и распределения тяжелых металлов и нефтепродуктов в зависимости от типа почв, их физико-химических показателей.

Источниками информации для выполнения исследований послужили открытые литературные источники, данные предприятия ПАО НК «РуссНефть», личные наблюдения автора за растительным сообществом, отбор проб почвы и их анализ, на прилегающей территории факельного хозяйства.

Вклад авторов:

Проведение методики полевых и лабораторных исследований почвенного покрова, анализ и обработка результатов анализа почв территорий, а также изучение растительности находящихся под влиянием факельного хозяйства ДНС-6 «Варьеганского месторождения».

Апробация работы. По результатам исследования опубликована статья в электронном сборнике материалов всероссийской школы-семинара, посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка (21-22 апреля 2022 года, г. Пермь) «Анализ негативного воздействия сжигания попутного нефтяного газа в Нижневартовском районе» с размещением в базе РИНЦ.

Структура и объем работы. ВКР состоит из основной части, включающей в себя введение, четыре главы и заключение на 58 страницах, списка используемой литературы из 124 наименования. Работа иллюстрируется 10 рисунками и 4 таблицами.

ГЛАВА 1. ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ СЖИГАНИЯ ПНГ НА ФАКЕЛАХ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

1.1 ПРИЧИНЫ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФАКЕЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ)

В течение последнего десятилетия Россия оставалась ведущей страной по объему сжигания газа, связанного с разведкой нефти и газа, с оценками ежегодного сжигания от 10 до 20,5 млрд. м³ в зависимости от года оценки и источника. Из-за отсутствия общедоступных подробных отчетов от операторов факелов в стране и удаленности многих мест расположения факелов в Западной Сибири, спутниковые датчики являются привлекательным вариантом для мониторинга факельного сжигания газа. Оценка объемов сжигаемого газа может быть использована для анализа углеродного цикла, который основывается на знании мест и масштабов выбросов парниковых газов в атмосферу, отслеживания мероприятий по сокращению сжигания газа и выявления потенциально привлекательных мест для утилизации газа. В данной работе мы приводим подробный каталог газовых факелов, расположенных на объектах нефтегазового сектора в сегментах upstream (добыча), midstream (транспортная инфраструктура) и downstream (нефтепереработка), а также углубленный анализ на уровне страны, региона, компании и объекта результатов спутникового мониторинга сжигания газа в России в период 2012-2020 гг. [40].

Наш анализ основан на продукте данных географических и геологических метаданных, опубликованных в открытом доступе нефтегазовыми компаниями и правительством России.

Природный топливный газ (растворенный газ или смесь растворенного газа и газа газовой шапки) из всех видов сырых углеводородных месторождений, который добывается через нефтяные скважины (далее именуемый ("попутный газ")). ПНГ был в центре внимания правительственных постановлений, направленных на сокращение сжигания газа в России, при этом повышающие

коэффициенты налогообложения применяются к плате за сверхлимитные выбросы. Государственное регулирование, действующее с 2013 года, направлено на достижение 95 % утилизации ПНГ (т.е. 95 % добытого нефтяного газа не должно сжигаться в факелах или выбрасываться в атмосферу), при одновременном увеличении платы за сверхлимитное сжигание газа, при этом коэффициент $25\times$ выбросов множитель платы за выбросы, применяемый к месторождениям, где с 2014 года ведется сжигание сверхлимитного газа (т.е. >5 %). Однако есть несколько основных случаев, в которых этот коэффициент не применяется или применяется частично:

- Плата за превышение лимита не взимается, если не прошло трех лет с момента начала промышленной эксплуатации месторождения (с момента добычи 1 % запасов нефти), либо с момента добычи более 5% запасов нефти, либо прошло три года с начала промышленной эксплуатации месторождения (с момента извлечения 1 % запасов нефти), либо извлечено более 5% запасов нефти;

- Увеличение объемов сжигания на нефтяных месторождениях, вызванное временными ремонтными работами на связанных с ними газоперерабатывающих заводах, исключается из расчетов эффективности использования газа;

- Инвестиции в инфраструктуру по утилизации ПНГ могут быть использованы для (частичного) покрытия сверхлимитной части сбора.

По данным (Всемирный фонд дикой природы) WWF России [55], практически полное покрытие факельных установок приборами расходомерами, измеряющими параметры расхода газа внутри факельной трубы, было достигнуто в середине 2010-х годов. Тем не менее, сообщается, что некоторые компании могут использовать другие методы для оценки факельных выбросов, даже если установлен расходомер, что может привести к необъективной интерпретации данных [40].

Наряду с потенциальными ошибками в измерениях расходомера в полевых условиях и неконтролируемым сжиганием в ходе технического обслуживания,

это делает представленные данные в некоторой степени неточными, что позволяет компаниям сжигать на факелах около 20 % сверхлимитного ПНГ, избегая повышенных сборов, в то время как до 30-40 % сжигания не облагается налогом, как это происходит на новых месторождениях.

Ежегодные данные о сжигании газа в России на высшем уровне региональных подразделений (федеральных округов) и на национальном уровне находятся в открытом доступе в Единой межведомственной информационно-статистической системе (ЕМИСС), которую ведет Росстат (Федеральная служба государственной статистики).

Данные о сжигании газа на региональном и дочернем уровнях также предоставляются "ЦДУ ТЭК" (дочернее предприятие Министерства энергетики) на коммерческой основе, в то время как Министерство энергетики публикует ежегодные данные по сжиганию газа на национальном уровне.

Министерство энергетики ежегодно публикует данные о производстве и использовании ПНГ на уровне страны и крупных компаний производства и коэффициентов использования ПНГ. Данные "ЦДУ ТЭК" на уровне дочерних компаний в некоторых случаях соответствуют отдельным месторождениям, что частично позволяет получить данные на уровне месторождений. В Ханты-Мансийском автономном округе - Югре, региональные органы власти (Департамент минеральных ресурсов и Департамент природных ресурсов) публикуют ежегодные данные о сжигании газа (ежеквартальные данные доступны за период 2012-2016 гг.). Данные на уровне компаний также публикуются крупными нефтяными компаниями в их годовых отчетах или отчетах об устойчивом развитии, обычно в форме показателей добычи и использования ПНГ в масштабах компании. Такой способ отчетности оставляет возможность ошибки в интерпретации при преобразовании данных о добыче и эффективности использования ПНГ в данные о сжигании газа, данные об эффективности добычи и утилизации ПНГ в объемы сжигания газа. В последние годы (примерно с 2015 года) "Газпром нефть" и "Лукойл" напрямую сообщали объемы сжигания газа на уровне компаний, в то время как Роснефть сообщила

об объемах сжигания газа или коэффициентах использования ПНГ среди своих основных дочерних компаний [13].

Однако, насколько известно, никаких постоянных данных по конкретным месторождениям не представлено в открытом доступе, ни один из источников не предоставляет в открытый доступ непрерывные данные по месторождениям. Коэффициенты использования ПНГ на местах также могут быть коммерческой тайной.

Метод оценки годового и месячного объема факельных выбросов включал следующие шаги. Во-первых, мы определили приблизительные местоположения (центроиды) и границы векторов отдельных постоянных ИК-излучателей путем кластеризации обнаружений VNF в базе данных. Для каждого центроида кластера, мы определили состояние облачности при каждом ночном проходе спутника, независимо от того был ли ИК-излучатель обнаружен в этом месте или нет. Эта информация была использована позже для нормализации частоты обнаружения вспышки в условиях отсутствия облачности.

Во-вторых, мы агрегировали временные ряды обнаружений VNF внутри границ кластера для данного временного интервала, чтобы оценить среднюю температуру, форму факела и радиационное тепло (энергии сгорания). Чтобы избежать смещения сигнала из-за облаков, мы агрегировали только безоблачные наблюдения и нормализовали среднее излучаемое тепло для частоты обнаружения. Кроме того, была скорректирована площадь источника отдельных обнаружений, участвующих в мы скорректировали площадь источника отдельных обнаружений, участвующих в объединении, с учетом угла обзора спутника, основываясь на форме факела.

В-третьих, классифицировали постоянные ИК-излучатели на расположенные выше по течению газовые факелы, расположенные ниже по течению нефтеперерабатывающие заводы, терминалы СПГ, промышленные объекты, свалки и т.д., основываясь на нашем анализе факельного сжигания в прошлом для существующих факелов и используя дневные спутниковые снимки

высокого пространственного разрешения и географических метаданных для новых факелов.

Наконец, мы агрегировали расчетные объемы сжигания для отдельных факелов по их типам (разведка и добыча, переработка и сбыт) и региона (месторождение или страна). Здесь мы использовали эмпирическую калибровочную регрессионную модель для получения объема сжигаемого газа из среднего радиационного тепла [40].

Наряду с анализом дневных снимков, географические метаданные были собраны из открытых источников, таких как реестры государственных учреждений или совместные картографические проекты. Для подтверждения обнаруженных газовых факелов и для последующего использования в каталоге газовых факелов.

Для сектора разведки и добычи основным источником географических метаданных был обновленный реестр информации об аренде нефтегазовых месторождений, который ведет Росгеолфонд (Российский геологический фонд), в котором указывается идентификатор аренды (который, в свою очередь, содержит информацию о региональном органе, выдавшем лицензию), название аренды и ее владелец (дочерняя компания), название и тип месторождения на основе данных о месторождении название и тип на основе данных Роснедр (Российского федерального агентства по минеральным ресурсам) данные, а также карта нефтегазовых месторождений России, составленная компанией "Минерал" на основе данных Роснедра с указанием географических границ участков и месторождений. Горячие точки из высокотемпературного" набора данных без доступных снимков, но с высокой частотой обнаружения (>10%), найденные в пределах границ нефтегазовых месторождений или Роснедра на карте "Полезные ископаемые", рассматривались как газовые факелы, которые часто связаны с разведочным бурением, когда еще не зарегистрировано и не нанесено на карту ни одно нефтяное или газовое месторождение.

Поэтому вместо него был использован сайт "Energy Base", на котором представлены уточненные географические координаты заводов, а также

информация о газоперерабатывающих заводах (ГПЗ) и заводах сжиженного природного газа (СПГ) [14].

Информацию о нефтегазовом секторе в России, особенно для объектов средней и нижней переработки, расположенных в городских центрах, обычно можно найти в рисунках на примерах изображений высокого пространственного разрешения, доступных в Google Earth для горячих точек, обнаруженных с помощью VIIRS Nightfire, образованных газовыми факелами, связанными с нефтегазовым сектором (первый ряд) и другими антропогенными и природными источниками (второй ряд).

В данной работе под "upstream" понималось сжигание в границах арендного сектора, соответствующего нефтяному или газовому месторождению (включая установки первичной переработки и внутреннюю транспортную инфраструктуру), под "midstream" - установки транспортировки и хранения углеводородов вне нефтегазовых месторождений, а под "downstream" - нефте- и газоперерабатывающие заводы с глубокой переработкой сырья. Сектор разведки и добычи разделен на категории на основе классификации месторождений Росгеолфонда (включая газ, нефть, (природный) газовый конденсат и смешанные типы) с указанием основного компонента - нефти или природного газа - наряду с классификацией Росгеолфонда; объекты переработки и сбыта включают нефтеперерабатывающие заводы, газоперерабатывающие заводы (ГПЗ), предприятия по производству сжиженного природного газа (СПГ) и нефтехимические заводы. Каталог содержит 3220 уникальных записей (идентификаторов газовых факелов), каждая из которых содержит 52 записи данных, включая географические метаданные, такие как информация о названии месторождения или объекта и его типе, административном регионе, дочерней и материнской компании или компаниях (в случае совместных предприятий), владеющих объектом, а также данные Nightfire, такие как информация о минимальной, максимальной и средней температуре, частоте обнаружения и объемах факельного сжигания идентификатора факела в млн. м³ [13].

За период наблюдений максимальное количество факелов (немодифицированные оригинальные данные VIIRS Nightfire) в России наблюдалось в 2013-2014 годах. С тех пор оно неуклонно снижалось, со значительным падением (142 уникальных идентификатора вспышек) до 1185 вспышек, обнаруженных в 2019 году, и ростом до 1241 вспышки, наблюдаемой в 2020 году. За период наблюдения факельное сжигание было обнаружено на 1063 отдельных нефтегазовых месторождениях, разведочных буровых, объектах среднего и низшего звена. Для сравнения, к январю 2019 года в России в промышленной эксплуатации находилось 2093 нефтяных месторождения [13]. Среди 3220 записей в каталоге только 6% (190 записей) соответствуют факельным выбросам газа на объектах средней и нижней части нефтепереработки и сбыта. Примерно 33% (1050 записей) идентификаторов факелов были выявлены на объектах добычи природного газа и газового конденсата. Девятнадцать обнаруженных газовых факелов остались неопознанными (т.е. не было указано название месторождения/объекта), в то время как для десяти записей не был идентифицирован основной добытый компонент.

Общие расчетные объемы сжигания газа в России в 2012-2020 годах в среднем составили 23 миллиарда кубометров, причем минимум наблюдался в 2014 году (20,1 миллиарда кубометров), а максимум - в 2020 году (25,6 миллиарда кубометров). Примерно 82 % общего объема сжигания газа приходится на сектор разведки и добычи нефти, с максимальным показателем 20,9 миллиарда кубометров в 2020 году и минимальным 16,1 миллиарда кубометров в 2014 году. Примерно 10 % сжигания газа происходит на объектах по добыче природного газа и газового конденсата, причем пик наблюдается в 2020 году (3 миллиарда кубометров). Оставшиеся 8 % объема сжигания наблюдаются на объектах средней и нижней переработки и сбыта, при этом пик приходится на 2015-2016 годы (2 миллиарда кубометров), а самый низкий объем - 1,4 миллиарда кубометров - на 2019 год [40].

Сжигание газа в процессе разведки и добычи было обнаружено в 27 субъектах РФ, а также на 9 морских платформах или морских разведочных судах, расположенных на шельфе Российской Федерации, при этом сжигание газа на факелах ниже по течению происходило еще в 12 регионах. Гистограмма на рисунке 5 представляет распределение объемов сжигания газа в основных регионах России.

Ежегодный анализ показывает, что Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) остается основным регионом сжигания ПНГ в России, хотя его доля в общем объеме сжигания газа в России значительно снизилась с начала наблюдений в 2012 году с 33 %. в России значительно снизилась с начала наблюдений в 2012 году - с 33 % до 22 %. Как сообщалось, ежегодные объемы добычи ПНГ в регионе остаются неизменными, и очевидно, что утилизация ПНГ в ХМАО, крупнейшем нефтедобывающем регионе России (42-50 % годовой добычи нефти), значительно возросло.

Среди других регионов Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО) производит 10 % нефти и газового конденсата в России; однако относительно высокие показатели сжигания в факелах были

Однако в период наблюдения были достигнуты относительно высокие показатели сжигания в факелах, поскольку вводились в эксплуатацию новые крупные нефтяные месторождения, не имеющие или имеющие ограниченную связь с существующей газопроводной инфраструктурой. Другими основными источниками сжигания в регионе являются крупные месторождения газового конденсата и природного газа, где факельное сжигание, происходящее вместе с добычей природного газа и газового конденсата скорее всего, не подпадает под повышенную плату за выбросы, действующую только для попутного нефтяного газа. Уникальным для данного региона является то, что месторождения, отнесенные к категории природного газа и газового конденсата, составляют до 40-60 % объема сжигания газа в ЯНАО, причем в последние годы их доля снижается. Из-за сжигания природного газа на месторождениях ЯНАО в 2019-

2020 годах Ямало-Ненецкий автономный округ, по оценкам, был регионом с самым высоким уровнем сжигания газа в России [14].

Ванкорское месторождение, расположенное в Красноярском крае и введенное в эксплуатацию в 2009 году, в последние годы является одним из крупнейших нефтедобывающих месторождений в России. В 2013 г, его годовой объем добычи нефти достиг 21,4 млн тонн, что сопоставимо с Самотлорским месторождением (22 млн т.), вторым по величине нефтедобывающим месторождением в России на тот момент. В 2018 году Ванкор оставался третьим по величине нефтедобывающим месторождением в России (16 млн тонн нефти в год). Тем не менее, до октября 2013 года уровень утилизации ПНГ на месторождении, по данным "ЦДУ месторождения, по данным "ЦДУ ТЭК", оставался ниже 1 %.

Результатом данной работы является цифровой каталог российских газовых факелов, наблюдавшихся со спутника АЭС Суоми в период 2012-2020 годов. Для каждого факела мы сообщаем его географические и экономические метаданные, включая местоположение, температуру, частоту обнаружения, годовой объем факела (в миллионах кубических метров,), тип объекта (например, нефтяное месторождение или газоперерабатывающий завод), а также принадлежность. Мы приводим технические подробности обновленного метода обнаружения и характеристики факелов, включая водораздел карты вероятности обнаружения для определения контуров факелов, агрегирование временных рядов VNF в пределах контуров факелов по месяцам или годам, нормализацию этих агрегированных данных для безоблачных наблюдений, коррекцию геометрии факела и угла обзора спутника, нелинейную коррекцию закона Стефана-Больцмана для радиационного тепла факела, а также уровни уверенности в калибровке для исследования сжигания газа с использованием данных VNF [13].

За период наблюдений 2012-2020 гг. в данном исследовании было подтверждено 3220 уникальных ежегодных обнаружений газовых факелов в России. Ежегодно в среднем обнаруживалось около 1350 газовых факелов, с

уменьшением в 2020 году до 1241 обнаружения. Эти обнаружения соответствуют 1063 уникальным объектам - отдельным субъектам, таким как нефтяные и газовые месторождения, разведочные буровые скважины, а также объекты среднего и нижнего течения. Факельное сжигание было обнаружено в 27 субъектах федерации России, а факельное сжигание в сфере переработки и сбыта - еще в 12 регионах. На уровне компаний 293 отдельным дочерним предприятиям был приписан как минимум один активный факел газа. В глобальном контексте объемы сжигания газа в России оцениваются в среднем в 23 млрд. м³ в год (15 % от общемирового объема сжигания), причем 19 млрд. м³ (около 82 % в национальном масштабе) приходится на объекты нефтедобычи, сжигающие попутный нефтяной газ (ПНГ), на который с 2013 года распространяется жесткое государственное регулирование. Несмотря на первоначальное падение, наблюдаемые объемы факельного сжигания начали расти с 2018 года, и, несмотря на неудачи 2020 года и последующее снижение добычи нефти в России на 9%, объемы факельного сжигания, по оценкам, достигли своего пика (25,5 млрд. м³) в этом году (21 млрд. м³ в секторе разведки и добычи нефти), хотя глобальное сжигание снизилось на 5 %. Оценки VIIRS Nightfire лучше согласуются с официальными данными, представленными Министерством энергетики РФ и Росстатом (Федеральная служба государственной статистики РФ) в 2012-2013 и 2019 годах, а в 2015-2016 годах его оценки превысили представленные данные примерно на 70 %. В региональном масштабе Ханты-Мансийский автономный округ, Югра (ХМАО), являющийся основным нефтедобывающим регионом России, по оценкам, остается крупнейшим регионом сжигания ПНГ в стране, хотя оценки Nightfire превышают представленные данные в 2,5 раза. В 2012-2017 годах объем сжигания в регионе также значительно снизился и остается на уровне 4,5 млрд куб. м. По оценкам, в 2019-2020 годах совокупный объем сжигания в секторе разведки и добычи (включая объекты добычи природного газа и газового конденсата) в Ямало-Ненецком автономном округе превысит объем сжигания в ХМАО (5 млрд. м³), хотя в данном исследовании примерно 50 % объема

сжигания было отнесено к категории "природный газ в секторе разведки и добычи". Другими крупными регионами сжигания являются Иркутская область (3,5 млрд. м³ в 2020 году), Красноярский край (3 млрд. м³) и Оренбургская область (2,3 млрд. м³). На уровне компаний крупнейшая нефтедобывающая компания "Роснефть" также является крупнейшим сжигающим предприятием, на долю которого приходится 38 % национального объема сжигания (оценки включают совместные предприятия). Примерно 14 % и 12 % объема сжигания приходится на предприятия "Газпром нефти" и "Лукойла", соответственно, хотя последний сообщает о значительно меньших объемах сжигания. Крупные нефтедобывающие компании "Сургутнефтегаз" и "Татнефть" ежегодно сжигают менее 0,1 млрд. м³ ПНГ, и подтверждено, что они достигли цели использования ПНГ на 95 %. Хотя корреляция с данными о факельном сжигании, представленными компаниями, сильная ($R^2 = 0,9$), годовые оценки для крупнейших компаний имеют значительный разброс, в то время как другие компании, как правило, переоцениваются с помощью Nightfire. На уровне участка мы можем отслеживать катастрофические события, приводящие к временному увеличению объемов сжигаемого газа, когда инфраструктура не в состоянии утилизировать газ (Ханты-Мансийский ГПЗ, 2016), а также отслеживать и подтверждать мероприятия по сокращению сжигания газа (Ванкорское месторождение, после 2014 года). Влияние состава газа на среднюю температуру отмечается для нефтяных и газовых месторождений России: факелы нефтяных месторождений оказываются более крупными и горячими по сравнению с природными ДЗЗ. 2021, 13, 3078 27 из 30 газовыми месторождениями. Это может быть связано не только с составом газа, но и с технологическими различиями в конструкции факела, эффективности сжигания и эксплуатации. Мы сравнили долгосрочные тенденции и сезонные изменения сжигания газа на национальном уровне в России и США. Для летних месяцев ночные наблюдения на субарктических нефтегазовых месторождениях невозможны и должны быть интерполированы или заполнены альтернативным дневным продуктом сжигания [40].

В работе сравниваем долгосрочные тенденции и сезонные колебания сжигания газа на национальном уровне в России и США. Для летних месяцев ночные наблюдения за субарктическими нефтяными и газовых месторождений в субарктических условиях невозможны и должны быть интерполированы или заполнены альтернативным продуктом дневных наблюдений. Мы наблюдаем аналогичные максимумы и минимумы в летне-зимний период в сезонных моделях для обеих стран. Однако реакция факельного сжигания газа на экономический спад COVID-19 экономический спад отличается: в США он показал 50 %-ное снижение весной 2020 года, в то время как в России он следовал той же схеме, что и в предыдущие годы [40].

1.2 ВЫВОДЫ ПО ПЕРВОЙ ГЛАВЕ

На данный момент, одним из самых актуальным способом оценивания объемов сжигания ПНГ и площадей подверженных негативному влиянию, является спутниковый мониторинг сжигания газа. На основании оценки температуры и площади газового факела, используя спутниковые изображения, можно получить достоверные результаты объемов и влияния выбросов факелов на окружающую среду.

Для восстановления экосистем необходимо решить некоторые задачи, главным образом восстановить их исходное или близкое к исходному состояние, или создать новый тип экосистемы, отвечающий определенным требованиям. Как известно, природные ландшафты характеризуются способностью к самопроизвольному восстановлению при ослаблении техногенной и антропогенной нагрузки, но этого недостаточно из-за вредных веществ, которые задерживаются в почве на длительное время. В этой связи необходимо проводить рекультивацию и восстанавливать растительность.

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НИЖНЕВАРТОВСКОГО РАЙОНА ХМАО-ЮГРА

2.1. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ОБЪЕКТА, ПРОВЕДЕНИЕ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

На примере Варьеганского нефтегазоконденсатного месторождения, разрабатываемого вблизи города Радужного, расположенного в Нижневарттовском районе на правом берегу реки Аган в центре Западной Сибири, в северо-восточной части Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, Тюменской области. В 188 км от столицы Смотлора - города Нижневарттовска, в 381 км, от первого по населению города Югры - города Сургута, в 1161 км, от столицы Тюменской области - города Тюмени были проведены исследования влияния сжигания ПНГ на окружающую среду, а также проанализирован уровень рационального использования попутного нефтяного газа [55] (рис. 2.1).

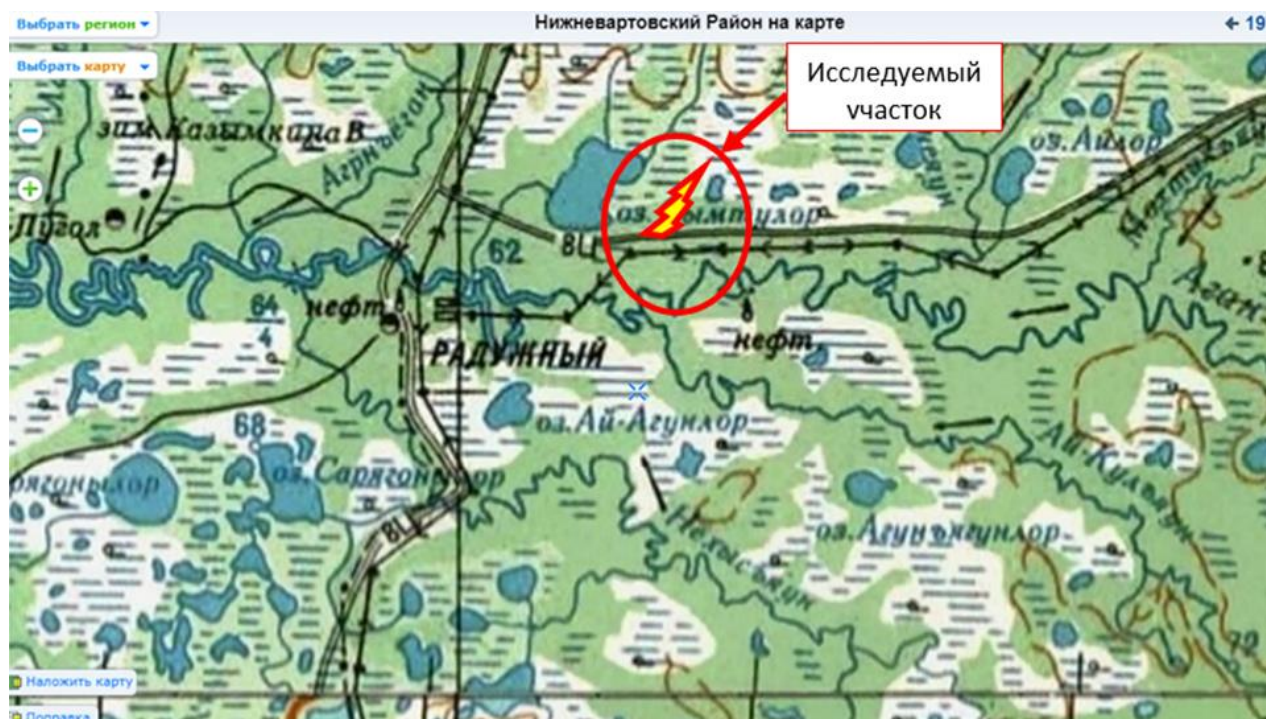


Рисунок 2.1 - Факельное хозяйство Варьеганского месторождения [76]

Радужный город резко континентального климата, зима в данном районе определяется суровой продолжительной зимой и сильными ветрами, также часто происходят метели. Лето в районе города радужного является коротким и нежарким. В основном преобладают резкие перепады погодных условий в течение суток. Среднегодовая температура составляет – 3,3 градуса, абсолютный минимум температуры января – 57 градусов, максимум июля - + 36 градусов. Местность, приравненная к районам Крайнего Севера. Зона тайги и болот [57].

Варьёганское нефтегазоконденсатного месторождение, в Российской Федерации, на севере Тюменской обл. (Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция). Было открыто в 1968 году. Залежи находятся на глубине 800-2500 м. Начальный дебит нефти в скважинах до 290 т/сут, газа около 630 тыс. м³/сут. Плотность нефти составляет 0,77-0,86 г/см³. Центр добычи Варьёганского месторождения - г. Нижневартовск [52] (рис 2.2).

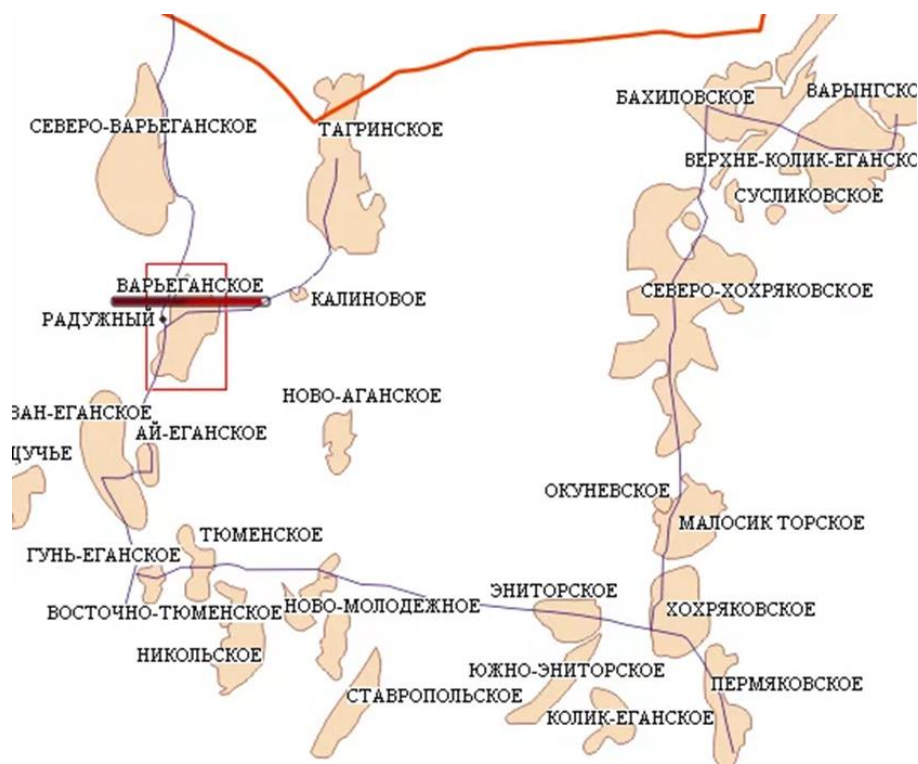


Рисунок 2.2 - Схема расположения Варьёганского нефтегазоконденсатного месторождения [105].

По итогам 2020 года фактическая добыча газа ПАО НК "РуссНефть" составила 2182 млн кубометров, в том числе природный газ 269 млн кубометров.

На месторождениях Компании было добыто 1913 млн кубометров попутного нефтяного газа. При этом уровень утилизации газа по итогам года был выдержан на уровне 95 %, тем самым требование государства, направленное на максимальное снижение негативного воздействия производства на окружающую среду полностью выполнено. [52]

Программа эффективного использования попутного нефтяного газа (ПНГ) в настоящее время Компании, состоит в том, чтобы поддерживать уровень рационального использования ПНГ, повышать энергоэффективность нефтедобычи, сокращать эмиссию парниковых газов. Эта деятельность будет осуществляться в рамках корпоративной программы, разработанной на 2021-2023 гг. В соответствии с ней запланировано финансирование ряда крупных объектов инженерной и газовой инфраструктуры [55].

Развитие газового бизнеса является приоритетом для Компании. В 2020 году было принято решение о реализации проекта по доведению газа до качества СТО на ГСП Восточно-Рыбушанского месторождения в Саратовском филиале ПАКО НК «РуссНефть». При проектировании установки подготовки газа Компания отдала приоритет технологиям и оборудованию российского производителя. [77].

Дочерние предприятие ОАО «Варьёганнефть» входящее в структуру НК «РуссНефть» использует попутный нефтяной газ, в целях выработки тепла и электроэнергии на своих месторождениях для обеспечения без перебойной работа инфраструктуры месторождений. Кроме того, ПНГ направляется на газоперерабатывающий завод в городе Радужный, для обеспечения работы ТЭС, также поставляется в газотранспортные системы других организаций. Уровень рационального применения попутного нефтяного газа в Компании составляет более 95 %. Инвестиционная газовая программа по повышению уровня полезного использования попутного нефтяного газа остается главным вопросом компании. Мероприятия программы, позволяют увеличить процент полезного использования попутного нефтяного газа до максимально возможного по условиям технологии [52].

Нижневартовский район расположен в умеренном климатическом поясе. Климат характеризуется продолжительной зимой, длительным залеганием снежного покрова (200-210 дней), короткими переходными сезонами, поздними весенними и ранними осенними заморозками, коротким безморозным периодом (100-110 дней), коротким летом (70-100 дней). Средняя температура воздуха самого холодного месяца года – января – варьирует от $-22,0$ °С до $-24,0$ °С; средняя температура самого теплого месяца – июля – изменяется соответственно от $16,0$ °С до $17,0$ °С. Таким образом, средняя годовая амплитуда температур изменяется на территории района от 36° до 41° [106].

Постоянное снежное покрытие образуется в октябре, окончательный сход снега происходит примерно в начале мая. Снежный покров достигает своей высота в среднем 70-80 сантиметров, а в защищенных местах высота определяется 85-90 сантиметров. Максимальное промерзание почвы достигает глубины на открытых местах и оголенной от снега поверхности до в среднем 300 сантиметров, на болотах промерзание почвы достигает максимум до 70 сантиметров, а под снежным покровом поверхность почвы промерзает до 110 сантиметров, [114].

Район относится к влажному климату. Среднегодовое количество осадков составляет 625 миллиметров, основное количество осадков выпадает в теплое время года; среднегодовая влажность воздуха - 75 процентов [117].

Рельеф Нижневартовского района считается в основном равнинным – низменным. Данный район определяется абсолютными отметками в пределах 200 метров, а перепады высот отмечаются от 100 до 200 метров. Такие особенности рельефа преобладают по всей Западно-Сибирской территории [121].

Большое количество озер и болот является еще одной из особенностей рельефа. В Нижневартовском районе озерность составляет более 10 %, заболоченность – более 30 %. В этой связи нужно понимать, что такие формы рельефа связаны между собой, считается, что болота, это старые озера, которые представлены слоями торфа разной толщины. [121].

Нижневартовский район описывают как приледниковую, главным образом, озерно-аллювиальную равнину. [121].

Породы, представленные песками, супесями, суглинками и торфом, которые образуют почву Нижневартовского района в северной и северо-западной части, относятся к подзоне глееземов и подзолов северной тайги, которые сложены песчаными отложениями озерно-аллювиального происхождения. Афтоморфные почвы в таежно-лесной зоне образуются в условиях промывного водного режима, а в Восточной Сибири — и мерзлотного водного режима в пределах бассейна реки Аган представлены подзолами иллювиально-гумусовыми, подзолами иллювиально-железистыми языковатыми, подзолами иллювиально-железистыми, торфянисто- и торфяно-подзолами иллювиально-гумусовыми. Местами имеются выходы флювиогляциальных песчаных отложений, иногда с примесью гальки, например на территории Сибирских Увалов. К ним приурочены подзолы глееватые [71].

В Нижневартовском районе в лесах преобладают основные три вида деревьев, это сосна, кедр и береза они покрывают более 97 % лесных площадей.

2.2 ВЫВОДЫ ПО ВТОРОЙ ГЛАВЕ

Природные условия района исследований типичны для средней тайги Западной Сибири. Основным источником негативного влияния на природные экосистемы региона является нефтегазодобывающий комплекс. В настоящее время только в Нижневартовском районе эксплуатируется и разрабатывается около 90 месторождений по добыче нефти и газа. Нефтегазовая отрасль одна из самых мощных в сфере разрушения окружающей среды различными способами, сжигание ПНГ на факелах, отходами при бурении скважин, порывами нефтепроводов и разливами нефти, несанкционированные захоронения отходов нефтяной промышленности и т. д.

ГЛАВА 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

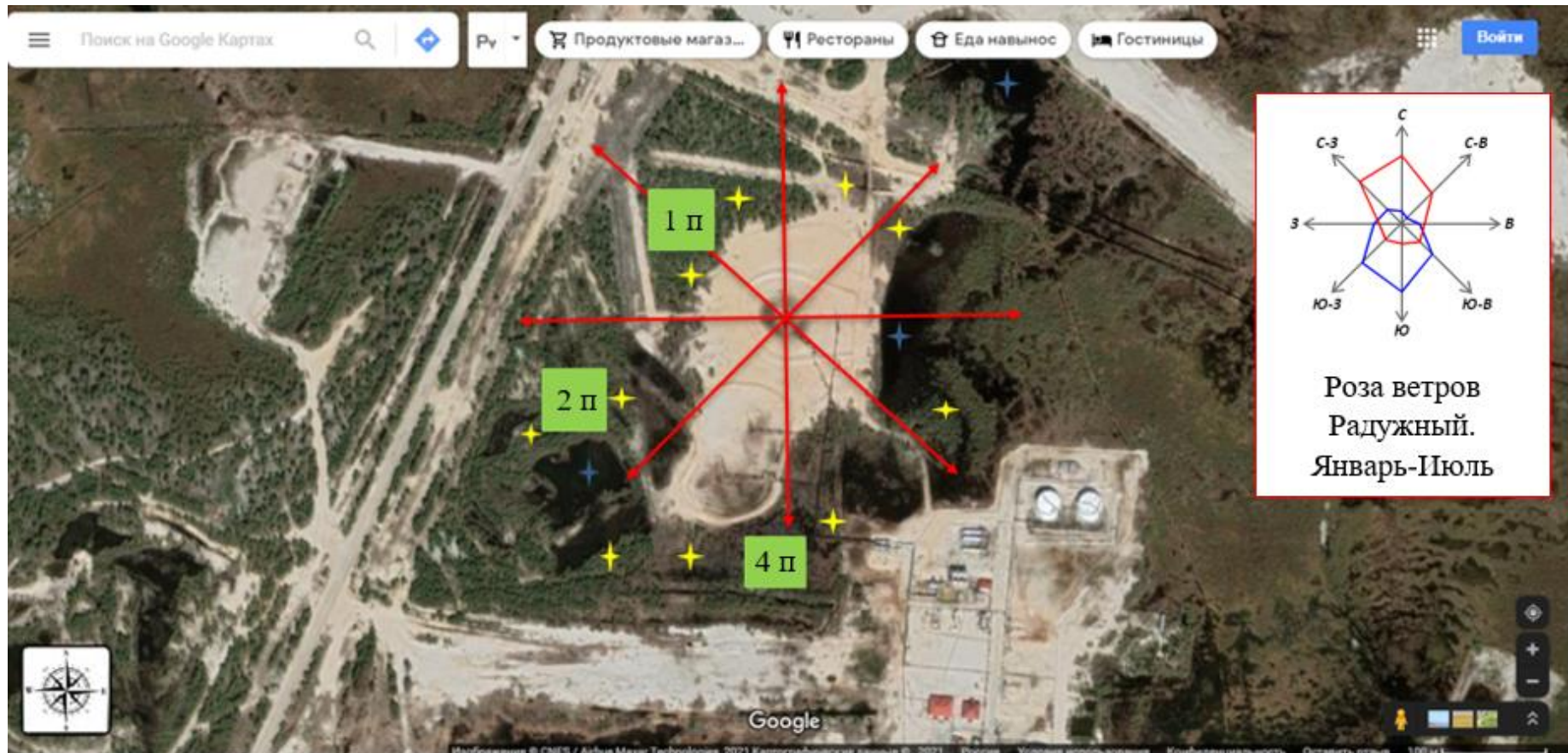
Исследования изменчивости высоты и радиального прироста у деревьев сосны обыкновенной, а также отбор почвенных образцов для химического анализа проводились: в Нижневартовском районе ХМАО-Югра, вблизи г. Радужный на Варьеганском нефтегазоконденсатном месторождении [108].

Исследования проводились в 2021 году на ГКС Варьеганского нефтегазоконденсатного месторождения и на фоновой территории в 5 км. от факельного хозяйства (рис. 3.1, 3.2) согласно розе ветров [106] рассчитанной по данным метеостанции города Радужный (рис. 3.3).

Согласно требованиям [84] для изучения исследуемых территорий необходимо применять метод закладки пробных площадей.

Растительное сообщество, которое не может противостоять длительному тепловому воздействию, а также влиянию вредных веществ, которые выбрасываются при сжигании ПНГ, нами были проведены исследования по определению негативного влияния на насаждения, обитаемых на территории факельного хозяйства.

Методы, которые мы применяли, заключались в закладке контрольных и фоновых пробных площадей, на которых проводили отбор проб почвы и исследование насаждений: одна на участке воздействия факельного сжигания ПНГ, другая - на фоновой территории в 5 км от факельного хозяйства. Пробные площади закладывались в форме квадрата. На ВПП нами, применен комплексный метод исследований. Исследованиями были охвачены древостой, подрост, подлесок, живой напочвенный покров (ЖНП), лесная подстилка, эпифитные лишайники, но главным объектом наших исследований определена была почва, которая анализировалась на присутствие различных химических элементов которые негативно влияют на растительность [62].



Замеры морфологических характеристик
деревьев на ППП



отбор почвенных образцов для химического
анализа



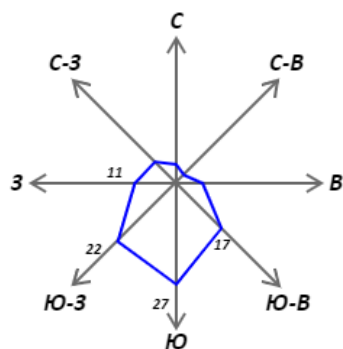
отбор образцов воды для химического
анализа

Рисунок 3.1 – Отбор проб согласно розе ветров: (выполнил автор).

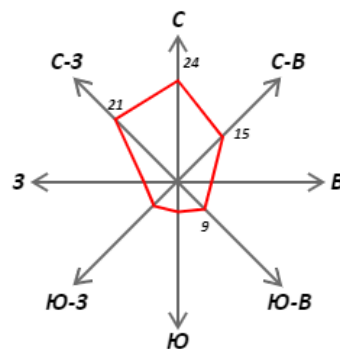
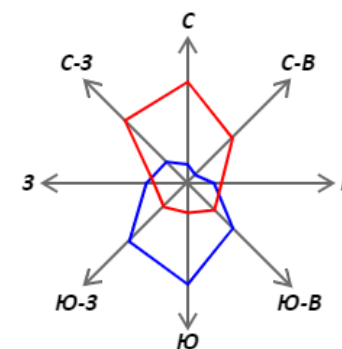


Рисунок 3.2 - Фоновая территория в 5 км от факела (выполнил автор)

Роза ветров Радужный. Январь



Роза ветров Радужный. Июль

Роза ветров Радужный. Январь-
Июль

Повторяемость направлений ветра. Город Радужный

в январе, %								в июле, %							
С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
5	3	7	17	27	22	11	8	24	15	8	9	7	8	8	21

Рисунок 3.3 – Графики розы ветров [106] в ФГХ

Источник: <https://climate-energy.ru>

3.2. МЕТОДЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Описание растительного покрова.

Временные пробные площади закладывались для однократного измерения на ней таксационных параметров. Закладка пробной площади проводилась в однородном по условиям местопроизрастания, составу, возрасту и полноте древостоя с учетом направлений ветра. Размеры определялись количеством деревьев преобладающей породы. На пробной площади, заложенной в спелых древостоях, должно быть не менее 200, в приспевающих и средневозрастных – не менее 300, в молодняках – не менее 400, в перестойных – не менее 150 деревьев основного элемента леса [84].

Для определения соотношения высот и диаметров деревьев на ученых площадях измеряли высоты и диаметры 13 экземпляров каждой породы, которая определялась не менее 30 % состава древостоя, и высоты 5 деревьев со средними диаметрами к остальным породам [84].



Рисунок 3.4 - Замеры высоты (фото Заиченко З.А.)

При измерении высоты и прироста по высоте мы применяли рулетку (рис. 3.4). В этом случае высота может приниматься за ведущий показатель состояния культур, который определяют для всех посевных или посадочных мест каждой учетной единицы пробной учетной площади. В биогруппах высоту можно определять у одного-трех лучших экземпляров [84].

Приросты по высоте являются показателями состояния культур: при благоприятных условиях среды они с возрастом увеличиваются, а прекращение их или снижение указывают на наличие каких-либо неблагоприятных факторов. Поэтому особенно важно определить их за возможно большее число лет. Приросты измеряют по календарным годам, по мутовкам или изменению характера ветвления на протяжении вегетационного периода, по рубцам на коре между приростами отдельных лет, путем подсчета годичных слоев на срезах. Приросты следует измерять на каждом четвертом-пятом учетном месте или у трех-шести экземпляров для каждой ступени высоты, если высота принимается за ведущий показатель, или толщины, если ведущим показателем берется диаметр [84].

Живой напочвенный покров (обилие, проективное покрытие, ярусная принадлежность) описывался на учетных площадках размером 1,0 x 1,0 м. по 2 штуки на каждой учетной площадке. На этих же площадках производился учет фитомассы травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового покрова. На них срезался весь живой напочвенный покров вровень с почвой (рис. 3.5) [2, 3].

Затем он сортировался по видам с выделением однолетних и многолетних органов живых и отмерших частей; у вечнозеленых кустарничков выделялись листья и побеги текущего года, мхи выбирались отдельно. Каждая фракция живого напочвенного покрова взвешивалась. Для определения влажности бралась навеска и высушивалась до абсолютно-сухого состояния (24 часа при температуре +105° С) и снова взвешивалась. Проба для химического анализа составляла не менее 50 г. в воздушно-сухом состоянии по каждой фракции. Фракции представлялись 2-3 индикаторными видами ЖНП, все остальные виды

объединялись в одну общую. Видовой состав ЖНП и встречаемость определялся на 10 случайных точках размером 10x10 см. [2, 3, 23].

Подлесок изучался по следующим показателям: сомкнутость, видовой состав, преобладающие виды, средняя высота, размещение по площади (равномерно, группами или куртинами) на учетных площадках размерами 2x2 м. по 5 шт. на каждой учетной площадке. [100, 22].

Возобновление изучалось на тех же участках, что и подлесок, с перечетом растений по виду, возрасту, высоте, состоянию (благонадежный, сомнительный и сухой). Для мелкого применялся коэффициент - 0,5, для среднего - 0,8, для крупного - 1,0. [23, 3]



Рисунок 3.5 – Угнетенный живой напочвенный покров на территории факела
(фото автора)

Запас лесной подстилки определялся на 5 учетных площадках размерами 1,0 x 1,0 м. с помощью шаблона. Шаблон укладывался на почву, и по его периметру подстилка ножом вырезалась до минерального слоя. Затем из внутренней части шаблона убиралась вся растительность, а подстилка

поочередно снималась слоями. Каждый слой сортировался по фракциям: хвоя, сучья, кора, шишки и останки ЖНП, которые отдельно взвешивались. От всех фракций брались образцы, взвешивались, высушивались до абсолютно-сухого состояния (при температуре 105 °С, 24 часа), после чего вновь определялась их масса. Мощность слоев подстилки определялась в 10 точках [53, 84].

Описание почв.

Для проведения разреза почвы для описания, выбор мест разрезов мы учитывали, чтобы рельеф, по составу насаждений по радиусу были более одинаковыми, также как и напочвенный покров. Не ближе, чем в 20 м. от дороги, закладывались сами почвенные разрезы. Размерность почвенного разреза определялась соотношением 60-80 см., длина – глубине, сторона ровного среза выкопки, которая должна освещаться солнцем, была определена передней стенкой разреза, по этой стенке проводят описание почвы на всю глубину (рис. 3.6) [2].



Рисунок 3.6 Срезка и описание почвы (фото автора)

Почвы исследуемого участка описывались по генетическим горизонтам по общепринятой методике [45]. На каждой учетной площадке закладывался почвенный разрез с учетом микрорельефа и растительности. Бралась образцы по генетическим горизонтам для химических исследований на содержание азота, зольных элементов [2].



Рисунок 3.7 отбор проб почвы (фото Заиченко З.А.)

Работы по химическому анализу почвенных и растительных образцов выполнялись в аналитической лаборатории НИИ экологии и РИПР. При проведении агрохимических анализов почв использовались стандартные методики [85, 86, 87, 88, 89, 90, 91].

Регламенты проведения лабораторных исследований проб почвы

Показатель	Нормативный документ
рН	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97.
Углеводороды	ПНД Ф 16.1.41-04.
Органические вещества	ГОСТ 26213-91.
Тяжелые металлы	ПНД Ф 16.2.2:2.3.71-2011
Анионы	ПНД Ф 16.2.2:2.3.71-2011

3.3. ОБЪЁМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

В процессе проведения исследований было заложено 3 контрольных учетных площадки на территории факельного хозяйства ДНС-6, Варьеганского нефтегазоконденсатного месторождения, на которых выполнена нумерация и обмер всех деревьев. Дополнительно заложено две фоновых учетных площадки на расстоянии 5 км. от факельного хозяйства, на которых обмер деревьев произведен без нумерации деревьев. На пяти учетных площадках пересчеты деревьев проводились во время полевых работ в июле 2021 г. На данных учетных площадках проводили работы по изучению живого напочвенного покрова. В 20 точках определен видовой состав живого напочвенного покрова и в 20 точках толщина лесной подстилки. Отобрано для установления фракционного состава 10 образцов лесной подстилки. Отобрано и обмерено 5 модельных деревьев. У одного из дерева определен фракционный состав надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии. Установлен видовой состав эпифитных лишайников на учетных площадках. Для установления показателей проективного покрытия эпифитными лишайниками стволов деревьев также проводились исследования на учетных площадках [84, 118, 62].

ГЛАВА 4. ПОСЛЕДСТВИЯ СЖИГАНИЯ ПНГ НА НАЗЕМНЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ В НИЖНЕВАРТОВСКОМ РАЙОНЕ ХМАО-ЮГРА

4.1. ОЦЕНКА УЩЕРБА РАСТИТЕЛЬНОМУ СООБЩЕСТВУ НА ТЕРРИТОРИИ ФАКЕЛОВ

Целью нашей работы было определено, достижением решения задачи по установлению влияния факельных выбросов и общих факторов негативного воздействия на прирост деревьев на территории факельного хозяйства.

На фоне полученных данных исследования, производительность древостоев отмечено, снижением прироста. В данном случае можно отметить, что вызванное падение прироста растительности, отражается влиянием теплового воздействия при горении факела в радиусе 200 м., а также выбрасываемыми загрязняющими веществами, что подтверждается полученными данными после проведения анализа. Это объясняется большой угнетенностью экосистем на территории факела в условиях северной подзоны тайги [44].

Также на основании полученного объема экспериментальных материалов, по исследованию воздействия вредных веществ, при сжигании ПНГ на растения данной территории, можно сделать выводы, что максимальное и минимальное воздействие на насаждения зависит от физико-химических свойств ПНГ, направления преобладающих ветров, удаленность от факела и мощности горения факела.

На территории «Варьеганского месторождения» в настоящее время работает факел низкого давления, а факел высокого давления остановлен в 2012г. в связи с этим нагрузка по загрязнению геосистем на территории ДНС-6 значительно уменьшилось. Наши исследования показывают, что за 10 лет после остановки факела, происходит самостоятельное восстановление экосистем, но протекает оно крайне медленно. В пробной почве все еще определяются высокие показатели вредных веществ. В связи с этим необходимо проводить

рекультивационные работы и работы по восстановлению насаждений. Основное интенсивное воздействие вредных веществ, распространяется на расстояние до 200 м. в зависимости от направления ветра, а также от соблюдения предприятием требований по сжиганию ПНГ не более 5 % от добываемого объема нефтяного газа, при этом работает только факел низкого давления. При таких условиях растительность все-таки, очень медленно, но начинает восстанавливаться. На этом фоне, необходимо продолжать снижение уровня объемов сжигания нефтяного попутного газа и переходить на полное рациональное использование ПНГ и прекращения сжигания нефтяного газа на факелах.

4.2. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ НА ТЕРРИТОРИИ ФАКЕЛОВ

На факел, нефтяной газ для его сжигания, направляется после первых ступеней сепарации [27].

В настоящее время при сжигании попутного газа на факелах выбрасывается в атмосферу порядка 16 млрд. т. загрязняющих веществ представляющие большую опасность окружающей среде, из них 15 млрд. т. выбрасывается диоксида углерода, и на 1 млрд. т. приходится на самые активные вещества: CO₂, SO₂, NO₂, C1-C5, (бенз(а)пирен), С, пыль и тяжелые металлы [33] которые распространяются на различные расстояния с помощью ветра от факела относительно розе ветров [106].

Вследствие строительства и эксплуатации воздействие факельной установки распространяется на площадь, большую в несколько раз, чем площадь строительства [55]. Площадь, на которую негативно влияет факельная установка можно условно разделить на несколько зон, представляющих собой совокупность определенных типов воздействий на экосистему, которые уменьшаются по мере удаления от факела:

- интенсивная нагрузка 30-200 м.;
- умеренная нагрузка 200-1000 м.;
- низкая нагрузка 1000-4000 м.;

– остаточное воздействие 4000-10000 м. и больше [55].

В почву загрязняющие вещества поступают в газовой фазе, в растворе атмосферных осадков, в составе твердых частиц. В результате почвообразовательных процессов они перераспределяются по почвенному профилю, накапливаются в верхних или нижележащих горизонтах, выщелачиваются и выносятся грунтовыми водами [61].

Почвенный покров является основной депонирующей средой для загрязняющих веществ и дальнейшей миграции в наземных экосистемах [68].

Таблица 4.1

Геохимическая характеристика почв учетных площадок

Показатели	Территория факела				Фоновая территория			ПДК
	1 площадк а 390 м от факела	2 площадк а 640 м от факела	4 площадк а 480м от факела	Сред нее	3 площадка	5 площадк а	Сред нее	
рН солевой вытяжки ед. рН	3,8	6,4	3,5	4,6	3,6	4,6	4,1	4,5-5,5
Бенз(а)пирен мг/кг	0,001	0,001	0,005	0,0	0,001	0,001	0,00 1	0,02
Железо мг/кг	56	3,1	1,7	20,3	17,75	35	26,4	
Марганец мг/кг	39,5	64	18,1	40,5	16,4	5	10,7	400
Медь мг/кг	0,9	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	3
Никель мг/кг	2,5	0,4	0,4	1,1	0,4	0,4	0,4	4
Нитраты мг/кг	8,8	1	2,1	3,9	1,7	1,3	1,5	130
Обменный аммоний мг/кг	30,5	2,4	13,45	15,5	7,325	3,7	5,5	
Органическое вещество мг/кг	69,6	0,3	33,4	34,4	22,2		22,2	
Свинец мг/кг	6,5	0,5	0,6	2,6	0,6	0,5	0,5	32
Сульфаты мг/кг	99,0	2,9	25,5	42,5	8,6	9,9	9,3	
Токсичность мг/кг (в зависимости от объема вещества)	0,5	0,03	0,04	0,2	0,2	0	0,1	
Углеводороды (нефть и нефтепродук ты) мг/кг	52,5	47,0	29,3	42,9	7,8	8,1	7,9	
Фосфаты мг/кг	27,5	1,0	30,0	19,5	1,0	1,0	1,0	
Хлориды мг/кг	285,0	6,2	28,8	106,7	47,3	8,5	27,9	
Хром мг/кг	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	6
Цинк мг/кг	11,9	5,1	5,6	7,5	5,4	1,0	3,2	23

К примеру, бенз(а)пирен, полиароматический углеводород 1 класса опасности, в окружающей среде накапливается преимущественно в почве. Предельно допустимая концентрация бенз(а)пирена в почве составляет 0,02 мг/кг.

Максимальное содержание бенз(а)пирена наблюдается в поверхностных слоях почв. Это связано с тем, что гумусовые горизонты, содержащие наибольшее количество органических веществ, обладают более высокой сорбционной способностью, благодаря чему и происходит накопление бенз(а)пирена в почвах.

Из почвы поступает в ткани растений и продолжает своё движение дальше по трофической цепи, при этом на каждой её ступени содержание бенз(а)пирена в природных объектах возрастает на порядок [28].

Оксиды азота и серы являются источниками появления в атмосфере кислот, которые приводят к возникновению кислотных дождей, под влиянием которых происходит подкисление почв. При подкислении почв изменяются структурные и физико-химические показатели почв.

С увеличением подкисления почвы снижается активность микроорганизмов-деструкторов, а также изменяется видовой состав микробиоты [31].

Важным фактором, влияющим на поведение тяжелых металлов в почве, является кислотность среды. При нейтральной и слабощелочной реакции среды образуются труднорастворимые соединения: гидроксиды, сульфиды, фосфаты, карбонаты и оксалаты тяжелых металлов. При возрастании кислотности в почве идет обратный процесс – труднорастворимые соединения переходят в более подвижные, при этом повышается подвижность многих тяжелых металлов. Однако действие кислотности почв на подвижность тяжелых металлов неоднозначно. Хотя при возрастании рН среды подвижность многих тяжелых металлов снижается (например, Fe, Mn, Zn, Co и др.), имеется ряд металлов, подвижность которых при нейтрализации почвы возрастает. К ним относятся

молибден и хром, которые способны в слабокислой и щелочной среде образовывать растворимые соли.

Поглощение тяжелых металлов почвами также существенно зависит от реакции среды и состава анионов почвенного раствора. В кислой среде преимущественно сорбируются свинец, цинк, медь, в щелочной – кадмий и кобальт [30].

Полученные в ходе измерения показателя рН показывают слабокислую реакцию по всем участкам, кроме пробы № 2, учетной площадки, которая находится на расстоянии от факела 640 м, где почва показала нейтральную реакцию (табл. 4.1). По величине рН почва соответствует нормативам качества.

Хлориды приводят почву к истощению в результате выщелачивания питательных солей, одновременно происходит заиливание и уплотнение верхнего слоя. Хлориды способствуют заболачиванию почвы. Процессы, происходящие при выщелачивании, можно объяснить тем, что гель гумуса в результате обмена кальция на щелочные металлы переходит в раствор, причем ионы натрия вытесняют ионы кальция. При выщелачивании гумуса почва теряет свою рыхлую структуру и утрачивает способность задерживать воду и питательные вещества. Особенно неблагоприятно складываются условия для песчаной почвы. Это действие начинается при концентрации хлористого натрия 0,5 г/л. Хлористый магний по своему действию на почву примерно аналогичен поваренной соли. Начиная с концентрации 0,5 г/л. он приносит непосредственный вред растениям.

В выбросах факельных установок содержатся тяжелые металлы, которые поступая на поверхность почвы, накапливаются в почвенной толще, особенно в верхних гумусовых горизонтах, и медленно удаляются при выщелачивании, потреблении растениями, эрозии и дефляции [78].

Тяжелые металлы большей частью концентрируются в поверхностном горизонте почв 0—10—20 см., где они присутствуют в составе твердых частиц, гумусового вещества, в почвенном растворе таблица 4.1 [66].

Тяжелые металлы существенно влияют на численность, видовой состав и жизнедеятельность почвенной микробиоты. Они вызывают микробостатический эффект, способствуют проявлению мутагенных свойств [78].

Тяжелые металлы претерпевают в почве химические превращения, в ходе которых их подвижность изменяется в очень широких пределах. Наибольшую опасность представляют подвижные формы, которые наиболее доступны для растений. Подвижность тяжелых металлов существенно зависит от почвенно-экологических факторов, основные среди которых – содержание органического вещества, кислотность почвы, окислительно-восстановительные условия, плотность почвы и т.д. [117].

Среднее содержание тяжелых металлов в образцах почвы таблица 4.1 по площадям отобранных проб № 1, 2, и 4 контрольных учетных площадок близ факельной установки и проб № 3 и 5 фоновых учетных площадок отобранных в 5 км. от факельного хозяйства ДНС-6 Варьеганского месторождения.

Содержание нефтепродуктов по всем показателям оказались высокими. Отмечено, что пробы факельных территорий со средними максимальными показателями нефтепродуктов, проявились в пробе 1 учетной площадки (53 мг/кг.). Проба 2-й учетной площадки 47 мг/кг. и проба 4 площадки (29 мг/кг.), область нарастающих изменений в почвенной экосистеме, обедняющей ее биотические (бентические сообщества), а у проб 3 и 5 учетных площадок показатель, оказался самым минимальным 8 мг/кг который не отмечает существенного изменения видového разнообразия и уровня показателей, характеризующих структуру и состояние биотического (бентического) сообщества почвенной экосистемы таблица 4.1.

Контрольные пробы № 1, 2 и 4 отбирались вблизи факела на расстоянии 390, 640 и 480 м., фоновые пробы № 3 и 5 отбирались на расстоянии 5 км. от факельного хозяйства.

На основании полученных данных анализов, мы пришли к определенным результатам. Определённо, сжигания ПНГ, оказывает негативное влияние на окружающую среду. Вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу,

выпадают в виде твердых осадков в почву, которые в свою очередь при химических реакциях, происходящих в почве и изменяя ее среду, влияют на растительное сообщество территории факельного хозяйства. Статические данные представлены в (таблице 4.2) которые характеризуют результаты, геохимических исследований почв подфакельной и фоновой зон.

Таблица 4.2

Статистические характеристики результатов геохимических исследований почв подфакельной (числитель) и фоновой зон (знаменатель)

Показатель	Среднее (min – max)	Стандартное отклонение
рН, ед. рН	<u>4,6 (3,5±6,4)</u>	<u>1,6</u>
	4,1 (3,6±4,6)	0,7
Токсичность мг/кг	<u>0,2 (0,0±0,5)</u>	<u>0,3</u>
	0,1 (0,0±0,2)	0,1
Бенз(а)пирен мг/кг	<u>0,002 (0,001±0,005)</u>	<u>0,002</u>
	0,001 (0,001±0,001)	0,0
Углеводороды мг/кг	<u>42,9 (29,3±52,5) *</u>	<u>12,2</u>
	7,9 (7,8±8,1)	0,2
Органическое вещество мг/кг	<u>34,4 (0,3±69,6)</u>	<u>34,6</u>
	22,2 (22,2±22,2)	0,0
Нитраты мг/кг	<u>3,9 (1,0±8,8)</u>	<u>4,2</u>
	1,5 (1,3±1,7)	0,3
Обменный аммоний мг/кг	<u>15,5 (2,4±30,5)</u>	<u>14,2</u>
	5,5 (3,7±7,3)	2,6
Сульфаты мг/кг	<u>42,5 (2,9±99,0)</u>	<u>50,2</u>
	9,3 (8,6±9,9)	0,9
Фосфаты мг/кг	<u>19,5 (1,0±30,0)</u>	<u>16,1</u>
	1,0 (1,0±1,0)	0,0
Хлориды мг/кг	<u>106,7 (6,2±285,0)</u>	<u>154,8</u>
	27,91 (8,5±47,3)	27,5
Железо мг/кг	<u>20,3 (1,7±56,0)</u>	<u>31,0</u>
	26,4 (17,8±35,0)	12,2
Марганец мг/кг	<u>40,5 (18,1±64,0)</u>	<u>23,0</u>
	10,7(5,0±16,4)	8,1
Медь мг/кг	<u>0,6 (0,4±0,9)</u>	<u>0,3</u>
	0,4 (0,4±0,4)	0,0
Никель мг/кг	<u>1,1 (0,4±2,5)</u>	<u>1,2</u>
	0,4 (0,4±0,4)	0,0
Свинец мг/кг	<u>2,6 (0,5±6,5)</u>	<u>3,4</u>
	0,5 (0,5±0,6)	0,0
Хром мг/кг	<u>0,2 (0,2±0,2)</u>	<u>0,0</u>
	0,2 (0,2±0,2)	0,0
Цинк мг/кг	<u>7,5 (5,1±11,9)</u>	<u>3,8</u>
	3,2 (1,0±5,4)	3,1

Примечание: - * различия достоверны при P < 0,05

Основными факторами, негативного влияния на растительное сообщество, которые влияют на экосистемы исследованных территорий ДНС-6 «Варьеганского месторождения», являются показатели кислой среды почвы, это подтверждается показателями обменного аммония, сульфатов, фосфатов и хлоридов, которых превышают показатели в 3-и более раз (таблица 4.2, рис. 4.2).

Основываясь на полученные данные, можно отметить значительные превышения хлорид-ионов на территории факела в 3 раза, чем на фоновой территории, такие показатели могут указывать на дополнительное воздействие, возможно производились несанкционированные сбросы технологических жидкостей (солевые растворы, жидкие отходы после бурения) на подфакельной территории.

Показатели содержания углеводов на контрольной факельной территории превышают более чем в 5 раз фоновые показатели, это говорит о не полном сжигании жидких веществ (нефть), также на факеле низкого давления в радиусе до 300 м. оседает большое количество сажи.

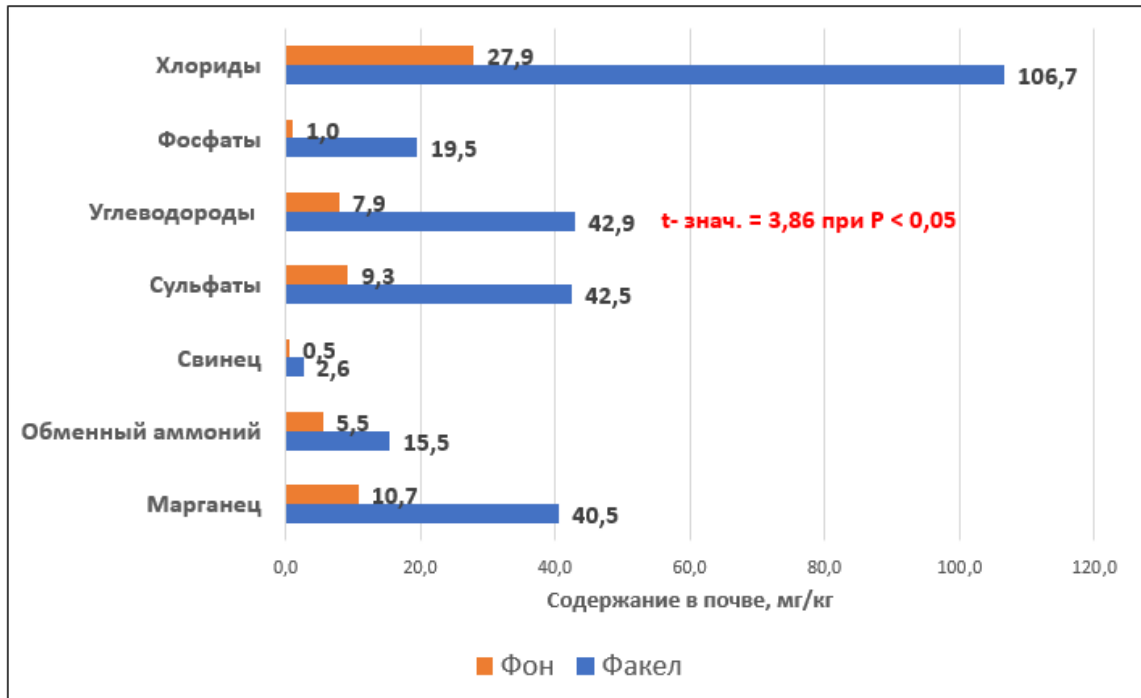


Рисунок 4.1 - Наиболее существенные превышения геохимических показателей загрязнения почвы в подфакельной зоне (в 3 и более раза)

4.3 ВЫВОДЫ ПО ЧЕТВЕРТОЙ ГЛАВЕ

1. Интенсивное влияние сжигания ПНГ определяется на расстоянии 200 м. где показатели загрязняющих веществ показывают высокие значения.

2. В почвах, которые находятся в непосредственной близости от факела, содержание серы, хлора и тяжелых металлов, показатели в 3 и более раза превышают показатели фоновой территории.

3. Тяжёлые металлы на территории факела, которые показали высокую концентрацию, это свинец, показатель которого превышает в 2 раза фоновые значения и марганец превышение которого определяется в 4 раза.

4. В радиусе до 200 м., происходит интенсивное замазучивание почвы продуктами неполного сгорания нефти, показатели углеводов превышают в 5 раз фоновые показатели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На данный момент проблема сжигания попутного нефтяного газа остается актуальной, и решение задач по рациональной утилизации ПНГ в нашей стране, остается открытыми. На основании проведенных исследований и представленных результатов в данной работе можно сделать следующие выводы:

1. Утилизация ПНГ путем сжигания на факеле комплексно оказывает пагубное влияние на лесное сообщество и почву. Такие последствия появляются, когда проявляется увеличение тепловых режимом и токсичного воздействия газовых и капельножидких эмиссий, которые распространяется до 2 км. по направлению преобладающих ветров.

2. Выбросы газового факела приводят к снижению производительности и гибели лесных насаждений на территории за границей песчаной насыпи. Прежде всего наблюдается снижение полноты, запаса и густоты древостоев.

3. На величину жизненных процессов хвойных растений статистически достоверно известно, влияют следующие факторы: количество некрозов на них, часть хвойных растений, пораженных некрозом, а также отдалённость от факела.

4. Выбросы факела замедляют процесс минерализации мертвых растительных остатков, что приводит к резкому снижению содержания азота в верхних горизонтах почвы.

5. В верхних горизонтах почвы, которая находится на близком расстоянии от факела, определяется достаточно высокое содержание концентрации хлора, которая значительно выше концентрации на фоновой территории.

6. Воздействие выбросов факела на почву определяется количеством накопленных в ней токсичных элементов, также значительным увеличением кислотности почвенных показателей. Большое влияние на уровень плодородия, оказывает химическое загрязнение почвенных горизонтов, это оказывается значимым фактором, затормаживающим рост растений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 26.07.2019) «Об охране окружающей среды». Статья 16.3. Порядок исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду. <http://www.consultant.ru/docum...>
2. ГОСТ 17.4.3.01-2017. Почвы. Общие требования к отбору проб
3. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. Кафедра геоэкологии и природопользования. — Текст : электронный // Тюменский государственный университет : [сайт]. — URL: <https://www.utmn.ru/inzem/about/struktura-instituta/kafedra-geoeologii.php> (дата обращения: 17.05.2020).
4. ГОСТ 31866-2012. Вода питьевая. Определение содержания элементов методом инверсионной вольтамперометрии. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». – М.: Минприроды России; НИАПрирода, 2019. – 760 с. 14. Грищенко А.И. Экология. Нефть и газ / А.И. Грищенко, Г.С. Аكوпова, В.М. Максимов – М : Наука, 1997. – 598 с.
5. ГОСТ Р 51858–2002 «Нефть. Общие технические условия (с Изменениями № 1, 2)».
6. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. <https://internet-law.ru/gosts/gost/20148/?ysclid=l4l6zz2kgp641983845> (дата обращения: 17.05.2021)
7. ГОСТ Р 54039-2010 Качество почв. Экспресс-метод ИК-спектроскопии для определения количества и идентификации загрязнения почв нефтепродуктами. <https://internet-law.ru/gosts/gost/50778/?> (дата обращения: 17.06.2021)
8. Постановление Правительства РФ от 28 декабря 2017 г. N 1676 «Изменения, которые вносятся в положение об особенностях исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду при выбросах в атмосферный

воздух загрязняющих веществ, образующихся при сжигании на факельных установках и (или) рассеивании попутного нефтяного газа». <http://www.consultant.ru/docum...> (дата обращения: 17.05.2021)

9. Постановление Правительства РФ от 24 января 2020 г. N 39 «О применении в 2020 году ставок платы за негативное воздействие на окружающую среду». <https://base.garant.ru/7346175...> (дата обращения: 17.05.2021)

10. Постановление Правительства РФ от 8 января 2009 г. N 7 "О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках". <https://base.garant.ru/58046611/?> (дата обращения: 18.05.2021)

11. Постановление Правительства РФ от 03.03.2017 N 255 (ред. от 29.06.2018) «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду» (вместе с «Правилами исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду»). <http://www.consultant.ru/docum...> (дата обращения: 11.03.2020)

12. Постановление Правительства РФ от 28 сентября 2015 г. N 1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий». <http://www.consultant.ru/cons/> (дата обращения: 12.09.2021)

13. Analytical Center for the Government of the Russian Federation. Russian Energy—2019. Available online: https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/ТЕК_annual/ТЕК.2019.pdf (дата обращения 26.09.2021г.). (In Russian)

14. EnergyBase.ru. Processing Plants. Available online: <https://energybase.ru/en/processing-plant> (дата обращения 17.09.2021г.).

15. Азнабаева С. М., Алексеева К.А., Бельмесова С.А. Геохимические особенности аккумуляции меди, хрома, марганца, свинца в системе почва-растение в условиях лесостепи Западной Сибири на примере Омской области: выпускная квалификационная работа / С. М. Азнабаева, К. А. Алексеева, С. А.

Бельмесова; ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет». – Тюмень, 2020 г.

16. Актуальные вопросы добычи и квалифицированного использования попутного нефтяного газа в России. «Специализированный журнал Бурение и нефть» <https://burneft.ru/archive/issues/2022-01/26> (дата обращения: 15.04.2021)

17. Александровская 2. Е. Ю., Синдирева А. В., Иеронова В. В. Экологическая оценка действия селена в системе почва-растение в условиях Западной Сибири // Вестник НВГУ. 2020. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-otsenka-deystviya-selena-vsisteme-rochva-rastenie-v-usloviyah-zapadnoy-sibiri> (дата обращения: 19.07.2021).

18. Алексеев 3. Ю. В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю. В. Алексеев. – Л. : Агропромиздат, 1987. – 142 с.

19. Артамонов, В.И. Растения и чистота природной среды. – М.: Наука, 1986. – 172с.

20. Ахмедов Э. А. Экономические аспекты инновационных решений утилизации попутного нефтяного газа в условиях Томской области: / Томск – 2018 г. – 87 с <http://earchive.tpu.ru/bitstream> (дата обращения: 18.08.2021)

21. Бактыбаева, З.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р. Оценка воздействия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности на экологогигиеническое состояние объектов окружающей среды и здоровье населения (Обзор литературы) // Медицина труда и экология человека. – 2018. – № 4. – С. 12-26.

22. Баранников С.М. Пойменные леса Нижневартовского района // Вестник Нижневартовского государственного гуманитарного университета. – 2013. – № 3. – 8

23. Беляцкий, В.Н., Основы методов атомно-абсорбционной и атомноэмиссионной спектроскопии / В. Н. Беляцкий. – Минск : БГМУ, 2015. –40 с.

24. Боев 7. В. В, Барановская Н. В., Боев В. А., Джамбаев М. Т., Шахова Т. С., Жорняк Л. В. Изменение элементного состава верхнего горизонта почв под

воздействием предприятий нефтегазопереработки // Известия ТПУ. 2019. №11.
 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-elementnogostava-verhnego-gorizonta-pochv-pod-vozdeystviem-predpriyatiyneftegazopererabotki> (дата обращения: 19.02.2021).

25. Боев 8. В. В. Изменение элементного состава верхнего горизонта почв под воздействием предприятий нефтегазопереработки / В. В. Боев, Н. В. Барановская, В. А. Боев и др. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2019. – Т. 330. – № 11. – С. 179-191.

26. Большаков, 2.В.А. Влияние загрязнения воздуха на растения //Химизация в сельском хозяйстве. - 1994. - № 1. – С.23–26.

27. Васильев, 3.А.А. Экологические технологии нефтедобывающих компаний Западной Сибири /А.А. Васильев, Н.И. Матвеев, В.Б. Лукиных, В.Н. Аликин //ЭЖиП. – 2004. - №5. – С.16-17.

28. Влияние выбросов факельных установок ООО «Пермнефтегазпереработка» на фитоценозы Чернушинского района Пермского края Источник: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=817133> © Библиофонд (дата обращения: 10.05.2021)

29. Габов, 4.Д.Н. Полициклические ароматические углеводороды в подзолистых и торфяно–подзолисто–глееватых почвах фоновых ландшафтов /Д.Н. Габов, В.А. Безносиков, Б.М. Кондратенок //Почвоведение. – 2007. - № 3. – С.282–291.

30. Гогмачадзе, 9. Г.Д. Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации/ Г.Д. Гогмачадзе; предисл. и общ. ред. Д.М. Хомякова. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 2010. – 592 с.

31. Гришина, Л.А. Влияние атмосферного загрязнения на свойства почвы / Л.А. Гришина. – М.: МГУ, 1990. – 205 с.

32. Грищенко 15. Л.И. Болезни рыб и основы рыбоводства / Л.И. Грищенко, М.Ш. Акбаев, Г.В. Васильков. – М.: Колос, 1999. – 456 с.

33. Грушко, 5.Я.М. Вредные органические вещества в промышленных выбросах в атмосферу /Я.М. Грушко. – Л.: Химия, 1986. – 500с.

34. Гуськова, 6.Н.В. Химия окружающей среды. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 192с.
35. Добровольский, 16. Г.В. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. Функционально-экологический подход / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М. : Наука, 2000. – 185 с.
36. Доклад 2 об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2020 году // Департамент экологии Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. – Ханты-Мансийск, ОАО «НПЦ Мониторинг», 2021. – 205 с.
37. Дюкарев, 7.А.Г. Экологическое программирование воздействия нефтегазодобывающего комплекса на природную среду Западной Сибири с использованием современных технологий //География и природные ресурсы. – 2001. - № 2. – С.44–49.
38. Елдышев, 8.Ю.Н. Когда погаснут факелы на нефтепромыслах? /Ю.Н. Елдышев //Экология и жизнь. – 2007 - №10. – С.58-61.
39. Ерохин, 9.Г.Н. Информационно-космические технологии для экологического анализа воздействия нефтегазодобычи на природную среду /Г.Н. Ерохин, В.
40. Жижин, М.; Матвеев, А.; Гош, Т.; Сюй, Ф.-К.; Хауэллс, М.; Элвидж, К. Измерение сжигания газа на факелах в России с помощью мультиспектрального ночного огня VIIRS. Дистанционное зондирование. 2021, 13, 3078. <https://doi.org/10.3390/rs13163078> (дата обращения: 17.05.2022)
41. Заиченко А.Н., Гуреева Н.В. Анализ негативного воздействия сжигания попутного нефтяного газа в Нижневартовском районе 2022г. (237-240 с.). Экологическая безопасность в условиях антропогенной трансформация природной среды [Электронный ресурс] : сборник материалов всероссийской школы-семинара, посвященной памяти Н. Ф. Реймерса и Ф. Р. Штильмарка (21-22 апреля 2022 г.) / под ред. С. А. Бузмакова ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2022. – 12,3 Мб ; 605 с. – Режим доступа:

<http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/ Ekologicheskaya-Bezopasnost-V-Usloviyah-Antropogennoj Transformacii-Prirodnoj-Sredy.pdf>. (дата обращения: 17.05.2022)

42. Зайков, 10.Г.Е. Кислотные дожди и окружающая среда /Г.Е. Зайков, С.А. Маслов – М.: Химия, 1991. – 110с.

43. Зильберман, 11.М.В. Биотестирование почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / М.В. Зильберман, Е.А. Порошина, Е.В. Зырянова – Пермь: ФГУ УралНИИ "Экология", 2005. – 110с.

44. Иваненко 19. Н.В. Экологическая токсикология: учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2006. – 108 с.

45. Иванова, Е.Н. Классификация почв СССР [Текст] / Е. Н. Иванова ; [Биогр. очерк А. Ф. Большакова и др.] ; АН СССР, Всесоюз. о-во почвоведов. - Москва : Наука, 1976. - 227 с.

46. Иларионов, 12.С.А. Экологические аспекты восстановления нефтезагрязненных почв. – Екатеринбург: УрОРАН, 2004. – 194с.

47. Ильин 20. В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В. Б. Ильин. –Новосибирск : Наука, 1991. – 151 с.

48. Инструкция 2по определению газовых факторов и количества растворенного газа, извлекаемого вместе с нефтью из недр : РД 39-014035-255-88: утв. М-вом нефт. пром. СССР 31.12.87 : ввод в действие 01.01.88. – В надзаг.: ВНИИ им.А.П. Крылова, М-во нефт. пром. СССР.

49. Исидоров, В.А. Экологическая химия. – СПб.: Химиздат, 2001. – 304с.

50. Источники и масштабы техногенного загрязнения в нефтяной промышленности. [Электронный ресурс]. URL: <http://oilloot.ru/85-promyshlennaya-bezopasnost-okhrana-truda-ekologiya-strakhovanieopasnykh-obektov/342-istochniki-i-masshtaby-tekhnogennogo-zagryazneniyav-neftyanoj-promyshlennosti>. (дата обращения: 26.12.2020).

51. Итоги производственной деятельности отраслей ТЭК России // ТЭК России – № 1. – 2015-2021. <https://docviewer.yandex.ru/view/928533945/>

52. Итоги работы департамента недропользования и природных ресурсов Ханты-мансийского автономного округа - югры за 2020 год по состоянию на 1 октября 2020 года.

<https://depprirod.admhmao.ru/deyatelnost/otchety-o-rabote-departamenta/2020-god-/4683036/> (дата обращения: 17.12.2021)

53. Ким, С. Л. Негативное воздействие нефтяных углеводородов на почву / С. Л. Ким, Г. З. Самигуллина // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. – № 9. – С. 8-11. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24102117>. (дата обращения: 14.12.2020).

54. Китайкина, М. Н. Оценка уровня загрязнения атмосферы ртутью в городе Ханты-Мансийск / М. Н. Китайкина // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование / главный редактор С. Н. Гашев. – Тюмень: Изд-во Тюм. гос. ун-та, 2017. –Т. 3, № 2. – С. 47–55. – URL: <https://elib.utmn.ru/jspui/handle/ru-tsu/15246>. (дата обращения: 26.12.2020).

55. Книжников, А.Ю., А.М. Ильин. Обзор «Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России — 2017». Всемирный фонд дикой природы (WWF), Москва, 2017 год, 32 с. <https://wwf.ru/upload/iblock/8...> (дата обращения: 17.05.2022)

56. Ковалев, К.А. Детализация терминологии при исследовании газового фактора и газосодержания / Ковалев К.А., Гафуров А.Э. // Инженер-нефтяник. – 2013. – № 4. – С.39-41.

57. Ковалева, Е.И. Экологические аспекты антропогенного воздействия на земноводные ландшафты в районе нефтедобычи (Нижневартовский район ХМАО-Югры) / Е.И. Ковалева, А.С. Яковлев, С.А. Яковлев // Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред: тезисы докладов международной конференции. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – С. 96.

58. Коваль, Н. С. Определение общего содержания нефтепродуктов спектральными и гравиметрическими методами в модельно-загрязнённых почвах:

магистерская диссертация / Н. С. Коваль; ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет». – Тюмень, 2017.

59. Количественный химический анализ почв <http://gost.gtsever.ru/Data2/1/4293793/4293793107.htm> (дата обращения: 17.05.2020)

60. Кордик К.Е. Исследование закономерностей изменения газового фактора при эксплуатации нефтяных месторождений Западной Сибири. Тюмень – 2018

61. Королёв, В.А. Очистка грунтов от загрязнителей. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 356 с.

62. Крючков, К. В. Влияние факелов по сжиганию попутного газа на лесные насаждения. : / Екатеринбург 2000г. – 138с. <https://earthpapers.net/preview/34061> (дата обращения: 15.10.2021)

63. Ладонин, Д.В. Формы соединений тяжелых металлов в техногеннозагрязненных почвах. – М. : Издательство Московского университета, 2019. – 312 с.

64. Ловинецкая С. Б. Эколого-биологическая оценка содержания нефтепродуктов в почвах придорожных территорий и возможность их ремедиации: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / С. Б. Ловинецкая; ФГАОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина». –Омск, 2018.

65. Ловинецкая, С. Б., Синдирева А. В. Оценка воздействия нефтепродуктов на состояние системы «почва-растение» / С. Б. Ловинецкая, А. В. Синдирева // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, новации: материалы международной научно-практической конференции ФГБОУ ВО «СибАДИ». – Омск: СибАДИ, 2016. – С. 1043–1047.

66. Луканин, В.Н. Промышленно-транспортная экология / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко. – М: Высшая школа, 2001. – 273 с.

67. Мамуна, ЗВ.Н. Экспериментальное исследование пластовых, нефтей/ В.Н. Мамуна, Г.Ф. Требин, В.В. Ульянинский. М.: ГОСИНТИ, 1960. - 143 с.
68. Мартюшева 18.М.С. Влияние выбросов факельных установок газокompрессорных станций на естественные фитоценозы / М.С. Мартюшева // Пермский аграрный вестник. – 2008. – С.94-96.
69. Методика расчета выбросов вредных веществ в атмосферу при сжигании попутного нефтяного газа на факельных установках (Утвержден приказом Государственного комитета РФ по охране окружающей среды от 8 апреля 1998 г. N 199). <http://docs.cntd.ru/document/1...> (дата обращения: 17.03.2022)
70. Методика расчета параметров выбросов и валовых выбросов вредных веществ от факельных установок сжигания углеводородных смесей. РАО «Газпром», ВНИИгаз, ИРЦ Газпром, 1996, УДК 614.72:622.691.4.052.012
71. Мищенко, Л. Н. Почвы Западной Сибири / Л. Н. Мищенко, А. Л. Мельников. – Омск : Изд-во ОмГАУ, 2007. – 247 с.
72. Мотузова, Г. В. Почвенно-химический экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / Г. В. Мотузова. – М. : МГУ, 2001. – 84 с.
73. Мухин, В. В. Определение содержания нефтепродуктов в почвах методами ИК-спектрометрии и флуориметрии / В. В. Мухин // Молодая нефть: сборник статей Всероссийской молодежной научно-технической конференции нефтегазовой отрасли – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2015. – 351 с.
74. Мэннинг, 14.У.Дж., Федер, У.А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. – М.: Гидрометеиздат, 1985. – 143с.
75. Назаров, А.В. Влияние нефтяного загрязнения почвы на растения / А.В. Назаров // Вестник Пермского университета. Биология – 2007 – Вып. 5 (10). – С. 134–141.

76. Нижневартовский район Варьеганское месторождение [Источник: <http://www.etomesto.ru/tut305341/?ysclid=l4tpllu2y5893736789>] (дата обращения 13.09.2021 г.)

77. НК «РуссНефть» <https://www.advanta-group.ru/clients/success-stories/> (дата обращения: 02.04.2021)

78. Орлов 45. Д. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. – М. : Высш. шк., 2002. – 334 с.

79. Панин 46. М.С. Загрязнение окружающей среды: учебное пособие / М.С. Панин; под ред. И.О. Байтулина. – Алматы : Раритет, 2011. – 668 с.

80. Перельман, А. И., Касимов Н. С. Геохимия ландшафта. М.: Астрейя-2000, 1999. 610 с.

81. Пермская нефть: Искусство быть выше обстоятельств. – М.: Дело, 2003. – 240с.

82. Петелин, А. Л. Аэрозольный перенос газовых выбросов промышленных предприятий на дальние расстояния / А. Л. Петелин, Д. И. Орелкина, Е. А. Новикова // Вопросы науки и образования. – 2019. – № 3(47). – С. 10-22. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36921495> (дата обращения: 27.04.2021)

83. Пиковский 49. Ю.И., Исмаилов Н.М., Дорохова М.Ф. Основы нефтегазовой геоэкологии – м.: инфра-м, 2015. – 400 с.

84. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. Приказом (распоряжением) Государственного комитета СССР по лесному хозяйству от 23 мая 1983 г. № 72 срок введения установлен 01.01.1984г. <https://www.studmed.ru/view/ost-56-69-83>. (дата обращения: 11.03.2021)

85. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97. Методика измерений рН проб вод потенциометрическим методом.

86. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах

природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости "Флюорат-02".

87. ПНД Ф 16.1.41-04. Методика выполнения измерения массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почв гравиметрическим методом.

88. ПНД Ф 16.1.41-04. Методика выполнения измерения массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почв гравиметрическим методом.

89. ПНД Ф 16.1:2.21-98. Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 03-03-2012).

90. ПНД Ф 16.1:2.21-98. Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02» (М 03-03-2012).

91. ПНД Ф 16.2.2:2.3.71-2011 Количественный химический анализ почв

92. Погода и климат [сайт]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения: 24.03.2021)

93. Попова, Т. А. Влияние нефтепродуктов на сорбцию тяжелых металлов высокодисперсными минералами / Т. А. Попова, Р. Л. Левит // Сборник научных трудов молодых ученых, аспирантов, студентов и преподавателей по результатам проведения VIII молодежного экологического Конгресса "Северная Пальмира" : Материалы конгресса, Санкт-Петербург, 22–24 ноября 2017 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, 2017. – С. 19-24.

94. Приказ Департамента природных ресурсов и несырьевого сектора экономики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры № 35-нп от 11.09.2012 «Об утверждении лесохозяйственного регламента Нижневартовского лесничества».

95. Пьянкова, В.И. Экологические аспекты действия химических загрязнителей: Часть 2. Металлы как экологический фактор риска для биосферы: Учебное пособие /В.И. Пьянкова, С.Ш. Павлова – Пермь: ПГПУ, 2003. – 334с.

96. РД 52.04.186-89. 59. Руководство по контролю загрязнения атмосферы (утв. Госкомгидрометом СССР 01.06.1989, Главным государственным санитарным врачом СССР 16.05.1989) (ред. от 11.02.2016, с изм. от 16.12.2019)

97. Ревич, Б. А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. 2010. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-otsenke-vliyaniya-deyatelnosti-tek-nakachestvo-okruzhayushey-sredy-i-zdorovie-naseleniya> (дата обращения: 22.07.2021)

98. Регламент подготовки, представления материалов и утверждения величины газового фактора, расхода попутного нефтяного газа на собственные производственно-технологические нужды предприятий и технологических потерь газа и продуктов его переработки при разработке нефтяных, газовых, газонефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений, - Москва, ОАО «ЛУКОЙЛ», 2013. – 17 с.

99. Ровинский, Ф.Л. Фоновый мониторинг полиароматических углеводородов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 224с.

100. Родер, У.А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений /У.А. Родер – М.: Гидрометеоздат, 1985. – 143с.

101. Розы ветров. 63. [сайт]. URL: <http://lakka-sails.ru/winds/> (дата обращения: 24.03.2021)

102. Синдирева, А.В. Интегральный подход к оценке действия тяжелых металлов в системе почва-растение-животное / А.В. Синдирева // Архитектура. Строительство. Транспорт. Технологии. Инновации. Материалы международного конгресса ФГБОУВПО «СибАДИ», 2013. –С. 417–421.

103. Состояние и охрана окружающей среды г. Перми: Справочно–информационные материалы /Муниципальное управление по экологии и природопользованию - Пермь, 2007. – 73с.

104. СТО Газпром 089–2010 «Газ горючий природный, поставляемый и транспортируемый по магистральным газопроводам. Технические условия (стандарт организации АПО «Газпром»)».

105. Схема расположения Варьеганского нефтегазоконденсатного месторождения. https://studwood.net/1275561/geografiya/obschaya_chast (дата обращения 14.09.2021 г.)

106. Температура воздуха и характеристики ХМАО город Радужный https://climate-energy.ru/weather/spravochnik/temp/climate_sprav-temp_237580471.php#anchor0 (дата обращения: 17.05.2021)

107. Титов, А. Ф., Казнина Н. М., Таланова В. В. Тяжелые металлы и растения. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. 194 с.

108. Топливоно-энергетический баланс Ханты-Мансийского автономного округа – Югры за 2020 г. <https://ugraces.ru/wp-content/uploads/2021/10/> (дата обращения: 17.02.2022)

109. Трешоу, М. Загрязнение воздуха и жизнь растений / М. Трешоу – М.: Высш.шк., 1988. – 535с.

110. Тяжелые металлы в почвах. URL: <https://scicenter.online/ekologiya-rochvscicenter/tyajelyie-metallyi-pochvah-165337.html>. (дата обращения: 19.07.2021).

111. Уровень рационального использования ПНГ в Самотлорнефтегазе. Автор: Чижевский, А. Источник : Neftegaz.RU <https://neftegaz.ru/news/ecology/671570-uroven-ratsionalnogo-ispolzovaniya-png-v-samotlorneftegaze-prevysil-98-5/?> (дата обращения: 19.07.2021).

112. Фелленберг, Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию. – М.: Мир, 1997. – 232с.

113. Ферсман, А.Е. Геохимия. Т. 1. – Л. : Госхимтехиздат, Ленинград. отделение, 1933. – 328 с.

114. Физико-географические условия Нижневартовского района. Мельник Иван [cyberpedia.su 2017-2020 гг.] - <https://mybiblioteka.su/3-62873.html?ysclid=l4cac1n8tq211989187> (дата обращения: 22.05.2021)

115. Фильтрация газированной нефти и других многокомпонентных смесей в нефтяных пластах / М.Д. Розенберг, С.А. Кундин, А.К. Курбанов и др.— М.: Недра.— 1969.

116. Ценный ресурс или проблема для нефтяного сектора? 2022 tekface. All rights reserved <https://tekface.ru/2021/11/19/cennyj-resurs-ili-problema-dlya-neftyanogo-sektora/> (дата обращения: 06.10.2021)

117. Черников, В.А. и др. Агроэкология / Учебник для вузов. М.: Колос, 2000. - 536 с

118. Чижов, Б.Е. Влияние нефтегазодобычи на лесной фонд и лесные экосистемы на Среднем Приобье / Б.Е. Чижов // Пути и средства достижения сбалансированного эколого-экономического развития в нефтяных регионах Западной Сибири. Вып. 1. - Нижневартовск, 1995. С. 34-38.

119. Шейкин, А. Г., Т. Ю. Жарова. Анализ проблем возможных управленческих решений реализации проектов по утилизации попутного нефтяного газа: роль государства и малого бизнеса. Известия Уральского государственного горного университета, №2 (30), 2013 УДК 330.15 <https://cyberleninka.ru/articl...>(дата обращения: 17.10.2022)

120. Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М., 1986 г.

121. Экология Нижневартовского района: библиографический указатель / Управление по экологии и природопользованию администрации Нижневартовского района; МИКУ «БС»; Центр. район. б-ка; сост. Н.К. Маркова, О.Н. Яремчук. – Нижневартовск, 2008. – 44 с

122. Электрохимические методы анализа / А. Н. Козицина, А. В. Иванова, Ю. А. Глазырина, Е. Л. Герасимова, Т. С. Свалова, Н. Н. Малышева, А. В. Охохонин; под общ. ред. А. И. Матерна ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : изд-во Урал. ун-та, 2017 – 128 с.

123. Язиков, Е.Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири: дис. доктора геолого-минералогических наук. – Томск, 2006. –423 с.

124. Ярошевский, А.А. Кларки геосфер // Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. – М.: Недра, 1990. – С. 7–14.