



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической
безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(магистерская работа)

На тему «Оценка эколого-токсикологического состояния земель районов добычи
нефти и газа в Ямало-Ненецком автономном округе»

Исполнитель Пырырко Виктория Алексеевна

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат биологических наук

(ученая степень, ученое звание)

Рижия Елена Яновна

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат географических наук

(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович

(фамилия, имя, отчество)

«01» декабря 2023 г.

Санкт-Петербург

2023

Оглавление

Введение.....	4
ГЛАВА 1. Физико–географическое описание территории Ямало-Ненецкого автономного округа и экологические проблемы региона	6
1.1. Рельеф и растительность ЯНАО	6
1.2. Почвенный покров ЯНАО	9
1.2.1. Почвы арктической и типичной тундры	10
1.2.2. Почвы южной тундры и лесотундры	12
1.2.3. Почвы северной тайги	13
1.2.4. Почвы южной тайги	15
1.3. Гидрография и климат ЯНАО	16
1.3.1. Реки ЯНАО.....	16
1.3.2. Озера ЯНАО.....	19
1.3.3. Подземные воды ЯНАО	21
1.3.4. Климатические условия в ЯНАО	22
1.4. Экологические проблемы в ЯНАО	24
ГЛАВА 2. Химические показатели почв, характерные для территорий нефте- и газодобычи.....	27
2.1. Тяжелые металлы	28
2.2. Углеводороды	32
ГЛАВА 3. Объекты и методы исследования. Error! Bookmark not defined.	
3.1. Содержание тяжелых металлов и углеводородов на территории нефтегазодобычи в ЯНАО..... Error! Bookmark not defined.	
3.2. Содержание тяжелых металлов и углеводородов на фоновых территориях..... Error! Bookmark not defined.	
ГЛАВА 4. Результаты исследования	Error! Bookmark not defined.
4.1. Оценка содержания тяжелых металлов и углеводородов на территориях нефтегазодобычи в ЯНАО	Error! Bookmark not defined.
4.2. Оценка содержания тяжелых металлов и углеводородов на фоновых территориях..... Error! Bookmark not defined.	
4.3. Сравнительная характеристика показателей загрязнения на территориях нефтегазодобычи и на фоновых территориях Error! Bookmark not defined.	
4.4. Оценка загрязненности почв исследуемой территории	Error! Bookmark not defined.
Практические рекомендации	62

Заключение	63
Список использованных источников.....	65

Введение

Одну из важных групп, загрязняющих почвы Ямало-Ненецкого автономного округа, составляют тяжелые металлы и углеводородные продукты. Загрязнение данными поллютантами естественных экосистем вызвано как сложившимся природным геохимическим фоном, так и условиями возрастающего техногенного воздействия, сопряженного с выбросами автотранспорта, промышленных предприятий, особенно черной и цветной металлургии, с учетом последующего трансграничного переноса. Применительно к северным территориям Западной Сибири это явление может быть вызвано добычей углеводородного сырья, в частности сжиганием попутного газа, хранением буровых отходов, работой автотранспорта и другой техники. К углеводородному промыслу ЯНАО следует отнести разведку и бурение скважин, добычу и перекачку углеводородного сырья, подготовку добытого ископаемого, транспортирование сырья, работы по обращению с отходами добычи и очистке производственных вод. В Ямало-Ненецком автономном округе действует одна из крупнейших в мире трубопроводных систем по транспортированию природного газа. Трубопроводный транспорт представлен единой газотранспортной системой ПАО «Газпром».

Особенно вредно загрязнение нефтью и нефтепродуктами сказывается на почвах ЯНАО. Здесь нефтепродукты накапливаются в верхнем слое, вследствие чего происходит цементирование почвы, которое приводит к эрозии и деградации почвенного покрова округа и негативно влияет на растительность и биоту, уничтожая их. Следствием являются изменения в биоценозе, изменение видового разнообразия, нарушения свойств почвы, снижение продуктивной способности.

Почвенный покров ЯНАО недостаточно изучен, что с учетом масштабности округа делает экологические исследования в данном регионе актуальными. Северные почвы нуждаются в экологическом мониторинге в связи с возрастанием геополитических и экологических рисков. Ямал является лидером по добыче нефти и газа в России, поэтому одной из важных задач

государства является мониторинг нефтяного загрязнения и загрязнения тяжелыми металлами.

Цель: проведение экологической оценки почвенного покрова Ямало-Ненецкого автономного округа на содержание углеводородов и тяжелых металлов.

Задачи исследований:

1. Изучить природные и географические особенности ЯНАО, экологические проблемы и возможные пути их решения;
2. Исследовать основные химические параметры почв, характерные для территорий нефте- и газодобычи;
3. Проанализировать содержание тяжелых металлов и углеводородов на фоновых территориях и на территориях нефте- и газодобычи;
4. Провести сравнительную характеристику показателей загрязнения на территориях нефте- и газодобычи и на фоновых территориях;
5. Оценить загрязненность почв исследуемой территории и определить категорию их загрязненности.

ГЛАВА 1. Физико–географическое описание территории Ямало-Ненецкого автономного округа и экологические проблемы региона

1.1. Рельеф и растительность ЯНАО

Ямало-Ненецкий автономный округ занимает территорию Западно-Сибирской равнины, имея неоднородный рельеф в разных частях региона. Площадь земель округа равна около 770 тысяч кв. км, что составляет 4,5 % от общей площади России [7].

В Ямало-Ненецком автономном округе можно выделить две формы рельефа: равнины, горный рельеф. Из двух выделенных рельефов в регионе преобладает равнинный рельеф и на его долю приходится около 90 % от всех территории округа. На равнинном рельефе расположены тундра и лесотундра – на севере, тайга – на юге, являющиеся типичными природными экосистемами для северных регионов. Из-за равнинной местности и наличия криогенных пород, которые препятствуют дренажу, для данной территории характерно изобилие болот [51].

На землях ЯНАО можно также встретить особые формы рельефа, которые были образованы вследствие воздействия мерзлотных процессов – это термокарстовые котловины, бугры пучения, обрывы, увалы [8]. Данные формы рельефа привлекают внимание приезжих исследователей и туристов.

Значительная часть территории ЯНАО занята тундрой. Она характеризуется наличием низкой кустарничковой растительности и мохового покрытия с редколесьем. На севере растительность представлена в основном мхами и лишайниками, здесь простирается арктическая тундра. Южнее тундра представлена мхами, кустарниками, сформированными преимущественно болотным багульником и ерником, травами, осоковыми растениями и ягодными кустарничками: голубика, черника, морошка, брусника. Средняя высота данной растительности, не учитывая мох, равна 20–30 см. В понижениях между буграми можно встретить сфагнум. В лесотундре присутствуют кустарники, единичные хвойные деревья (лиственница, ель), карликовые деревья: ива, ольха, береза. Сфагнум встречается реже, чем в

тундре.

Болота региона заняты сфагнумом и осоками. Кустарники и лишайники встречаются редко, на их долю приходится менее 10%. Сфагновые мхи занимают более 80 % покрытия, высота сфагнума составляет 15–20 см, высота осоковых – 30 см [37].

На равнинных территориях ЯНАО сосредоточено достаточное количество мелких рек и озер, поймы рек заболочены и не имеют растительности, представляя собой песчаные территории [21]. На изображении 1 продемонстрирован типичный берег реки, характерный для ЯНАО.

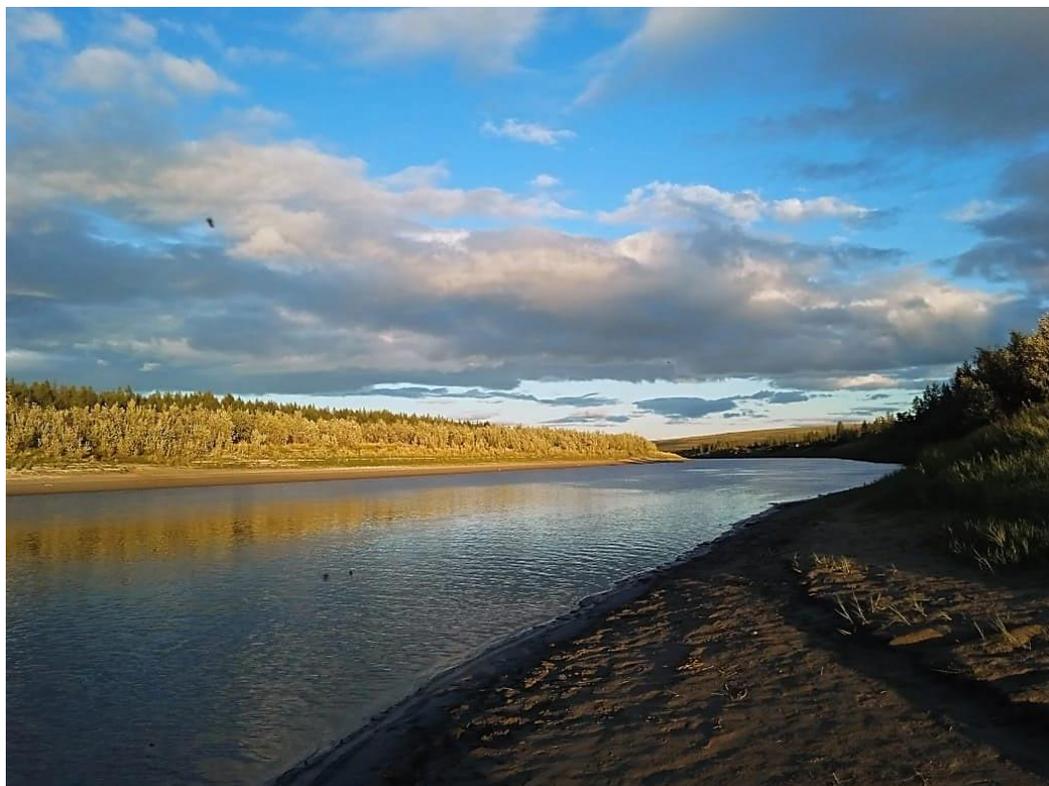


Рисунок 1. Берег реки Щучья, Приуральский р-н, ЯНАО. Дата съемки: 16 августа 2022 года. Координаты: 66.824406, 68.291395

Горный рельеф расположен к западу от реки Обь и представляет собой горную систему Уральских гор – Полярный Урал. Горы простираются вдоль границы ЯНАО более чем на 400 км. Средняя высота Уральских гор в исследуемом регионе равна 1050 метров, самая высокая точка – гора Пайер –

составляет 1472 метра. На горном рельефе на севере растительность представлена еловыми лесами, на долинах рек располагаются кустарники, травы [51]. В южной части Полярного Урала расположена северная тайга, представленная такой растительностью как ели, пихты, лиственницы, сосны.



Рисунок 2. Территория Полярного Урала, Уральский горы, ЯНАО. Дата съемки: 28 июля 2023 года.

В горах на Полярном Урале расположено большое количество ледников, они занимают территорию площадью более 20 кв. км [22]. На рисунке 3 представлен Ледник Романтиков, расположенный на северо-западе в 75 км от столицы округа г. Салехард. Ледники в ЯНАО представляют собой массивные ледовые образования, образовавшиеся под воздействием холодных температур и постоянных снегопадов. Они представляют собой настоящее природное чудо, обладающее своими особенностями и своеобразием. Ледники Полярного Урала, помимо своей эстетической привлекательности, играют важную роль в экологическом балансе региона. Они являются надежными

источниками пресной воды и аккумулируют огромные запасы этого ценного ресурса.



Рисунок 3. Ледник Романтиков, Полярный Урал, ЯНАО. Дата съемки: 17 сентября 2023 года. Координаты: 66.911932, 65.430917.

1.2. Почвенный покров ЯНАО

В Ямало-Ненецком автономном округе почвенный покров повсеместно характеризуется наличием мерзлых пород в нижних слоях почвы на глубине 40–60 см [2]. В течение года мерзлый слой оттаивает не полностью из-за суровых климатических условий. Летом оттаивают только верхние слои почв, но несмотря на криогенные процессы, в верхних почвенных горизонтах аккумулируются вода и питательные элементы для поддержания роста растительности и жизнедеятельности почвенных микроорганизмов.

Состав почвенного покрова в ЯНАО разнообразен. Она варьируется от почв, богатых органикой, таких как торф, до минеральных почв с различным содержанием глины, песка и ила. Органическое вещество в почве особенно важно, поскольку оно способствует общему плодородию и круговороту

питательных веществ в суровых климатических условиях округа.

Суровый климат и мерзлые слои в почвенных покровах ЯНАО создают препятствия для роста растений и почвенных процессов. Низкие температуры мешают разложению органического вещества, что приводит к накоплению большого количества углерода в почве [9].

В округе из-за особенностей климата и рельефа большая часть территории подвержена заболачиванию. Низкие температуры, короткое лето, плоский рельеф привели к образованию большого количества болот на данных территориях.

На формирование почв в ЯНАО повлияли следующие факторы:

- Низкие температуры;
- Равнинный рельеф;
- Переувлажнение почв;
- Распространение многолетнемерзлых пород;
- Короткое лето, вследствие этого испарение влаги с верхнего слоя почв не превышает количество накопленной влаги [11].

В почвах на территории ЯНАО непрерывно идет процесс торфообразования. В условиях недостатка кислорода и избытка влаги растительные останки разлагаются очень медленно, постепенно накапливаясь в верхних слоях почвы в виде торфа [12].

1.2.1. Почвы арктической и типичной тундры

На севере за полярным кругом на полуострове Ямал и Гыданском полуострове в зоне арктической тундры преобладают следующие почвы:

- Арктотундровые перегнойно-глеевые;
- Тундровые глеевые торфянистые и торфяные;
- Пойменные заболоченные почвы;
- Подбуры [45].

Арктотундровые перегнойно-глеевые почвы образовались под кустарничковой растительностью, разнотравьем, осоковой растительностью, в низменности – под мхами и осокой. Почвенный профиль имеет небольшую мощность, невысокое содержание гумусовых веществ (3–7 %), слабокислая среда в верхних горизонтах почвы и нейтральная – в нижних. На глубине 30–40 см начинается многолетняя мерзлота. Почвообразующими породами здесь являются морские и аллювиальные отложения с глинистым или суглинистым гранулометрическим составом [8].

Тундровые глеевые торфянистые и торфяные почвы имеют профиль мощностью 50 см. Верхний горизонт имеет мощность 5–15 см и представляет собой слаборазложившиеся остатки растительности мха и лишайника. Под торфяным слоем расположен глеевый горизонт сизого цвета с ржавыми пятнами. Почвообразующими породами здесь выступают породы с суглинистым и глинистым гранулометрическим составом [8]. Для профиля характерна трещиноватость, реакция среды во всем профиле преимущественно кислая.

Пойменные заболоченные почвы встречаются на равнинах в поймах рек, в весеннее время во время половодья могут подтапливаться. В почвенном профиле имеется отофрованный горизонт темно-коричневого окраса мощностью 5–15 см. Также здесь присутствует глеевый горизонт сизого окраса мощностью от 20 см. Почвенный профиль характеризуется кислой реакцией, материнской породой выступают аллювиальные породы (песок). В ЯНАО такие почвы в летнее время часто заболочены [11].

Подбуры распределены на равнинах и на горной территории, имеют мощность профиля 55–65 см. Почвообразующей породой являются песчано-супесчаные породы. Реакция среды преимущественно кислая, с понижением в почвенном профиле реакция среды переходит к слабокислой. Верхний слой почвы состоит из грубогумусового горизонта со значительным содержанием органического вещества – более 30%. Ниже располагается альфегумусовый горизонт, характеризующийся рыхлым состоянием и коричневым окрасом,

данный окрас указывает на высокое содержание закисного железа в горизонте. С понижением коричневый горизонт светлеет, переходя к почвообразующей породе [24].

1.2.2. Почвы южной тундры и лесотундры

В южной тундре и лесотундре, помимо низкой кустарничковой и мохово-лишайниковой растительности, начинается древесная растительность. Южная тундра и лесотундра ЯНАО представлена следующими почвами:

- Глееземы торфянисто-перегнойные;
- Подзолисто-глеевые почвы;
- Глееземы оподзоленные;
- Светлоземы глееватые;
- Подбуры;
- Пойменные заболоченные;
- Торфяные болотные переходные [45].

Глееземы торфянисто-перегнойные имеют почвенный профиль мощностью 60 см. Верхний слой – это лесная подстилка, ниже располагается торфянисто-перегнойный слой с высотой 15 см. Далее проходит оглеенный слой серого, бурого окраса. На глубине 60 см начинает проходить вечная мерзлота. Почвообразующими породами выступают суглинистые и глинистые породы [23].

Подзолисто-глеевые почвы характеризуются низким содержанием гумусовых веществ, кислой реакцией среды, протеканием подзолистого и глеевого процессов. Почвенный профиль с мощностью до 100 см. Верхний горизонт представляет собой оторфованный слой мощностью 10–15 см. Ниже располагается горизонт с наличием оглеения. Почвообразующие породы – песчаные, супесчаные породы. Почва сформировалась под действие высокого увлажнения на равнинных участках, водный режим нарушен [11].

Глееземы оподзоленные образовались на глинистых и суглинистых породах. Почвенный горизонт характеризуется слабой дифференциацией, кислой – в верхних слоях почвы, и слабокислой – в нижних – реакцией сред. От типичного глеезема отличается более светлым окрасом и наименьшим содержанием закисного железа. Почвенный профиль имеет мощность от 80 до 145 см.

Светлоземы глееватые имеют хорошую дифференциацию почвенного профиля. Здесь процесс подзолообразования преобладает над процессом оглеения [8]. Почва образовалась на суглинистых и глинистых отложениях под древесной и кустарничковой растительностью. По всему профилю реакция среды – кислая. Верхний слой представляет собой грубогумусовый горизонт. Ниже расположен подзолистый горизонт сизовато-серого окраса мощностью до 15 см, из данного горизонта в силу хорошего дренирования вымываются соединения железа, что делает процесс оглеения не доминирующим, как характерно для почв типичной тундры. После подзолистого горизонта начинается горизонт бурого окраса с преобладанием глеевого процесса, характеризующийся более высоким содержанием форм железа, чем в верхнем горизонте. Светлоземы в ЯНАО могут использоваться в сельскохозяйственных целях.

Торфяные болотные переходные почвы имеют мощность почвенного профиля 60–65 см, реакция среды кислая. Верхний горизонт представлен слаборазложившимися остатками растений с мощностью 15 см. Далее расположен торфяной горизонт мощностью 50 см, для горизонта характерен бурый окрас. Количество органического вещества значительно высокое, что делает данную почву благоприятной для развития растительности и жизнедеятельности почвенных организмов [4].

1.2.3. Почвы северной тайги

Следующей экосистемой для изучения почвенного покрова Ямало-

Ненецкого автономного округа выступает северная тайга. В отличие от тундры и лесотундры, основной растительностью здесь являются древесные насаждения – это густые и вечнозеленые леса [28]. Северная тайга расположена в центральной части ЯНАО, рельеф преимущественно равнинный. Здесь присутствуют следующие почвы:

- Подзолисто-глеевые почвы;
- Подзолы иллювиально-железистые;
- Торфяные болотные переходные почвы;
- Светлоземы глееватые;
- Подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые;
- Глееземы торфяные [45].

Подзолы иллювиально-железистые имеют почвенный профиль мощностью до 110 см. Почвообразующей породой является порода с легким гранулометрическим составом – песок. Характерна кислая реакция среды по всему почвенному профилю. Верхний горизонт представляет собой слабооторфованный слой мощностью 3–8 см. Ниже располагается перегнойный слой, состоящий из полуразложившихся растений: мха, кустарничков и хвои, мощность данного горизонта – 1–3 см. Далее горизонт, характеризующийся белесым окрасом из-за выноса железа. Нижний горизонт – альфегумусовый горизонт охристого или охристо-бурого окраса, переходящий в материнскую породу.

Глееземы торфяные имеют мощность 100 см. Характерна кислая или сильнокислая реакция среды по всему горизонту. Верхний слой состоит из торфяного горизонта мощностью 50–60 см. Ниже расположен глеевый горизонт ржавой окраски мощностью 10–30 см. Для нижнего стабильно глеевого горизонта характерен сизый окрас. Почвообразующей породой являются суглинистые породы [8].

1.2.4. Почвы южной тайги

Южная тайга расположена в самой южной части округа. Она представляет собой низменную заболоченную аллювиальную равнину. Лесная растительность более сомкнута, чем на территориях северной тайги. Светлохвойная тайга преобладает на песчаных почвах и супесчаных суглинках, а темнохвойные леса – на суглинках [2]. В южной тайге выделяются почвенно-географические районы с различными свойствами и структурой почвенного покрова. Из почв распространены:

- Светлоземы глееватые;
- Подзолисто-глеевые почвы;
- Глееземы торфяные;
- Подзолы иллювиально-железистые;
- Подбуры грубогумусные;
- Прimitивные щебнистые почвы;
- Криоземы торфянисто-перегнойные [45].

Подбуры грубогумусные являются переходной почвой между дерново-подбурами и подбурами. Для почвы характерна кислая реакция среды, в нижних слоях почвы кислотность понижается. Верхний слой представляет собой перегнойный горизонт мощностью 5 см. Ниже простирается грубогумусовый с содержанием органического вещества от 30%, окрас бурый. Постепенно окрас светлеет, и горизонт переходит в материнскую породу. В данной почве отсутствует процесс подзолообразования [24]. Почвообразующей породой выступает песчано-супесчаные отложения.

Прimitивные щебнистые почвы распространены на горных склонах [23]. Мощность почвенного профиля небольшая и составляет около 10 см. Верхний слой представляет собой слабооторфованную подстилку мощностью 3–5 см. В нижнем слое простирается горизонт с суглинистым и щебнистым гранулометрическим составом коричневого окраса, характерна аккумуляция гумусовых веществ в горизонте. Реакция почвы – сильнокислая, с понижением

в профиле становится кислая.

Криоземы торфянисто-перегнойные характеризуются протеканием криогенных процессов и процессов торфообразования. Торфяной горизонт имеет мощность 10–20 см, иногда может достигать до 50 см. Ниже располагается криогенный горизонт, для которого характерен серо-бурый окрас и наличие органических и минеральных материалов.

Отдельно стоит выделить почвы, расположенные в долинах крупных рек, это – пойменные, торфяные и аллювиально-примитивные почвы, которые распространены во всех экосистемах исследуемого региона [36].

1.3. Гидрография и климат ЯНАО

Ямало-Ненецкий автономный округ характеризуется обширной системой рек и водоемов, которые играют существенную роль в экосистеме региона. Здесь хорошо развита гидрографическая сеть, относящаяся к бассейну Карского моря. Гидрографическая сеть включает в себя прибрежные воды, реки, озера и болота. В регионе протекает более 50 тысяч рек, основная доля которых приходится на малые реки. Питание рек смешанное, на питание тальми снеговыми водами приходится 50% [21]. Самыми крупными реками выступают: Обь, Таз, Пур, Надым, Щучья река, Полуй, Пякупур.

1.3.1. Реки ЯНАО

Главной рекой в ЯНАО является Обь – это самая длинная река в Сибири, ее протяженность на территории округа составляет 530 км. Обь является важным транспортным путем и водоисточником для многих населенных пунктов. Вдоль реки раскинуто большое количество населенных пунктов: г. Салехард, г. Лабытнанги, п. Аксарка, п. Харсаим, п. Горки, п. Салемал, п. Питляр и др. Местные жители, в том числе представители коренных малочисленных народов Севера (КМНС), используют реку в своих хозяйственных и бытовых нуждах. Обь протекает на западе округа, она входит

2 (двумя) рукавами: 1 рукав – Малая Обь длиной 456 км, 2 рукав – Большая Обь длиной 446 км. После оба рукава сливаются и образуется единый речной поток, ширина которого составляет 4 км, а глубина может достигать 40 м. В бассейне реки Обь в водотоках средняя температура воды составляет 7,03 °С, удельная электропроводность – 48,9 мкСм/см, реакция среды – 7,7 (нейтральная), показатель мутности – 49,4 NTU [21].

Река Таз впадает в Тазовскую губу. Длина реки составляет 1401 км, площадь водосбора 150 000 км². Глубина реки варьируется от 0,2 до 3 м в нижнем течении, а в верхнем – от 10 до 15 м. Скорость течения составляет в среднем 3,5 м/с. Питание реки – снеговое. В 357 км от устья средний расход воды составляет 930 м³/с, а в самом устье – 1450 м³/с [50]. На берегах Таза располагаются следующие населенные пункты: п. Тазовский, с. Газ-Сале, с. Красноселькуп, с. Толька и др. Ниже перечислены основные притоки Таза:

- Притоки справа: Большая Ширта, Худосей, Печальки, Пякальки, Хэтыльки, Парусовая, Русская;
- Притоки слева: Ратта, Поколька, Каралька, Ватылька, Толька, Часелька, Варкасылыки, Большая Тотыдэоттаяха, Юредейха.

Река Пур образовалась в результате слияния 2 (двух) рек – это Пякупур и Айваседапур, впадает в Тазовскую губу. Длина реки Пур составляет 389 км, площадь водосборного бассейна – 112 000 км². Перед тем, как впадает в Тазовскую губу, делится на 2 (два) рукава: Большой Пур (левый рукав), Малый Пур (правый рукав). Река Пур имеет важное экономическое значение, так как является судоходной, а также в ее бассейне ведется промышленное рыболовство. В бассейне реки Пур в водотоках средняя температура воды равна 4,93 °С, удельная электропроводность – 17,6 мкСм/см, реакция среды – 7,63 (нейтральная), показатель мутности – 6,67 NTU [21].

Река Надым берет начало в Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО–Югра), который на юге граничит с ЯНАО, в озере Нумто. Впадает в Карское море в Обскую губу. Ее длина равно 545 км, а площадь водосборного бассейна – 64 000 км². К притокам р. Надым относятся реки: Левая Хетта,

Ярудей, Правая Хетта, Большой Ярудей. Питание преимущественно снеговое, на его долю приходится 54 %. Река является судоходной, в бассейне Надыма ведется вылов сиговых, частичковых и других рыб в промысловых целях. На правом и левом берегах реки расположен крупный город Надым, четвертый по численности населения город в ЯНАО. Через реку Надым проходит мост, открытый в 2015 году. В бассейне реки Надым в водотоках средняя температура воды составляет 6,24 °С, удельная электропроводность – 47,6 мкСм/см, реакция среды – 7,58 (нейтральная), показатель мутности – 15,9 NTU [21].

Щучья река является левым притоком р. Обь. Начало берет из озера Большое Щучье в Полярном Урале, впадает в Малую Обь. Длина реки составляет 565 км, а площадь водосборного бассейна – 12 300 км². Питание реки преимущественно снеговое. Единственный населенный пункт в ЯНАО, который расположен на берегу р. Щучья – пос. Белоярск, Приуральский р-н. Из промысловых видов здесь обитают ряпушка, щекур, и сиг [31].

Река Полуй – правый приток р. Оби. Ее длина составляет 369 км, а площадь водосборного бассейна – 21 000 км². Питание снеговое и дождевое. Притоками р. Палуй являются следующие реки: Някхоба, Хадыха, Большой Епседей, Сармикьяха. В устье средний расход воды составляет 170 м³/с. Населенные пункты, расположенные на берегу Полуя: г. Салехард (административный центр ЯНАО), п. Зеленый Яр. В бассейне реки Полуй в ее водотоках средняя температура воды равна 8,53 °С, удельная электропроводность – 252 мкСм/см, реакция среды – 7,93 (нейтральная), показатель мутности – 7,38 NTU [21].

На рисунке 4 изображена река Полуй и ее правый берег.



Рисунок 4. Правый берег реки Полуй. Дата съемки: 20 июля 2022 года.

Координаты съемки: 66.345204, 67.256312.

Река Пякупур относится к Нижнеобскому бассейному округу. Длина реки составляет 542 км, площадь водосбора – 31 400 км². Образуется в результате влияния 2 (двух) рек – это Янкъягун и Нючавотыяха. Впадает в р. Пур. Питание Пякупура снеговое и дождевое. Среднее значение расхода воды составляет 290 м³/с. Имеет притоков количеством около 50 рек, длина рек которых составляет более 50 км. Населенные пункты, расположенные на берегу реки Пякупур: г. Губкинский, п. Пуровск, г. Тарко-Сале, п. Пурпе [28].

1.3.2. Озера ЯНАО

В ЯНАО сосредоточено большое количество озер, их насчитывают около 300 тысяч. Озера занимают площадь 50 000 км² [31]. Озера сформировались в результате ледниковых, тектонических и термокарстовых процессов.

Основная часть озер распространена в долинах рек, озера имеют различную глубину и площадь. Наибольшее всего распространены малые озера, на их долю приходится более половины всех озер в округе, максимальная глубина данных озер – 3 м [41]. На рисунке 5 представлены малые озера ЯНАО.



Рисунок 5. Малые озера ЯНАО. Вид с самолета. Дата съемки – 10 августа 2022 года.

Озера имеют жизненно необходимое значение для кочующих оленеводов, которые во время каления используют воды озер в своих хозяйственных и питьевых целях.

Из крупных озер стоит выделить:

1. Варчаты, Шурышкарский р-н;
2. Пякуто, Пуровский р-н;
3. Нейто, полуостров Ямал;

4. Щучье, Полярный Урал (рис. 6);
5. Ярато, полуостров Ямал;
6. Ямбуто, полуостров Ямал;
7. Нембуто;
8. Чёртово озеро, Красноселькупский район;
9. Часельское, Пуровский р-н;
10. Сенмуто, Пуровский р-н.

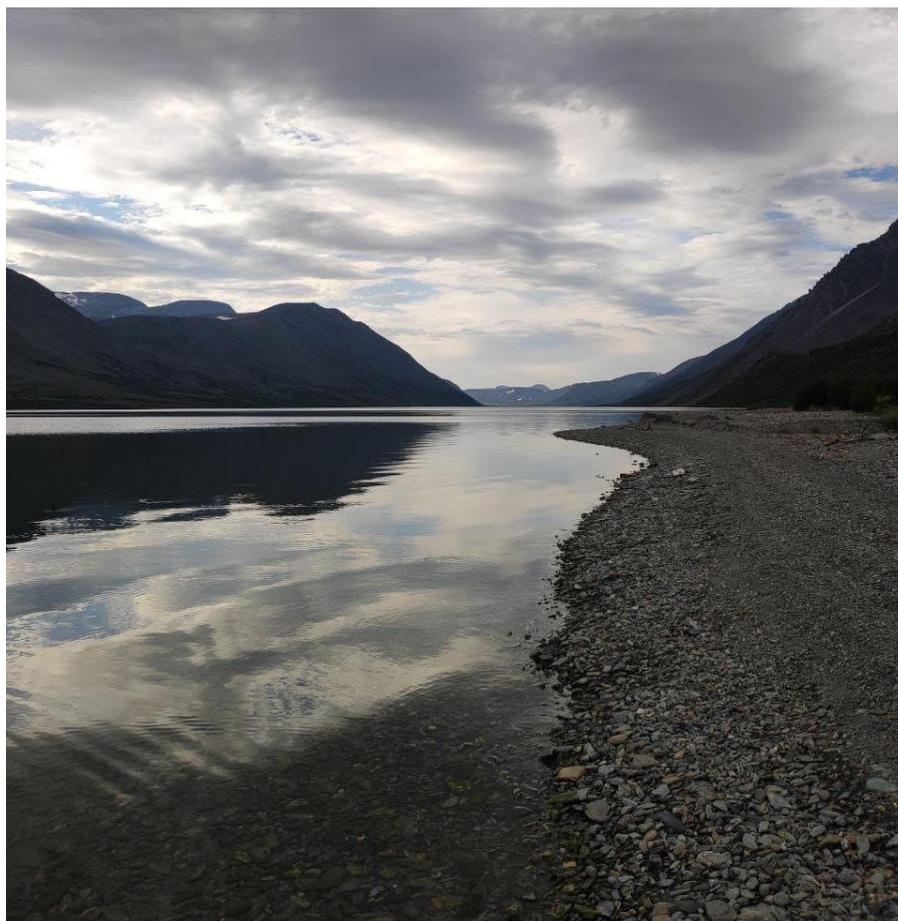


Рисунок 6. Озеро Щучье, расположенное в горной системе Уральских гор – Полярный Урал.

1.3.3. Подземные воды ЯНАО

Подземные воды ЯНАО, относящиеся к северной части Западно-Сибирского артезианского бассейна, представляют собой значительные запасы воды. Они накапливаются в долинах рек, под озерами и в областях с мощным снежным покровом, а также в надмерзлотных, межмерзлотных и

сквозных талых грунтовых толщах. Западно-Сибирский артезианский бассейн является одним из крупнейших водоносных бассейнов в России. Он простирается на территориях нескольких субъектов РФ, включая исследуемый округ. Бассейн имеет сложную геологическую структуру, состоящую из пластов различной проницаемости и водоотдачи. Это обеспечивает наличие значительных запасов подземных вод в регионе. Озера в округе также играют роль в формировании подземных вод. Они выступают резервуарами, накапливающими воду и позволяющими ей медленно просачиваться в грунт. Это способствует пополнению подземных вод и поддержанию их запасов на длительный период времени [50].

Подземные воды являются основным источником питьевой водоснабжения для местного населения и использования в промышленности, на его долю приходится 98% [15]. В настоящий момент разведаны более 300 месторождений пресных подземных вод. Однако не все районы округа обеспечены запасами пресных подземных вод, к таким относятся: Ямальский р-н, и часть Тазовский р-н. Это связано с повсеместным распространением в данных районах многолетнемерзлых пород, которые являются барьером для разведки и дальнейшего использования подземных вод. Особенно богаты запасами пресных подземных вод Пуровский, Надымский и Тазовский р-ны (в пределах Тазовско-Пурского артезианского бассейна).

Кроме того, подземные воды играют важную роль в экосистемах, поддерживая уровень влажности, необходимый для роста растений.

1.3.4. Климатические условия в ЯНАО

Ямало-Ненецкий автономный округ находится в арктическом, субарктическом и умеренном климатическом поясе, поэтому для округа характерен суровый климат. Климатические условия в регионе формируются под действием арктических и умеренных воздушных масс, которые на

территорию округа направляются с морей Северного Ледовитого океана.

Зимы длинные и суровые, с низкими температурами, которые могут достигать до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Лето короткое и прохладное, средняя температура составляет $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Несмотря на положительную среднюю летнюю температуры, снег в некоторых местах все же не тает, влияя на растительность и животный мир в округе [28].

В последние годы проблема изменения (потепления) климата особенно сказывается на арктических регионах, в т. ч. на исследуемом, где в грунтах расположены многолетнемерзлые породы, а на шельфе – ледники. Потепление климата может привести к протаиванию вечной мерзлоты и в дальнейшей деформации рельефа, а таяние ледников к повышению уровня моря и подтоплению близлежащих территорий на материке. Исходя из проблемы, важной задаче государства является мониторинг изменения среднегодовых температур. На границах ЯНАО расположены 15 станций наблюдений метеорологических показателей. Данные наблюдений температуры воздуха за последние 5 лет представлены на рисунке 7.

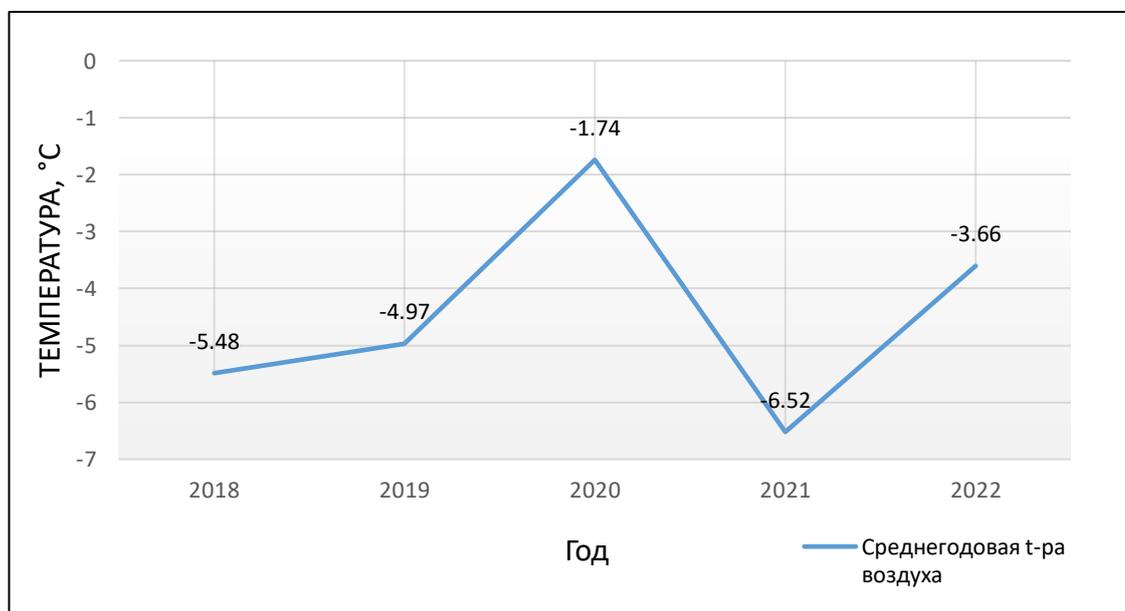


Рисунок 7. Динамика изменения среднегодовой температуры воздуха в ЯНАО за последние 5 лет (2018–2022 г.)

Рисунок построен по данным, предоставленным организациями ФГБУ

«Северное УГМС» и ФГБУ «Обь-Иртышское УГМС. Общая среднегодовая температура за каждый год была вычислена методом среднего значения температур каждой станции наблюдения. Исходя из рисунка, самым теплым годом был 2020 год, самым холодным – 2021 год. На фоне климатической нормы, которая в ЯНАО составляет $-7,3$ °С, за последние 5 лет наблюдалось повышение температуры в среднем на $2,84$ °С [15].

1.4. Экологические проблемы в ЯНАО

Ямало-Ненецкий автономный округ является одним из самых экологически-уязвимых регионов России. С момента освоения территорий округ столкнулся с серией серьезных экологических проблем, на которые стоит обратить внимание. Активное освоение месторождений в округе привело к негативным воздействиям на экосистемы, которые включают химическое загрязнение отдельных компонентов окружающей среды и механическое воздействие на ландшафты.

Одной из наиболее серьезных экологических проблем в округе является загрязнение воздуха. Оно вызвано выбросом большого количества загрязняющих веществ (ЗВ) с предприятий и парниковых газов в атмосферу. Качество воздуха напрямую влияет на здоровье жителей округа, вызывая серьезные болезни дыхательных путей.

Так, в 2022 году от стационарных источников в атмосферу было выброшено 1031.95 тыс. тонн загрязняющих веществ, таких как диоксид серы, диоксид углерода, взвешенные вещества, формальдегид, оксид азота, бенз(а)пирен и др. Данный показатель по сравнению с предыдущим годом увеличился на 83,17 тыс. т. За последние 5 лет количество выбросов ЗВ от стационарных источников увеличилось на 38%.

От передвижных источников количество выбросов загрязняющих веществ в 2022 году в атмосферу составило 24.23 тыс. тонн. Это на 1,18 тыс. тонн больше по сравнению в предыдущим годом. К передвижным источникам

относятся автомобильный и железнодорожный транспорт. На автомобильный транспорт приходится 86% от общего числа выбросов от передвижных источников [15].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что основной вклад в загрязнение воздуха в регионе вносит деятельность предприятий (особенно связанных с углеводородным промыслом) и использование транспорта. Чтобы минимизировать количество выбросов загрязняющих веществ в воздух, необходимо принять меры, такие как переход на экологически чистое топливо, которое при сжигании не выделяют токсичных веществ. Также на промышленных предприятиях внедрить или улучшить (если уже применяется) очистку выбросов в воздух от твердых и газообразных веществ.

Другой проблемой в регионе является загрязнение водных объектов. Наличие различных промышленных объектов и добыча полезных ископаемых приводят к загрязнению рек и озер нефтепродуктами и другими токсичными веществами [13].

Загрязнение водных объектов связано со сбросами недостаточно очищенных и неочищенных сточных вод, а также утечки нефтепродуктов. В 2022 году в поверхностные воды ЯНАО было сброшено 35,26 млн м³ сточных вод. Из числа сброшенных вод на долю недостаточно очищенных вод приходится 77%, а на долю вод без очистки – 4,5%. Загрязнение вод негативно сказывается на рыбном промысле, которое имеет важное значение для местного населения, в особенности для КМНС, и для экономики ЯНАО, которая частично базируется на добыче водных биологических ресурсов.

Единственный способ предотвратить в регионе попадание в поверхностные воды загрязняющих веществ – это перестать сбрасывать плохо очищенные сточные воды, т. к. показатели сбросов неочищенных и плохо очищенных вод в 2022 году достаточно велики.

В ЯНАО также остро стоит вопрос по комплексному обращению с отходами. В регионе плохо развита система обращения с отходами, это в первую очередь связано с добычей природных ресурсов, в результате которой

образуется большое количество отходов, и с повышенной чувствительностью экосистем региона, для которых характерно плохое самоочищение и самовосстановление.

В округе образуется большое количество несанкционированных и организованных свалок, на которых накапливаются промышленные, строительные и коммунальные отходы. Наличие свалок приводит к загрязнению земель и близлежащих водных объектов. Свалки для накопления ТКО больше всего распространены в удаленных населенных пунктах региона, которые не имеют выход к трассам федерального значения. Выбор местообразования свалок чаще всего определяется из географических соображений, таких как близость к населенному пункту.

В 2022 году в ЯНАО было образовано 2 593,724 тыс. тонн отходов, 87% из которых подверглись утилизации, т. е. их вторичному использованию, либо использованию в других целях [15].

Проблема загрязнения отходами в округе может решиться в случае усовершенствования системы обращения с отходами. К ним можно отнести внедрение региональных операторов, которые бы занимались комплексным обращением с твердыми коммунальными отходами (ТКО), т. к. на данный момент ТКО занимаются администрации городов и населенных пунктов. Также нужно ужесточить меры по образованию свалок. Ну и заняться экологическим просвещением местного населения и коренных народов, которые напрямую контактируют с природой.

ГЛАВА 2. Химические показатели почв, характерные для территорий нефте- и газодобычи

Углеводородный промысел в Ямало-Ненецком автономном округе является доминирующим в связи с большим количеством залежей нефти и газа, которые были обнаружены здесь в прошлом веке. Отдаленность от центральных регионов РФ и особые природных условия в округе стали причиной для разработки специальных государственных программ, направленных на развитие региона, в т. ч. На развитие деятельности по разведке, добыче и переработке нефти и газа в округе. В настоящий момент ЯНАО является одним из самых развитых регионов в России с точки зрения промышленного освоения недр. Однако данная деятельность оказывает неблагоприятное воздействие на экологическое состояние окружающей среды. Экосистемы здесь характеризуются высокой восприимчивостью к антропогенному воздействию, которое может привести к необратимым последствиям.

Углеводородная промышленность негативно сказывается в первую очередь на ландшафтах, начиная от механического воздействия, до аккумуляции в них токсичных веществ. На стадии разведки и добычи углеводородов происходит механическое воздействие на почвенный покров, а именно его нарушение, также разрушение глубинных пород [9]. Последнее может привести к просадке грунта в результате разработки месторождений. Просадка грунта же приводит к заболачиванию и подтоплению земель.

Деградация почвенного покрова из-за загрязнения тяжелыми металлами и нефтепродуктами проявляется в изменении почвенных параметров не в лучшую сторону. Это может быть нарушение структуры почвы, изменения в водном режиме, уничтожению растительности и загрязнению поверхностных и подземных вод [12]. Химическое загрязнение почвенного покрова в округе может косвенно влиять на качество и уровень жизни людей в населенных пунктах и городах.

2.1. Тяжелые металлы

Одним из наиболее опасных загрязнителей почв в регионе являются тяжелые металлы (ТМ). Использование тяжелых металлов в промышленности совместно в неусовершенствованными системами очисток может привести к попаданию ТМ в почву, что приведет к ее загрязнению и отравлению.

Одним из основных последствий загрязнения почвы тяжелыми металлами является снижение плодородия почвы. Они могут накапливаться в растениях и попадать в пищевую цепочку, что может негативно сказаться на здоровье человека. Кроме того, тяжелые металлы могут проникать в подземные воды и загрязнять их, что влечет за собой проблемы с водоснабжением.

Накопление тяжелых металлов в почве происходит в верхних слоях почвы, преимущественно в горизонтах с содержанием гумусовых веществ. Здесь ТМ связываются с органическим веществом.

К тяжелым металлам относят около 40 химических элементов. Это ванадий (V), хром (Cr), марганец (Mn), железо (Fe), кобальт (Co), никель (Ni), медь (Cu), цинк (Zn), молибден (Mo), кадмий (Cd), олово (Sn), ртуть (Hg), свинец (Pb), висмут (Bi) и т. д.. Для тяжелых металлов характерно следующее: токсичное влияние на почвенные организмы и растительность, даже при малых концентрациях; хорошая способность аккумулироваться [57].

Таблица 1. Классы опасности химических элементов и веществ в почвах и грунтах [48]

Класс опасности	Химический элемент, загрязняющее вещество
1	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, цинк, фтор, селен, 3,4 – бенз(а)пирен
2	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром

3	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон
---	--

Кислая реакция среды в почвенном профиле в сочетании с наличием окислительных процессов являются благоприятной средой для аккумуляции кадмия и ртути, образующие легкоподвижные формы. Малоподвижные формы образуют свинец, мышьяк и селен, способные накапливаться в гумусовых слоях, негативно влияющие на почвенную биоту.

В почвах, где активно происходит процесс заболачивания, накапливаются молибден, ванадий, селен, свинец, хром, кобальт, медь, цинк и др.

Почвы в округе загрязняются такими элементами как свинец (Pb), медь (Cu), никель (Ni), цинк (Zn), марганец (Mn), которые попадают в почву в результате эксплуатации нефтедобывающих заводов [47].

Свинец (Pb) характеризуется способностью накапливаться в кислых и глинистых почвах. В почве проявляет себя как токсичное вещество в первую очередь для растительности. Он ингибирует их дыхание и подавляет интенсивность процесса фотосинтеза. Это приводит к увеличению содержания в почвенном горизонте кадмия, снижает поступление питательных веществ для растений. Свинец накапливается в почве вследствие загрязнения ее выбросами промышленных предприятий, и в результате загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта [17].

Медь (Cu) в почве оказывает разное влияние на различные аспекты окружающей среды, имея положительные и отрицательные последствия. Медь является одним из самых распространенных тяжелых металлов, которые могут накапливаться в почве из-за естественного геологического процесса или через антропогенное вмешательство, такое как промышленность и сельское хозяйство. В тундровой почве может встречаться в следующих концентрациях: от 4,7 до 14 мг/кг. Для данного компонента характерно аккумулятивное накопление в нижних слоях почвенного профиля, а также способность к

легкому растворению при процессе выветривания.

Одним из положительных аспектов высокого содержания меди в почвах является ее роль в снижении риска распространения разных видов патогенных микроорганизмов. Медь обладает антимикробными свойствами, поэтому ее присутствие в почве может предотвращать размножение бактерий, которые могут быть опасными для растений и почвенных микроорганизмов. Кроме того, медь имеет важное значение для питательных веществ и микроорганизмов, необходимых для нормального роста и развития растений. Однако, высокое содержание меди в почвах также имеет негативные последствия. Медь является токсичным металлом для многих организмов, включая растения, и почвенные микроорганизмы. Ее избыточное количество может вызвать деградацию растений, ухудшить физические и химические свойства почв, а точнее может привести к уплотнению и снижению водопроницаемости [18].

Никель (Ni) в тундровых почвах встречается в концентрациях от 0,6 до 10,6 мг/кг. В высоких концентрациях никель способен снижать продуктивности биоценозов и биоразнообразия, и подавляет процессы фотосинтеза. Данный химический элемент способен при повышенном содержании в почве вызывать заболевания у растений. Никель в больших количествах накапливается в почвах с тяжелым гранулометрическим составом – это глинистые и суглинистые почвы [5].

Цинк (Zn) накапливается в верхних горизонтах почвы, где сосредоточено высокое содержание органического вещества, иногда торфа. В тундровых кислых почвах накапливается в достаточно высоких концентрациях (до 76 мг/кг), в отличие от почв, где основным протекающим почвообразующим процессом выступает оподзоливание. В связи с наличием глинистых минералов в тундровых почвах цинк проявляет себя как хорошо подвижный элемент. Цинк, аккумулирующийся в почве, далее в растениях, по пищевой цепи может оказаться в человеческом организме. Цинк в повышенных концентрациях приводит к различным болезням у людей, а именно болезням печени и поджелудочной железы [40].

Марганец (Mn) является широко распространенным химическим элементов в почве, имеет важное значение в жизни растений, а конкретнее в их росте и развитие. Усвоение марганца растениями наилучше всего проходит в кислых почвах [1].

Кадмий (Cd) в почве в повышенных дозах пагубно сказывается на растительности, и почвенных микроорганизмах, а именно вызывает их сокращение. Данный компонент хорошо адсорбируется в почвах, для которых характерна повышенная кислотность. Присутствие кадмия в почвенном профиле приводит к его поглощению растениями, что чаще всего может вызвать физиологические изменения у растительности [3]. Органы растений, которые лучше всего могут поглощать кадмий – это корни растений.

Ртуть (Hg) является элементом с сильной биологической и химической активностью, для которого характерна способность легко менять свое агрегатное состояние – из жидкого состояния в газообразное, и наоборот. Ртуть накапливается в верхний слоях почвы, и при высокой концентрации пагубно влияет на растительность [5]. Этот химический элемент хорошо поглощается растениями при условии высокой кислотности почвы.

Мышьяк (As) и его соединения в почве проявляют высокую токсичность. Повышенные концентрации мышьяка в почвах вызваны антропогенной деятельностью, а именно в результате эксплуатации предприятий, занимающиеся добычей и переработкой цветных металлов, добычей и сжиганием угля. Накапливается в верхних слоях почвы, где наблюдается высокое содержание органического вещества [6].

Хром (Cr) в высоких концентрация способен вызывать различные заболевания у растительности – это замедление их развития. Хром накапливается в больших количествах преимущественно в верхнем горизонте почвы [47].

2.2. Углеводороды

Нефтяное загрязнение почвы считается одним из самых опасных видов загрязнения в ЯНАО, так как оно существенно изменяет свойства почвы, а ее очистка от нефти является сложной задачей. Нефть образует пленку на почвенных частицах, из-за чего почва не впитывает воду, почвенные микроорганизмы погибают. Растения остаются без необходимого питания. Кроме того, частицы почвы склеиваются, а сама нефть изменяет свое состояние, ее составные части окисляются, затвердевают, и при высокой степени загрязнения почва приобретает вид асфальтоподобной массы [6]. Нефть представляет собой смесь углеводов и их производных, включающую более 1000 различных органических веществ, каждое из которых имеет свой собственный токсический эффект. К нефтепродуктам относятся такие вещества, как бензин, лигроин, керосин, газойль, мазут, гудрон и другие [10].

Загрязнение почвы нефтью в исследуемом регионе может быть вызвано естественными и техногенными источниками. В природных условиях нефть обычно находится на больших глубинах и не оказывает влияния на почву. Однако загрязнение происходит в районах, связанных с добычей нефти, транспортировкой и хранением, например, нефтепромыслов, нефтепроводов и транспортных средств. Источники загрязнения почвы нефтью условно можно разделить на две категории: временные и постоянные. Временные источники включают утечки при транспортировке по суше или по воде. Постоянные источники связаны с областями добычи нефти, где земля постоянно насыщена нефтью из-за многократных утечек.

Экологические последствия загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами в округе зависят от трех основных факторов: характеристик загрязнения (химический состав загрязняющих веществ, их концентрация в почве, время с момента загрязнения и другие факторы), свойств самой почвы (ее структура, состав, влажность, активность микроорганизмов и биохимических процессов и др.) и условий окружающей среды (температура,

ветер, солнечная радиация, особенно ультрафиолетовое излучение, наличие растительности и т.д.) [37].

Нефть оказывает отрицательное воздействие на почву, что приводит к существенным изменениям ее морфологических, физико-химических и микробиологических свойств. Высокомолекулярные продукты разложения нефти образуют на поверхности почвы устойчивые корки, которые затрудняют доступ воздуха к почве, что приводит к засыханию растений. Ph почвы повышается, общее количество углерода увеличивается в 2–10 раз, содержание углеводов - в 10–100 раз. Нарушаются азотный режим, процессы нитрификации и аммонификации, окислительно-восстановительные процессы и другие [55]. Меняются морфологические свойства почвы: цветовые характеристики ее профиля становятся серыми и темно-коричневыми, структура ухудшается, а водопроницаемость снижается.

Воздействие нефти на растительность вызвано как ее прямым токсическим воздействием, так и изменениями в почве, вызванными присутствием нефтепродуктов. Борьба с загрязнением почвы нефтью представляет значительные трудности. При небольших уровнях загрязнения можно применять удобрения, которые стимулируют рост микрофлоры и растений. В результате некоторые фрагменты нефти минерализуются и входят в состав гуминовых веществ. Однако при длительном загрязнении происходят необратимые изменения в почве, и загрязненные слои приходится удалять. Помимо нефти, пластовые воды также являются одним из основных загрязнителей. Пластовые воды нефтяных месторождений всегда содержат растворенные соли, органические вещества и газы, которые оказывают более сильное негативное воздействие, чем сами углеводороды.

В процессе добычи нефти происходит разделение нефти и пластовых вод, которые транспортируются через подземные трубопроводы. Если трубы повреждаются или изнашиваются, то происходит разлив или утечка воды. Воздействие этих утечек на природные системы может быть значительнее, чем воздействие самой нефти и нефтепродуктов. Загрязнение пластовыми водами

приводит к засолению хлоридом натрия и возникновению техногенного осолонцевания с негативными последствиями. Эти участки становятся явно видимыми на поверхности и образуют так называемые "техногенные пустыни".

Когда пластовые воды попадают в почву, они меняют содержание солей в почвенном растворе [58]. Например, соленые пластовые воды с высокой минерализацией хлоридного состава могут вызывать засоление почвы, поверхностных и подземных вод. При этом в окружающую среду попадают различные вещества, которые не характерны для почвы. В результате потоки загрязнителей замещают исходные почвы устойчивыми техногенными изменениями, что приводит к серьезным изменениям в естественных биоценозах.

В нефтедобывающих регионах высокоминерализованные скважинные воды, которые проливаются, оказывают крайне негативное воздействие на почвенные системы. Это может привести к потере способности почвы к самоочищению от углеводородного загрязнения. Особенность загрязнения земель нефтепродуктами заключается в том, что они медленно разлагаются (на протяжении нескольких десятилетий), на них не растут растения и выживают только некоторые микроорганизмы. Восстановление загрязненных нефтепродуктами земель может быть выполнено путем посева культур, устойчивых к нефтяному загрязнению, или путем ввоза незагрязненной почвы. Этот процесс состоит из трех основных этапов: удаление загрязненной нефти почвы, рекультивация нарушенного ландшафта и мелиорация.

В сельскохозяйственных почвах происходит частичное нарушение естественного равновесия, а химический состав почв не соответствует полностью требованиям выращиваемых культур. Некоторые химические элементы удаляются с урожаем, а органическое вещество частично разлагается. В связи с этим, необходимо вводить минеральные и органические удобрения в пахотные почвы для пополнения запасов химических элементов и их соединений, что улучшает химический состав, физические свойства

почвы и повышает ее плодородие. В почвах загрязняющие вещества достигают токсичных уровней медленнее, но долго остаются в ней, негативно воздействуя на экологическую обстановку в целых регионах. Охрана почвы является делом первостепенной важности, хотя влияние загрязнения почвы не всегда так заметно и очевидно, как загрязнение атмосферы и водных ресурсов.

Практические рекомендации

В Ямало-Ненецком автономном округе активно ведется добыча углеводородов. Разведка, строительство скважин, процесс добычи, строительство трубопроводов, транспортирование и эксплуатация месторождений негативно сказывается на ландшафтах регионе, а также на экологическое состояние почвенного покрова.

Чтобы минимизировать влияние углеводородного промысла на экосистемы ЯНАО, необходимо внедрять новейшие высокотехнологичные методы добычи нефти и газа из залежей.

Также стоит уделять большое внимание на рекультивацию уже нарушенных земель. Простым способом рекультивации деградированных земель является повышение органического вещества в деградированных почвах.

Также необходимой задачей можно выделить обеспечение законодательной базы, которое подразумевает закрепление региональных норм фоновых концентраций компонентов окружающей среды по основным химическим показателям, включая почвенный покров в районах нефтегазопромысла.

Данные экологические исследования послужат информационной основой комплексного изучения возможностей природных и техногенных воздействий на территории изучаемого объекта, а также для оценки современного экологического состояния отдельных компонентов природной среды и экосистем в целом, их устойчивости к техногенным воздействиям и способности к восстановлению.

Все материалы, полученные в результате проведения полевых исследований, будут использоваться для разработки и ведения экологического мониторинга, прогноза изменений различных элементов окружающей среды и выбора более оправданного и экологически предпочтительного варианта восстановления компонентов экосистем.

Заключение

1. На территории Ямало-Ненецкого автономного округа можно встретить несколько экосистем: арктические и типичные тундры, южную тундру и лесотундры, северную и южную тайгу. Почвенный покров ЯНАО представляет собой уникальный комплекс разнообразных почвенных типов, начиная от арктотундровых почв, до светлосемов и подзолистых почв. Растительный мир в регионе также разнообразен, он представлен мохово-лишайниковой и кустарничковой растительностью, редколесьем, темнохвойной и вечнозеленой растительностью.

2. Из серьезных экологических проблем в ЯНАО выделяют: изменение качества атмосферного воздуха в худшую сторону, загрязнение поверхностных вод, загрязнение почв тяжелыми металлами и углеводородами, а также неусовершенствованная система обращения с отходами в округе.

3. Мощность деятельного слоя почв составляет от 30 см на севере полуострова до 100 см на юге ЯНАО, где распространена островная мерзлота. В этих условиях наряду с криогенными процессами существенную роль играют процессы гидроморфной трансформации минеральной части почв. Почвы имеют кислую реакцию среды (рН варьирует от 4,2 до 4,6). Из-за преобладания торфянистого горизонта содержат высокое содержание общего углерода (от 7 до 12 %) и невысокое содержание общего азота (0,14 – 0,19 %). При этом в почвах содержатся высокие концентрации подвижного фосфора и калия, что в основном связано с их высоким содержанием в материнской породе.

4. В результате углеводородного промысла, в почвенном покрове накапливаются тяжелые металлы и нефтепродукты. Практически все почвенные пробы характеризуются допустимым уровнем загрязнения углеводородами (< 1000 мг/кг). На настоящий момент довольно остро встает проблема создания нормативного акта, регулирующего допустимые концентрации углеводородов в почвах и отражающего особенности Ямальского региона.

5. Из тяжелых металлов в почвах чаще всего можно встретить свинец (Pb), медь (Cu), никель (Ni), цинк (Zn), марганец (Mn). По распределению тяжелых металлов в почвах исследуемых территорий получен следующий убывающий ряд: цинк > свинец > никель > медь > мышьяк > хром > кадмий.

6. В 2022 и 2023 году проводились полевые работы, в результате которых были отобраны почвенные образцы на территориях близ населенных пунктов. Работы по закладке разрезов проводились в Приуральском районе – в районе, где не ведется промысел углеводородов. Полученные данные были приурочены к показателям содержания химических элементов на фоновых территориях.

Исходя из проведенной сравнительной характеристики химических показателей почв земель нефте- и газодобычи, и почв фоновых территорий, было выявлено, что большая часть тяжелых металлов содержится в более высоких концентрациях в почвах на землях нефте- и газодобычи, нежели в почвах фоновых территорий.

7. Большинство почв территорий исследования относятся к допустимой категории загрязнения почв ($Z_c < 16$), и только объект №4, расположенный близ поселка Харсаим входит в категорию умеренно-опасных почв ($16 < Z_c < 32$).

8. По суммарному загрязнению почв тяжелыми металлами исследуемые территории распределились в следующий убывающий ряд: 4. - 12 км от п. Харсаим > 1. - Приуральский р-н, в 22 км от г. Салехард > 2. - Приуральский р-н, в 3 км от г. Лабытнанги = 5. - г. Салехард. В 1,5 км от трассы Салехард – Лабытнанги > 6. - п. Аксарка, в 6,5 км в сторону автодороги Салехард – Аксарка > 3. - Ямальский р-н, в 2.5 км от с. Яр-Сале.

Список использованных источников

1. Абакумов, Е. В., Алексеев, И. И., Шамилишвили, Г. А. Состояние почвенного покрова ЯНАО: разнообразие, морфология, химизм и антропогенная трансформация // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа: науч. журн. 2016. № 4 (93). С. 4–7. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28783656>.
2. Абакумов, Е. В., Поляков, И. В., Орлова, К. С. Особенности почвообразования в Русской Арктике (на примере дельты реки Лена и п-ов Ямал) // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа: науч. журн. 2018. №1 (98). С. 14–23. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45333390>.
3. Агбалян, Е. В., Колесников, Р. А., Печкин, А. С., Моргун, Е. Н., Красненко, А. С., Ильясов, Р. М., Локтев, Р. И., Шинкарук, Е. В. Экологическое состояние почв полигонов комплексного экологического мониторинга «Сабетта», «Харп», «Надымский» Ямало-Ненецкого автономного округа // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа: науч. журн. № 4 (101). 2018. С. 5–12. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41332085>.
4. Алексеев, И. И., Абакумов, Е. В. Степень гумификации органического вещества почв южного Ямала и восточного макросклона Полярного Урала // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа: науч. журн. № 16. 2016. С. 7. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27315577>.
5. Алексеев, И. И., Абакумов, Е. В. Тяжелые металлы в почвах природных и урбанизированных ландшафтов Ямало-Ненецкого автономного округа // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа: науч. журн. 2019. № 1 (102). С. 89–92. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37262488>.
6. Алексеев, И. И., Абакумов, Е. В., Шамилишвилли, Г.А., Лодыгин, Е.Д. Содержание тяжелых металлов, мышьяка и углеводов в почвах

- населенных пунктов Ямало-Ненецкого автономного округа // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа: науч. журн. № 9. 2016. С. 818–821. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27180290>.
7. Бешенцев, В. А. Физико-географические условия Ямало-Ненецкого нефтегазодобывающего региона // Горные ведомости: науч. журн. Тюмень, 2015. № 4 (131). С. 56–67. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23173797>.
 8. Васильевская, В. Д. Почвообразование в тундрах средней Сибири : уч. пособие // М.: Наука, 1980. С. 235.
 9. Ганжара, Н. Ф., Борисов, Б. А. Почвоведение с основами геологии: учебник // Москва: ИНФРА-М. 2013. С. 352.
 10. Гольдберг, В. М., Зверев, В. П., Арбузов, А. И. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия / М.: Наука. 2001. С. 125.
 11. Горячкин, С. В. Почвенный покров севера (структура, генезис, экология, эволюция) : монография // Изд-во: ГЕОС. Москва, 2010. С. 414.
 12. Граве, Н. А., Суходровский, В. Д. Рельефообразующие процессы области вечной мерзлоты и принципы их предупреждения и ограничения на осваиваемых территориях // В кн.: Тр. III Международной конференции по мерзлотоведению, т.1. Оттава, 1978. С. 56–61. URL: https://studopedia.ru/1_123130_L-relefoobrazovanie-v-rayonah-vechnoy-merzloti-kriogennaya-morfoskulptura-merzlotniy-relef.html?ysclid=lpkhisj67l688756333/
 13. Дерягина, С. Е., Астафьева, О. В. Пуровский район Ямало-Ненецкого автономного округа: производственные особенности района, основные экологические проблемы и пути их решения // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика: научно-технический журнал. 2017. № 2. С. 152–164. URL: [Архив номеров \(pstu.ru\)](https://www.pstu.ru/).
 14. Добрякова, В. А., Идрисов, И. Р. Экологический атлас Ямало-Ненецкого автономного округа: результаты научных исследований, состояние,

- динамика, прогноз // Геодезия и картография: науч. журнал. 2019. № 1. С. 24–33. URL: [Экологический атлас Ямало-Ненецкого автономного округа: результаты научных исследований, состояние, динамика, прогноз | Журнал "Геодезия и картография" \(geocartography.ru\)](#). Дата публикации: 20 февраля 2019.
15. Доклад об экологической ситуации в Ямало-ненецком автономном округе в 2022 году : доклад // ДППР ЯНАО, Салехард. 2023. С. 297. URL: [ДОКЛАД Об экологической ситуации в Ямало-Ненецком автономном округе в 2022 году / Департамент природных ресурсов и экологии Ямало-Ненецкого автономного округа \(yanao.ru\)](#).
16. Другов, Ю. С., Родин, А. А. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов: практическое руководство // 3-е издание. – М: Лаборатория знаний Adobe Reared XI; 10. – Загл. с титул. экрана. 2017. С. 272. URL: <https://glavkniga.su/filecont/50088.pdf?ysclid=lpkgv6w246309357542>.
17. Затонская, В.М., Лобанов, Ф. И., Макаров, Н. В. Некоторые аспекты проблемы загрязнения окружающей и внутренней среды свинцом // Успехи химии (Russian Chemical Reviews) : электрон. журнал. 1981. № 50 (4). С. 693–714. URL: <https://www.uspkhim.ru/RCR2606>. Дата публикации: 01 апреля 1981.
18. Затулей, Е.Д., Прожорина, Т.И. Лабораторный практикум по курсу «Химия почв» по специальности 013600 – «Геоэкология» // Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. С. 40. URL: [Затулей Е.Д., Прожорина Т.И. — Лабораторный практикум по курсу "Химия почв" по специальности 013600 - "Геоэкология" :: Электронная библиотека попечительского совета мехмата МГУ \(mexmat.ru\)](#).
19. Зуева И. Н., Глязнецова, Ю. С., Чалая, О. Н., Лифшиц, С. Х. Методы органической геохимии при мониторинге нефтезагрязнений и ремидации почв – статья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. С. 1130–1132. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/metody-organicheskoy-geohimii-pri-monitoringe-neftezagryazneniy-i-remidiatsii-pochv?ysclid=lpkh7p487d450702891>.

20. Зуева, И. Н., Каширцев, В. А., Лифшиц, С. Х., Глянцева, Ю. С. Методы исследования поверхностных углеводородных геохимических полей природного и техногенного происхождения – статья // Изд-во: Наука и образование. 2001. С. 50–54. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-issledovaniya-poverhnostnyh-uglevodorodnyh-geohimicheskikh-poley-prirodnogo-i-tehnogennogo-proishozhdeniya?ysclid=lpkh5k00mg684960957>.
21. Иванов, В. А., Морейдо, В. М., Прокопьева, К. Н. Современные условия гидрологических процессов малых рек юга Ямало-Ненецкого автономного округа // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа: науч. журн. 2023. № 3 (120). С. 52–75. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54651106>.
22. Ильясов, Р. М., Пестова, Ю. С. Разнообразие ландшафтов Приуральяского района и степень их репрезентативности на особо охраняемых территориях // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа: науч. журн. 2016. № 4 (93). С. 77–92. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28783668>.
23. Ильясов, Р. М., Моргун, Е. Н., Абакумов, Е. В. Опыт обработки почвенно-экологических данных на примере ЯНАО с использованием ГИС // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа: науч. журн. 2020. № 2 (107). С. 60–75. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43089871>.
24. Кауричев, И. С. Почвоведение : уч. пособие // Под ред. проф. д-ра с.-х. наук И. С. Кауричева, проф. д-ра с.-х. наук И. П. Гречина. Москва, 1969. С. 543.
25. Кочетова, Ж. Ю., Кравченко, А. А., Верхов, С. В. Влияние нефтезагрязнения на почву и способы ее рекультивации – статья //

- Вестник науки: науч. журнал. 2019. № 6 (51). С. 4–4 с. URL: [Научный журнал «Вестник науки». Официальный сайт издательства \(xn----8sbempclcwd3bmt.xn--p1ai\)](http://xn----8sbempclcwd3bmt.xn--p1ai).
26. Краткий отчет о результатах производственного экологического мониторинга в границах участков недр ПАО «Сургутнефтегаз» на территории Ямало-Ненецкого автономного округа за 2021 год : отчет / Сургут, 2022. 8 с. URL: https://www.surgutneftegas.ru/upload/medialibrary/f55/4126_Краткий%20отчет%20ПЭМ%20ЯНАО%202019.pdf. (Дата обращения: 01.02.2023).
27. Ладонин, Д. В. Формы соединения тяжелых металлов в техногенно-загрязненных почвах: монография // М.: Издательство Московского университета, 2019. С. 312. Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=356247>
28. Ларин, С. И. География ЯНАО. Природа, населения, хозяйство, экология : уч. пособие // Тюм: ТГУ, 2001. С. 327.
29. Ларичник, В. В., Сажин, И. А., Ларионов, В. Г. Методики инженерной защиты окружающей среды: уч. пособие // 2-е изд. М: издательско-торговая корпорация «Дашков и К». 2021. С. 250.
30. Лебедев, А. Н., Арустамов, Э. А. Экологическое состояние нефтегазодобывающей промышленности Западной Сибири // Отходы и ресурсы – электрон. журнал. 2018. Т. 5. № 2. С. 9. URL: <https://resources.today/PDF/07NZOR218.pdf>.
31. Медико-экологический атлас Ямало-Ненецкого автономного округа / под ред. Денисюк А. А. // Салехард, Научный центр изучения Арктики, 2014. С. 96.
32. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200126486?ysclid=lpkjpnm3dy825215089>.
33. Михайлов, И. С., Михайлов, С. И. Опыт создания и содержания почвенно-экологической карты Ямало-Ненецкого автономного округа //

- Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева : электрон. журнал. 2017. № 87. С. 55–72. URL: [Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева \(esoil.ru\)](http://bulleten.pochva.ru/).
34. Мухин, В. В. Определение содержания нефтепродуктов в почвах методами ИК-спектроскопии и флуориметрии. Красноярск. URL: http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/21178/opredelenie_soderzhaniya_nefteproduktov_v_pochvah_metodami_ik-spektroskopii_i_fluorimetrii.pdf?sequence=1 (дата обращения: 01.12.2022).
35. О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами : Письмо Минприроды России от 27 декабря 1993 г. № 61–5678. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9033369>.
36. Печкина, Ю. А. Современная растительность лесотундры в Приуральском районе (в окрестностях железнодорожной станции «Обская») // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа: науч. журн. 2016. № 4 (93). С. 59–67. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28783666>.
37. Пиковский Ю. И., Исмаилов Н. М., Дорохова М.Ф. Нефтегазовая геоэкология : уч. пособие // наука XXI века: Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Том 10. № 2. С. 56–62.
38. Пиковский, Ю. И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде : монография // М.: ИНФРА-М. Москва, 1993. С. 208. URL: <https://znanium.com/read?id=342304>.
39. Пиковский, Ю. И., Геннадиев, А. Н., Краснопеева, А. А., Пузанова, Т. А. Природные и техногенные углеводородные геохимические поля в почвах: концепция, типология, индикационное значение // Геохимия ландшафтов и география почв. 100 лет со дня рождения М.А. Глазовской / под ред. Н. С. Касимова, М. И. Герасимовой. М.: АПР, 2012. С. 236–258.

40. Пименова, Е. В., Леснов, А. Е. Химические методы в агроэкологическом мониторинге почвы : уч. пособие // ФГОУ ВПО Пермская ГСХА. Пермь, 2008. С. 145.
41. Плотников, В. В., Гафуров, Ф. Г., Никонова, Н. Н. Природа поймы Нижней Оби. Наземные экосистемы // Национальная электронная библиотека: электрон. Библиотека. 1992. С. 212. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01001636899>. Дата публикации: 16 июля 2002.
42. ПНД Ф 16.1.41-04. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почвы гравиметрическим методом. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/f62/4293846504.pdf?ysclid=lpki0u213p404536208> (дата обращения: 15.11.2022).
43. ПНД Ф 16.1:2.21-98 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «Флюорат-02». URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293799/4293799929.pdf?ysclid=lpki408uzf373020726> (дата обращения: 17.11.2022).
44. Почвенно-географическая база данных России. URL: <https://soil-db.ru/map?lat=55.7558&lng=37.6173>.
45. Почвенное картирование: учебно-методическое пособие // под ред. Б. Ф. Апарина, Г. А. Касаткиной - СПб.: Изд-во С.-Перерб. ун-та, 2012. С. 128.
46. РД 52.18.575–96 Методические указания. Определение валового содержания нефтепродуктов в пробах почвы методом инфракрасной спектроскопии. Методика выполнения измерений. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200036911?ysclid=lpki4uaxc3150282022> (дата обращения: 30.11.2022).

47. Самофалова, И. А. Химический состав почв и почвообразующих пород : уч. пособие // М-во с.-х. РФ, ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА». Пермь. 2009. С. 132.
48. СанПиН № 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы». URL: <https://gostrf.com/normadata/1/4294844/4294844917.pdf?ysclid=lpkjsbqw11464095774>.
49. Середина, В. П., Алексеева, Т. П., Сысоева, Л. Н., Трунова, Н. М., Бурмистрова, Т. И. Исследование процессов формирования органического вещества в нарушенных при угледобыче почвах // Вестник Томского государственного университета: журнал. 2012. № 1 (17). С. 18–31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-protssesov-formirovaniya-organicheskogo-veschestva-v-narushennyh-pri-ugledobyche-pochvah?ysclid=lpkipswpc2820369882>.
50. Современная Россия: географическое описание нашего Отечества : научно-популярное изд-е // Изд-во «Паулсен». Москва, 2020. С. 512.
51. Солонцева, Н. П. Геохимическая устойчивость природных экосистем к техногенным нагрузкам // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем – М.: Наука, 1982. С. 68–69.
52. Телесникова, В. М., Жуков, М. А. Проблемы устойчивости арктических почв и биоремедиации нефтезагрязнений – статья // Арктика 2035: актуальные вопросы, проблемы, решения, 2021. С. 6. URL: <https://www.arctic-today.ru/index.php/15-ekologiya-arktiki/299-problemy-ustojchivosti-arkticheskikh-pochv-i-bioremediatsii-neftezagryaznenij>.
53. Томашунас, В. М., Абакумов, Е. В. Содержание тяжелых металлов в почвах полуострова Ямал и острова Белый // Гигиена и санитария: научно-практич. журнал. 2014. Т. 93. № 6. С. 26–31. URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34045094>.
54. Тюрин, И. В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии // Научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и

62. Проектная документация, материалы изысканий и ОВОС – «Ремонтные дноуглубительные работы на акватории причальных сооружений Салмановского (Утреннего) нефтегазоконденсатного месторождения». 2017. С. 207.
63. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (издание 2-е): методические указания // А. В. Кузнецов, А. П. Фесюн, С. Г. Самохвалов, Э. П. Махонько – Москва: Центральный институт агрохимического обслуживания сельского хозяйства (ЦИНАО). 2019. С. 339. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200078918> (дата обращения: 28.11.2022).
64. Hopkins D., Wall K., Wilson C. Measured Concentrations of Metals and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Plants, Berries and Soil Located in the Oil Sands Region North of Fort McMurray, Alberta. 2014. P. 134. URL: [Measured Concentrations of Metals and... | ERA \(ualberta.ca\)](#). Дата публикации: 22 декабря 2014.
65. Yakovleva, E. V. et al. Polycyclic aromatic hydrocarbons in soils and lower-layer plants of the southern shrub tundra under technogenic conditions //Eurasian soil science. 2014. Т. 47. №. 6. С. 562–572. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Polycyclic-aromatic-hydrocarbons-in-soils-and-of-Yakovleva-Gabov/221cc6503314c92b47ddb6c8f66376c0dcc102be>.