

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Пермский государственный национальный исследовательский университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
и инновациям ПГНИУ



**Материалы по оценке воздействия на окружающую среду  
проекта по дополнению региональных нормативов допустимого  
остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах  
Пермского края, утвержденных постановлением Правительства  
Пермского края от 20.12.2018 № 813-п**

Разработан Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (ПГНИУ)

Руководитель работ д.г.н. С.А. Бузмаков

Ответственный исполнитель: к.г.н. Д.Н. Андреев

Исполнители: Кафедра биогеоценологии и охраны природы  
к.г.н. А.А. Зайцев  
к.г.н. С.А. Кулакова  
к.г.н. П.Ю. Санников  
к.т.н. Н.В. Костылева  
к.б.н. А.В. Назаров  
Е.А. Дзюба  
Ю.В. Хотяновская  
Д.Е. Сивков

Кафедра физиологии растений и микроорганизмов  
к.б.н. И.Е. Шестаков

Кафедра микробиологии и иммунологии  
академик РАН, д.б.н. И.Б. Ившина  
д.б.н. М.С. Куюкина  
к.б.н. А.А. Елькин

## Оглавление

1. Общие сведения .....	4
2. Пояснительная записка по обосновывающей документации .....	7
3. Нормативно-правовая база и методология проведения ОВОС .....	10
4. Цель и потребность реализации проекта.....	26
5. Описание альтернативных вариантов достижения цели намечаемой деятельности .....	33
6. Природно-климатические условия Пермского края.....	35
7. Почвенный покров Пермского края .....	49
8. Фоновое содержание нефти и нефтепродуктов в почвах .....	54
9. Антропогенная нагрузка на территорию Пермского края .....	58
10. Обоснование установления нормативов ДОСНП для почв Пермского края .....	68
11. Прогноз и оценка состояния почвенного покрова при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края.....	92
12. Прогноз и оценка состояния растительного покрова при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края.....	95
13. Прогноз и оценка состояния микробного сообщества при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края.....	99
14. Прогноз и оценка состояния животного мира при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края.....	102
15. Прогноз и оценка состояния атмосферного воздуха при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края.....	105
16. Прогноз и оценка состояния водной среды при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края.....	107
17. Прогноз и оценка санитарно-гигиенических последствий при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края.....	107
18. Прогноз и оценка состояния видов из Красной книги РФ и Пермского края при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края.....	111
19. Прогноз и оценка состояние ООПТ в Пермском крае при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края.....	114
20. Разработка природоохранных мероприятий при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края.....	120
Резюме.....	122
Библиография .....	128

## 1. Общие сведения

Материалы подготовлены на основании результатов оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) различных концентраций нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края на сопредельные среды.

Оценка воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду – процесс, способствующий принятию экологически ориентированного управленческого решения о реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности посредством определения возможных неблагоприятных воздействий, оценки экологических последствий, учета общественного мнения, разработки мер по уменьшению и предотвращению воздействий (Приказ Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. № 372).

Цели ОВОС и экологической экспертизы заключаются в предупреждении возможных неблагоприятных воздействий хозяйственной и иной деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы, а также в обеспечении реализации конституционных прав граждан России на информацию, благоприятную природную среду и экологическую безопасность.

Представляемые материалы оценки воздействия на окружающую среду проектных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почве (ДОСНП) подготовлены в соответствии с Федеральным законом от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей природной среды», Федеральным законом от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе»; Приказом Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. № 372 «Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации», Приказом Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации от 29 декабря 1995 года № 539 «Об утверждении «Инструкции по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности».

Исследования по оценке воздействия представляют собой сбор, анализ и документирование информации, необходимой для осуществления целей оценки воздействия (Приказ Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. № 372).

Допустимое остаточное содержание нефти и продуктов ее трансформации в почве (ДОСНП) – определенное по аттестованным в установленном порядке методикам содержание в почве нефти и продуктов ее трансформации после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ, при котором (Приказ

Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 12 сентября 2002 года № 574):

- исключается возможность поступления нефти и продуктов ее трансформации в сопредельные среды и на сопредельные территории;

- допускается вовлечение земельных участков в хозяйственный оборот по основному целевому назначению с возможными ограничениями (не природоохранного характера) режима использования или вводится режим консервации, обеспечивающий достижение санитарно-гигиенических нормативов содержания в почве нефти и продуктов ее трансформации или иных установленных в соответствии с действующим законодательством нормативных значений в процессе самовосстановления, т.е. без проведения дополнительных специальных ресурсоемких мероприятий.

Нормативы допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почве – установленные и введенные в действие на территории отдельного субъекта Российской Федерации значения допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах земельных участков, рекультивируемых под различные виды использования.

Нормативы ДОСНП устанавливаются для основных типов (подтипов) почв, распространенных на территориях субъектов Российской Федерации, с учетом зонально-биоклиматических и ландшафтно-литологических факторов, в том числе гранулометрического состава и строения почвенного профиля, категории и вида использования земель, а также химического состава нефтей и продуктов их трансформации (Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 12 сентября 2002 года № 574).

**Цель работы:** проведение оценки воздействия на окружающую среду проекта по дополнению региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края, утвержденных постановлением Правительства Пермского края от 20.12.2018 № 813-п.

**Задачи:**

- привести пояснительную записку по обосновывающей документации;
- описать антропогенную нагрузку на территорию Пермского края, природно-климатические условия и почвенный покров региона;
- оценить фоновое содержание нефти и нефтепродуктов в почвах Пермского края;
- обосновать предлагаемые дополнения нормативов ДОСНП для почв Пермского края;

- выполнить прогноз и оценку состояния компонентов окружающей среды при внедрении новых нормативов ДОСНП для почв Пермского края:
  - 1) почвенного покрова;
  - 2) растительного покрова;
  - 3) микробного сообщества;
  - 4) животного мира;
  - 5) атмосферного воздуха;
  - 6) водной среды;
  - 7) рисков для человека
  - 8) состояние видов из красной книги РФ и Пермского края;
  - 9) состояние особо охраняемых природных территорий в Пермском крае;
  - 10) разработать природоохранные мероприятия при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края.

Результатом выполнения ОВОС должно стать принятие обоснованного решения о возможности применения нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почве после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Пермского края с позиций экологической безопасности, наименьшего воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

Представленные Материалы обосновывают безопасные нормативные значения остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Пермского края с учетом категорий земель.

## 2. Пояснительная записка по обосновывающей документации

Оценка воздействия на окружающую среду нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края выполнена на основе анализа установленных значений ДОСНП в рамках научно-исследовательской работы (НИР) «Разработка проекта по дополнению региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края, утвержденных постановлением Правительства Пермского края от 20.12.2018 № 813-п».

Описание НИР:

1. Разработка материалов по обоснованию региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края.
2. Прогноз последствий дополнения региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации (ДОСНП) на территории Пермского края с целью изучения их влияния на окружающую среду.
3. Разработка и реализация лабораторных экспериментов для обоснования нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края, в том числе:
  - использование вегетационного хронического эксперимента в соответствии с ГОСТ Р ИСО 22033-2009. В качестве тест-объектов использовать два вида растений – пшеницу яровую (*Triticum vulgare*) и горох посевной (*Pisum sativum*);
  - биотестирование на тест-объектах *Daphnia magna* и *Chlorella vulgaris*.
  - определение токсичности загрязненных нефтью почв, их влияния на окружающую среду. Количественная оценка экологического риска для объектов окружающей среды;
  - расчеты концентрации остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почве, которая не влияет на процессы самоочищения и почвенный микробоценоз:
    - по показателям фитотоксичности;
    - по поступлению в сопредельные среды:
      - 1) в подземные и поверхностные воды в количестве, не превышающем нормативы для водоемов;
      - 2) в атмосферный воздух в количестве, не превышающем нормативы.

Оценка воздействия на окружающую среду норматива ДОСНП в почвах Пермского края выполнена в соответствии с Положением об ОВОС (Приказ Госкомэкологии от 16

мая 2000 г. № 372), Федеральным Законом от 10.01.2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды», Инструкцией по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности (Приказ Минприроды России от 29 декабря 1995 года N 539).

Материалы ОВОС выполнены для стадии – проект нормативно-технического документа.

При подготовке проекта норматива ДОСНП в почвах Пермского края проведение оценки воздействия на окружающую среду осуществляется поэтапно:

- научный обзор существующих методических подходов к нормированию содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах, изучение нормативно-правовой базы;
- проведение полевых изысканий, лабораторных исследований, модельных экспериментов для установления допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края;
- подготовка материалов по оценке воздействия проектируемого норматива ДОСНП в почвах Пермского края.

Научный обзор проведен на основе опубликованных и фондовых материалов, официальных баз данных о состоянии природной среды в рассматриваемом регионе, анализа литературных источников. В ходе выполнения научного обзора собрана информация:

- методические подходы и нормативно-правовой база к нормированию содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах;
- антропогенная нагрузка и состояние окружающей среды на территории Пермского края, наиболее уязвимые ее компоненты, которые могут подвергнуться воздействию;
- природно-климатические условия и почвенный покров Пермского края;
- фоновое содержание нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края.

Результаты проведения полевых изысканий, лабораторных исследований, модельных экспериментов представлены в разделе «Обоснование установления нормативов ДОСНП для почв Пермского края».

На основании научного обзора и результатов установления нормативов ДОСНП разработаны материалы ОВОС, которые представляются для обсуждения общественностью и заинтересованными сторонами с целью получения предложений и замечаний. Специальные требования об обязательности и формах участия общественности в процедуре проведения оценки воздействия установлены «Положением



об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации» (Приказ Госкомэкологии от 16 мая 2000 г. № 372) и исполняются в соответствии с ним.

К наиболее значимым потенциальным воздействиям на окружающую среду остаточного содержания нефтепродуктов в почвах, относятся:

- нарушение морфологических, физических, химических и биологических свойств почв, что приводит к потере плодородия и их отчуждения из землепользования, загрязнению водоемов, атмосферного воздуха, грунтовых вод, грунтов и негативным влиянием на живые организмы;
- утрата почвами способности выполнять экологические функции;
- токсическое или стимулирующее действие углеводов и других веществ, содержащихся в нефти, на растения, в т.ч. на виды, включенные в Красную книгу;
- воздействие на почвенные микроорганизмы, обусловленные прямым токсическим эффектом, модификационным изменением свойств почвы, тем, что нефть и продукты ее разложения являются субстратом для многих микроорганизмов, а также физическим действием углеводов на клеточные мембраны, приводящим к изменению их структуры, толщины, текучести и в конечном итоге к нарушению физиологических свойств мембран;
- трансформация наземных экосистем при эксплуатации месторождений нефти – последовательная и цикличная смена их состояний деградиационного и восстановительного направления, обратимого (зонального) и необратимого (азонального) характера, возникающая в результате взаимодействия загрязнителей, биотопа и биотических компонентов, обусловленная постоянным и/или периодическим воздействием техногенных факторов.

В связи с этим, при выполнении ОВОС, сделан прогноз и оценка состояния основных компонентов окружающей среды при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края.

### **3. Нормативно-правовая база и методология проведения ОВОС**

#### **Нормативно-правовая база ОВОС**

Конституция РФ (1993) определяет общие принципы законодательных актов по использованию природных ресурсов и охране окружающей среды. Она также гарантирует право каждого гражданина на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию об ее состоянии, а также на компенсацию ущерба своему здоровью или имуществу в результате экологических нарушений (Статья 42).

Основным правовым актом, регламентирующим экологические процедуры в РФ, является Федеральный закон «Об охране окружающей среды». Закон РФ «Об охране окружающей природной среды» (№ 7-ФЗ от 10.01.2002 г.) требует (статья 32), чтобы при подготовке проектных решений для всех видов намечаемой хозяйственной деятельности, которая может оказать прямое или косвенное воздействие на окружающую среду, была выполнена оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС).

Принципы ОВОС закреплены в Законе «Об охране окружающей природной среды», основными среди них являются: принцип обязательности; научной обоснованности; широкой гласности и участия общественности; презумпции потенциальной экологической опасности и приоритета экологической безопасности; комплексности оценки; достоверности и полноты информации; ответственности.

Согласно Постановлению правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 результаты ОВОС являются составной частью проектной документации (раздел «Перечень мероприятий по охране окружающей среды»).

Положение об ОВОС (Приказ Госкомэкологии России № 372 от 16.05.2000 г.) устанавливает необходимость проведения инициатором (заказчиком) намечаемой деятельности общественных слушаний или обсуждения в средствах массовой информации проектных и иных предложений для того чтобы дать возможность общественности в районах, затрагиваемых деятельностью, принять участие в процедурах оценки.

Степень детализации и полноты ОВОС определяется исходя из особенностей намечаемой хозяйственной и иной деятельности, и должна быть достаточной для определения и оценки возможных экологических и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации намечаемой деятельности.

Единые экологические требования к содержанию нормативной и инструктивно-методической документации, предпроектных и проектных материалов, экологических обоснований лицензий (разрешений) на природопользование и сертификатов, представляемых на государственную экологическую экспертизу установлены

Инструкцией по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности (Приказ Минприроды России от 29 декабря 1995 года N 539).

### **Методология проведения ОВОС**

Оценка воздействия проектируемого норматива на окружающую среду выполнена с использованием методических рекомендаций, инструкций и пособий, регламентированных российским экологическим законодательством; нормативными правовыми актами в области регулирования природопользования и охраны окружающей среды.

В настоящем томе ОВОС сравниваются экологические последствия двух альтернативных подходов: при внедрении нормативов ДОСНП и отказе от их внедрения.

Для определения уровня воздействия проектируемых нормативов ДОСНП на окружающую среду проведен комплекс исследований:

#### *Вегетационный хронический эксперимент*

Вегетационный хронический эксперимент проводился в лаборатории экологии и охраны природы кафедры биogeоценологии и охраны природы географического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета с 15 сентября по 27 декабря 2019 года. Вегетационные опыты проводили в соответствии с ГОСТ Р ИСО 22030-2009.

В качестве тест-объектов использовали четыре вида растений – пшеницу мягкую (*Triticum aestivum* L.) и кресс-салат посевной (*Lepidium sativum* L.), для установления нормативов допустимых концентраций нефти и нефтепродуктов для почв сельскохозяйственного значения, а также ель сибирскую (*Picea obovata* Ledeb.) и сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris* L.) – для почв лесного фонда. Семена растений предварительно калибровали. Всхожесть семян составляла не менее 95%. Количество повторностей каждого варианта – 4.

Отобранные для эксперимента почвы были доведены до воздушно-сухого состояния, после чего из образцов почв были удалены все крупные включения (остатки растительности, мелкие камни и пр.). Почвы перетирались в ступке и просеивались в сите с диаметром отверстий 1 мм.

После подготовки почва расфасовывалась в пластиковые контейнеры по 400 г. Всего для одного растения подготавливалось 20 контейнеров с почвой (по 4 повторности каждой концентрации): контрольная проба, и загрязнённые пробы, в которые вносилась

нефть (1, 2, 3 и 5 г/кг). После добавления нефти почва тщательно и равномерно перемешивалась.

Вода добавлялась вручную на поверхность почвы до 60% полной влагоемкости, учитывая влагоемкость каждого типа почв.

В эксперименте использовались пластиковые полиэтиленовые сосуды, вмещающие 400 г почвы при поверхности почвы 73,5 см. В каждый сосуд высаживалось по 10 семян одного вида растений. Семена растений предварительно калибровали. Количество повторностей каждого варианта – 4. Концентрация внесенной нефти в почвы составляла 0; 1; 2; 3 и 5 г/кг.

Испытания проводились в камере для прорастания с использованием флуоресцентные лампы. Применялись лампы, изготовленные специально для выращивания растений. Режим освещения: 16-часовой световой день при интенсивности света (13000±2000) люкс с восемью часами темноты. Температура – (23±3) °С.

В ходе эксперимента регулярно контролировалось поддержание требуемого уровня влажности в сосудах. Основным критерием являлось сохранение растений здоровыми (без признаков увядания). Для полива использовалась деминерализованная вода.

Температура, освещенность и влажность воздуха в зоне инкубации измерялись и записывались в журнал через короткие интервалы времени (не реже двух раз в сутки). Для поддержания наилучших условий произрастания использовался увлажнитель воздуха.

Для предотвращения влияния неравномерного освещения, температуры, влажности или вентиляции на рост тест-растений пластиковые полиэтиленовые сосуды не реже двух раз в неделю переставлялись случайным образом через равные промежутки времени.

Через 2 недели, 1 месяц и 2 месяца измерялись масса растений (надземной и подземной части, общую), длина корней, стеблей, у пшеницы длина верхушечного листа, количество цветков, плодов, масса плодов на одном растении.

Согласно ГОСТ Р ИСО 22033-2009 измерения проводят через 2 недели и во время плодоношения растений (через 1,5-2 месяца). Через 2 недели были проведены измерения показателей у всех растений, кроме сосны, которая на данный момент не достигла необходимого роста. Через 1 месяц были измерены показатели у кресс-салата, сосны и ели. Через 2 месяца были измерены показатели у пшеницы, у которой образовались плоды, а также у ели.

Согласно МР 2.1.7.2297-07 в качестве критерия фитотоксического действия поллютанта использовано снижение фитопродуктивности растений на 20% и более относительно контрольных вариантов. Для этого в соответствии с ГОСТ Р ИСО 22033-2009 определяли действующие концентрации (ДК) нефтепродуктов в почве, приводящие к

20% (ДК20) снижению измеренных параметров тест-объектов. Для поиска значений ДК20 использовался графический метод, при этом значение величины достоверности аппроксимации (R2) должно быть выше 0,75. При расчете ДК20 были использованы измеренные концентрации нефти в почве. Характеристика внесенной нефти представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Характеристика внесенной нефти

№	Наименование показателя	Метод испытания	Результат испытания
1	Температура нефти при условиях измерения объема, °С		-
2	Давление нефти при условиях измерения объема, МПа		-
3	Плотность нефти при температуре и давлении в условиях измерений объема, кг/м <sup>3</sup>	МИ 2153-01 ГОСТ3900	-
4	Плотность нефти при 20 ОС, кг/м <sup>3</sup>	ГОСТ 3900-85	872,0
5	Плотность нефти при 15 °С, кг/м <sup>3</sup>	ГОСТ 3900-85	-
6	Объемная доля воды, %	ГОСТ 2477-65	0,30
7	Массовая концентрация хлористых солей, мг/дм <sup>3</sup>	ГОСТ 21534-76	303,5
8	Массовая доля механических примесей, %	ГОСТ 6370-83	0,0066
9	Массовая доля серы, %	ГОСТ 1437-75	2,20
10	Давление насыщенных паров, кПа (мм рт.Ст.)	ГОСТ 1756-00	-
11	Выход фракции, -при температуре до 200°С		25,0
	% -при температуре до 300° С		43,0
12	Массовая доля парафина, %	ГОСТ 11851-85	1,69
13	Массовая доля сероводорода, млн <sup>-1</sup> (ppm)	МВИМ-02/2005	-
14	Массовая доля метил- и этилмеркаптанов в сумме, млн-1 (ppm)	ASTM D4929-99	-
15	Массовая доля органических хлоридов, млн-1 (ppm)	ГОСТ Р50802-95	-
16	<b>Вязкость кинематическая при, мм<sup>3</sup>/с</b>	ГОСТ 33	15,520 6,306
	<b>20,0°С</b>		
	<b>50,0°С</b>		
17	<b>Выход фракций, %:</b>	ГОСТ 2177-99 (метод Б)	25 43
	<b>до 200°С</b>		
	<b>до 300°С</b>		
18	<b>Массовая доля парафина, %</b>	МВИ 02-05-08	1,69
19	<b>Массовая доля асфальтенов, %</b>	МВИ 01-12-81	1,46
20	<b>Массовая доля смол, %</b>		16,5

Место отбора нефти – Соловатовское нефтяное месторождение, расположенное на территории Уинского муниципального района Пермского края.

### Биотестирование

**Биотестирование на тест-объекте *Chlorella vulgaris*** проводилось по методике, допущенной для целей государственного экологического контроля: «Токсикологические методы контроля. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления».

Токсичность оценивали по снижению на 20% и более (подавление роста) или увеличению на 30% и более (стимуляция роста) величины оптической плотности культуры водоросли (ОП), выращиваемой в течении 22 ч на тестируемой среде по сравнению с ее ростом на контрольной среде, приготовленной на дистиллированной воде.

Для каждой пробы высчитывалась величина токсичной кратности разбавления (ТКР), которая представляет собой кратность разбавления при которой токсический эффект отсутствует.

Для расчета ТКР использовалась формула (стимуляции роста 30% и выше):

$$\text{ТКР} = 10^{\frac{(lgP_6 - lgP_m) \times (I_m - 0,3)}{I_m - I_6}} + lgP_m$$

где,  $P_6$  – величина разбавления (наибольшая), при которой индекс отклонения был ниже критерия токсичности;  $P_m$  – величина разбавления (меньшая), при которой индекс отклонения был выше критерия токсичности;  $I_6$  и  $I_m$  – величины соответствующих этим разбавлениям индексов  $I$ , выраженные в долях. В качестве  $P_6$  и  $P_m$  используется та пара наибольших разбавлений, между которыми имеет место переход индекса  $I$  величины установленного критерия токсичности.

$$I = \frac{D_k - D_0}{D_k} \times 100$$

где,  $D_k$  и  $D_0$  - средние значения оптической плотности в контроле и в опыте, соответственно.

**Биотестирование на тест-объекте *Daphnia magna*** проводилось по методике, допущенной для целей государственного экологического контроля: «Токсикологические методы контроля. Методика измерений количества *Daphnia magna* Straus для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления». Методика основана на определении смертности дафний при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой пробе, по сравнению с контрольной культурой в среде, не содержащей

токсических веществ. Количество живых и мертвых дафний определялось методом прямого счета.

Культура дафний выращивалась в климатостатах Р-2 и В-3, которые обеспечивают поддержание искусственного освещения (1200-2500) лк, 12-ч световой и ночной периоды и температуру (20±1)оС.

Об остром токсическом действии исследуемой водной вытяжки из почв на дафний судили по их смертности (летальности) за определенный период экспозиции. Критерием острой токсичности служила гибель 50% и более дафний за 48 ч в исследуемой пробе при условии, что в контрольном эксперименте все рачки сохраняют свою жизнеспособность.

Для каждой пробы высчитывалась безвредная кратность разбавления вытяжки, при которой вызвана гибель не более 10% тест-объектов за 48-ч экспозицию (БКР10-48, формула б).

Для определения острой токсичности исследуемой вытяжки по формуле рассчитывался процент погибших в тестируемой вытяжке дафний (А, %) по сравнению с контролем.

$$A = \frac{\bar{X}k - \bar{X}t}{\bar{X}k} \times 100\%$$

где,  $\bar{X}k$  – количество выживших дафний в контроле (среднее значение их трех параллельных определений);  $\bar{X}t$  – количество выживших дафний в тестируемой вытяжке (среднее значение их трех параллельных определений).

При этом, если  $A \leq 10\%$ , то вытяжка не оказывает острого токсического действие. При  $A \geq 50\%$  вытяжка оказывает острое токсическое действие. Если значение находится в следующем интервале:  $10\% \leq A \leq 50\%$ , то вытяжка оказывает токсическое действие, но оно не является острым.

$$\text{БКР}_{(10-48)} = 10^{\frac{(lgPб - lgPм) \times (Aм - 0,1)}{Aм - Aб}} + lgPм$$

где, Рб – величина разбавления (наибольшая), при которой процент погибших дафний в тестируемой вытяжке (А) был ниже 10%; Рм – величина разбавления (наименьшая), при которой процент погибших дафний в тестируемой вытяжке (А) был выше 10%; Аб и Ам – величины А, соответствующие этим разбавлениям, выраженных в долях единицы. В качестве Рб и Рм берется та пара наибольших разбавлений, между которыми имеет место переход величины смертности 10%.

С целью установление допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почве после рекультивационных работ проводилось биотестирование почв, загрязненных нефти и продуктов ее трансформации в различной концентрации.

Биотестирование проводилось для торфяных, дерново-подзолистых и подзолов. Для торфяных почв исследовались следующие концентрации нефтепродуктов: 1 г/кг, 5 г/кг, 15 г/кг, 50 г/кг и фоновая проба, которая не подвергалась нефтяному загрязнению. Для дерново-подзолистых и подзола были установлены следующие концентрации: 1 г/кг, 2 г/кг, 3 г/кг, 5 г/кг и фоновая проба, которая не подвергалась нефтяному загрязнению. В итоге анализировалось по 5 почвенных проб разных типов.

#### Определение миграционного водного показателя вредности нефти и продуктов ее трансформации

Определение миграционного водного показателя вредности нефти и продуктов ее трансформации в почве проводили в соответствии со следующими нормативными и методическими документами:

- ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.
- ГОСТ 17.4.4.02-84. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
- СТ СЭВ 4470-84 Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.
- МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест.
- МУ № 4266-87. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами.

Эксперименты проводили в стеклянных фильтрационных колонках диаметром 8,0 см и длиной 50 см, заполненных материалом поверхностных горизонтов аллювиальной кислой почвы, отобранной на пойменном участке типичном для Пермского края. В почву вносили нефть, отобранную на нефтяном Соловатовском месторождении Пермского края ( $\rho=0,872$  г/см<sup>3</sup>) в концентрациях 1, 2, 3 и 5 г/кг почвы.

Предварительно почву просушивали в хорошо вентилируемом помещении в течение 14 дней при комнатной температуре на рассеянном свете. Из почвы были удалены все крупные включения (камни, корни растений и пр.), затем материал просеивали через сито с диаметром отверстий 3 мм.

Влажность почвы определяли методом высушивания в бюксах с крышками. В предварительно высушенные и взвешенные на аналитических весах алюминиевые бюксы помещали по 5,0 г почвы и ставили открытыми на верхнюю полку сушильного шкафа. Высушивание проводили до постоянного веса бюксов с почвой при температуре 105°C. Первоначально сушили 3 часа, затем бюксы вынимали и помещали в эксикатор для



охлаждения. Охлажденные бюксы взвешивали, после взвешивания бюксы с почвой сушили еще 2 часа, охлаждали и снова взвешивали. Высушивание повторяли до тех пор, пока вес бюксов с почвой не становился постоянным или не увеличивался за счет окисления органических веществ почвы. В этом случае за постоянный вес принимали наименьший вес почвы. Определение проводили в трех повторностях. Содержание гигроскопической воды в почве вычисляли по формуле:

$$W = (A - B) / (B - C) \cdot 100$$

$$K = (100 + W) / 100$$

W – влажность почвы (%);

A – вес сырой почвы + вес бюкса (г);

B – вес высушенной почвы + вес бюкса (г);

C – вес бюкса (г);

K – коэффициент пересчета;

A-B – вес испарившейся воды (г);

B-C – вес сухой почвы (г).

Влагоемкость почвы определяли лабораторным методом трубок, для чего образец почвы помещали в колонку, которую ставили в высокий стакан с водой так, чтобы уровень воды был на уровне почвы в трубке в течение всего опыта. На дно трубки клали 4 фильтра. Трубку с почвой первоначально выдерживали в воде в течение 2 ч, после чего ее осторожно вынимали, слегка обтирали полотенцем и взвешивали. Затем снова ставили трубку в воду на 1 ч и снова взвешивали. Процедуру повторяли до тех пор, пока не были получены близкие величины взвешивания. После насыщения почвы расчет вели так же, как и при определении капиллярной влагоемкости.

A - масса взятого образца;

Б - цилиндр с почвой (m);

B - масса влажной почвы= Б-С, где С – масса пустого цилиндра;

W – влажность почвы.

Зная влажность почвы вычисляли абсолютно сухую массу почв  $p_c$ .

$$p_c = A \cdot 100 / (100 + W),$$

Масса воды в почве при ее влагоемкости равна:  $B - p_c = \alpha$  (г);

Полная влагоемкость сухой почвы (в %):

$$OB = \alpha \cdot 100 / p_c$$

Полную влагоемкость почвы вычисляли в весовых, объемных % и в мм. Если воду подавать снизу, то после капиллярного насыщения образца до постоянной массы можно таким же образом установить капиллярную влагоемкость почвы (Вадюнина и др., 1986).

На дно колонок помещали фильтры из стекловолокна, в каждую фильтрационную колонку вносили послойно 4 порции почвы, уплотняя их до достижения плотности почвы (1,2-1,4 г/см<sup>3</sup>), близкой к естественным условиям. Затем устанавливали необходимую влажность почвы (на уровне 60% от полной влагоемкости) и вносили нефть в исследуемых концентрациях. В связи с определенными трудностями внесения низких (1-5 г/кг) концентраций нефти в почвенную колонку, нефть предварительно вносили в сухую почву, тщательно перемешивали и увлажняли до достижения необходимой влажности, а затем вносили послойно в колонки и уплотняли.

Через фильтрационные системы пропускали дистиллированную воду в количестве, равном среднегодовой норме осадков по Пермскому краю (610 мм), порциями по 100 мл в течение 4 недель при температуре 20-22°C. Внесение воды в почву производили медленно, чтобы избежать пристеночных промывов между стенкой колонки и пристеночным слоем почвы. Собирали фильтраты (100 мл) из колонок и проводили определение в них концентрации нефтепродуктов ИК-фотометрическим методом после экстракции четырёххлористым углеродом (РД 52.24.476-2007).

Все эксперименты проводили в трех повторностях, используя параллельные почвенные колонки. Определение допустимой концентрации нефтепродуктов в почве по миграционному водному показателю вредности проводили путем сравнения концентрации нефтепродуктов в фильтрационной воде с ПДК для воды в водоемах санитарно-бытового пользования (0,3 мг/л) и рыбохозяйственного назначения (0,05 мг/л).

#### Определение содержания в почве нефти и продуктов ее трансформации

Методики, по которым проводилось лабораторное определение содержания нефти и нефтепродуктов в почве, включены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, Государственный реестр методик количественного химического анализа, Федеральный перечень методик (РД 52.18.595-96 «Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей среды») и допущены к использованию Роспотребнадзором для определения химических веществ в объектах окружающей среды.

Отбор почвенных образцов и подготовку почв к анализу проводили в соответствии с ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от

загрязнения, подготовку почв к анализу – ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.

**Определение массовой доли нефтепродуктов гравиметрическим методом.**

Определение остаточного содержания нефтепродуктов в почве проводили гравиметрическим методом в соответствии с основными требованиями, изложенными в действующих в Российской Федерации нормативных и методических документах:

- ГОСТ 17.4.3.03-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
- РД 52.18.647-2003 Определение массовой доли нефтепродуктов в почвах. Методика выполнения измерений гравиметрическим методом.
- ПНД Ф 16.1.41-04 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почв гравиметрическим методом.
- ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3:3.64-10 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, осадков сточных вод, отходов производства и потребления гравиметрическим методом.

Определение массовой доли нефтепродуктов гравиметрическим методом основано на их экстракции из образца воздушно-сухой почвенной пробы хлороформом, отделении от полярных соединений методом колоночной хроматографии после замены растворителя на гексан и количественном определении путем взвешивания после упаривания растворителя. Данная методика обеспечивает получение результатов анализа с погрешностью, не превышающей значений, приведённых в таблице 3.2.

Ход определения. Навеску нефтезагрязненной почвы (10 г), взвешенную на аналитических весах, метрологические характеристики которых соответствуют ГОСТ 24104-2001, помещали в колбу вместимостью 150 см<sup>3</sup>, смачивали хлороформом до влажного состояния. Затем несколько раз проводили экстракцию путём добавления 10-15 см<sup>3</sup> хлороформа до получения в последней порции бесцветного экстракта. Время проведения каждой экстракции составляло 5-10 мин. Экстракты фильтровали в коническую колбу через фильтр «красная лента». Остаток в колбе, где проводилась экстракция, промывали 5 см<sup>3</sup> хлороформа. Объединенный хлороформный экстракт выпаривали с помощью роторного испарителя, осадок растворяли в 5-10 см<sup>3</sup> гексана. Полученный раствор пропускали через хроматографическую колонку с оксидом алюминия, предварительно подготовленную в соответствии с разделами 8.3-8.4 ПНД Ф 16.1:2:2.2:2.3:3.64-10, для удаления полярных соединений. После того, как над оксидом

алюминия оставался слой раствора 1-2 см<sup>3</sup>, колонку промывали 2-3 порциями гексана (по 2-3 см<sup>3</sup>). Прошедший через слой оксида алюминия раствор собирали в заранее взвешенный и доведенный до постоянного веса стаканчик. Гексан испаряли в токе воздуха при комнатной температуре. После полного удаления гексана стаканчик взвешивали на аналитических весах, выдерживали в течение получаса в лаборатории и повторно взвешивали до достижения постоянной массы.

Таблица 3.2 – Диапазон измерений, значения показателей точности, повторяемости и воспроизводимости

Диапазон измерений	Показатель повторяемости (относительное значение среднеквадратического отклонения повторяемости), $\sigma_r$ , %	Показатель воспроизводимости (относительное значение среднеквадратического отклонения воспроизводимости при $n = 1$ ), $\sigma_{\bar{x}}$ , %	Показатель воспроизводимости (относительное значение среднеквадратического отклонения воспроизводимости при $n = 2$ ), $\sigma_{\bar{x},2}$ , %	Показатель точности 1 (границы относительной погрешности при вероятности $P = 0,95$ и $n = 1$ ), $\pm\delta$ , %	Показатель точности 2 (границы относительной погрешности при вероятности $P = 0,95$ и $n = 2$ ), $\pm\delta_{\text{ср}}$ , %
Почвы, грунты, донные отложения, илы, осадки сточных вод (млн-1, массовая доля)					
От 20 до 100	17	20	19	40	38
Св. 100 до 50000	11,5	15	13,5	30	27
Отходы (% массовая доля)					
От 0,02 до 1	18	22,5	21	45	42
Св. 1 до 100	13	17,5	16	35	32

Примечание -  $n$  - количество результатов параллельных определений, необходимых для получения окончательного результата измерений.

1 Соответствует относительной расширенной неопределенности с коэффициентом охвата  $k = 2$  и  $n = 1$ .

2 Соответствует относительной расширенной неопределенности с коэффициентом охвата  $k = 2$  и  $n = 2$ .

Определяли массу нефтепродуктов  $(A1 - A2) = A$  по разности массы стаканчика с остатком (A1) и пустого стаканчика (A2).

Содержание нефтепродуктов (X, г/кг почвы) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{A}{B}$$

где A - найденное количество нефтепродуктов, мг;

B - навеска образца, взятая для анализа, г.

Вычисляли среднее арифметическое 3-х параллельных измерений и значение доверительного интервала  $\pm\Delta x$ .

Проверку приемлемости результатов измерений, полученных в условиях повторяемости (сходимости), осуществляли в соответствии с требованиями раздела 5.2 ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002.

Контроль качества результатов анализа при реализации методики в лаборатории предусматривал:

- оперативный контроль процедуры анализа (на основе оценки погрешности при реализации отдельно взятой контрольной процедуры);
- контроль стабильности результатов анализа (на основе контроля стабильности среднеквадратического отклонения повторяемости, среднеквадратического отклонения внутрилабораторной прецизионности, погрешности).

Методика определения остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почве для оценки экологического риска

Поскольку оценка экологического риска от воздействия загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами должна проводиться с учетом максимально возможного содержания потенциально опасных факторов в исследуемой среде (Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду), при определении остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почве гравиметрическим методом использовали методику теплой хлороформенной экстракции общего битумоида, осуществляемой с помощью лабораторной системы экстракции Buchi В-811 (Швейцария) в режиме «Soxhlet Warm – теплый Сокслет». Данный метод теплой экстракции хлороформом обеспечивает максимально полное извлечение всех компонентов нефти, в том числе ароматических и кислородсодержащих гетероциклических соединений, и рекомендован для определения остаточного содержания нефтепродуктов в почвогрунтах и донных осадках (Другов, Ю. С. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов: Практическое руководство / Другов Ю.С., Родин А.А., - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: БИНОМ. ЛЗ, 2017. - 270 с.). При этом дополнительно извлекаются кислородсодержащие соединения, входящие в состав нативного органического вещества почвы и продуктов трансформации нефтепродуктов. Остаточное содержание нефтепродуктов в почве рассчитывали по разнице концентраций хлороформенного битумоида в нефтезагрязненной и контрольной (без внесения нефти) почве.

Определение структурно-группового состава нефти проводили после фракционирования полученного хлороформенного экстракта с помощью флеш-хроматографии (Sepacore С601/610, Buchi, Швейцария). Количественный анализ индивидуальных углеводородных компонентов осуществляли хромато-масс-спектрометрическим методом с использованием ГХ-МС Agilent 6890N (США) в соответствии с ПНД Ф 16.1.38-02, ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.79-2013 (НДП 30.5.102-2011),

ПНД Ф 16.1.2.2.2:3.81-2013 (МУ 03/2012). Дополнительно проводили определение полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) с помощью высокоэффективного жидкостного хроматографа LC Prominence (Shimadzu, Япония), оборудованного колонкой с обращено-фазовым сорбентом Discovery C18® и ультрафиолетовым детектором RF-10A XL (Shimadzu, Япония). Полученные данные использовали для расчета концентраций приоритетных углеводородных загрязнителей при оценке экологического риска.

#### Методика расчета экологического риска

Прогностический расчет экологического риска, обусловленного загрязнением почв разного типа (дерново-поздолистой, дерново-карбонатной, светло-серой, темно-серой и пойменной) нефтью из месторождения Пермского края ( $\rho=872,0$  кг/м<sup>3</sup>) при условии соблюдения предлагаемых нормативов ДОСНП, осуществляли в соответствии со следующими нормативными и методическими документами:

ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска.

Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.

ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

ГН 2.1.6.1339-03 Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

ГН 2.1.5.1316-03 Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

ГН 6229-91 Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимые количества (ОДК) химических веществ в почве.

ГН 1.1.725-98 Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека.

ГН 1.2.1841-04 Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека. Дополнения и изменения к ГН 1.1.725-98.

Исходя из химического состава данной нефти, выбирали приоритетные углеводородные загрязнители, для которых расчетным методом определяли

прогнозируемые усредненные концентрации в почве при экспериментально определенном уровне нефтезагрязнения.

Для количественной оценки риска для здоровья населения от воздействия компонентов нефтяного загрязнения почвы использовали компьютерную программу «Модульная система расчета воздействия углеводородного загрязнения на здоровье людей» (Свид-во о гос. регистр. программ для ЭВМ № 2012618687, правообладатель - ПГНИУ). С использованием программы оценивали риск воздействия данных углеводородных загрязнителей в отношении двух экспонируемых рецепторов: взрослого и ребенка, подвергающихся максимально возможному воздействию нефтезагрязненной почвы в течение жизни. Выбирали наиболее полный сценарий экспозиции – максимальное число маршрутов воздействия и воздействующих сред (почва, атмосферный воздух, вода для ирригации, продукты питания) различными путями воздействия (дыхание, потребление в пищу, контакт с кожей). Для расчета риска использовали рекомендуемые стандартные значения факторов экспозиции (Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду). Исходные параметры для расчета риска: продолжительность воздействия – 50 лет, количество воздействий в год для взрослого и ребенка – 356.

При расчете интегрального индекса опасности и уровня канцерогенного риска использовали следующие показатели референтных доз и концентраций: (1) референтные концентрации нефтяных углеводородов для острых ингаляционных воздействий; (2) референтные концентрации нефтяных углеводородов для хронического ингаляционного воздействия; (3) референтные дозы нефтяных углеводородов при хроническом пероральном поступлении; (4) факторы канцерогенного потенциала нефтяных углеводородов.

При отсутствии референтной концентрации в качестве ее эквивалента применяли принятые в РФ предельно допустимые концентрации (ПДК) или максимальные недействующие дозы (МНД) и концентрации (МНК) нефтяных углеводородов, установленные по прямым эффектам на здоровье: в воде водоемов - по санитарно-токсикологическому признаку вредности, в атмосферном воздухе населенных мест - по резорбтивным и рефлекторно-резорбтивным эффектам.

#### Микробиологическое исследование почвы, экспериментально загрязненной нефтью

Цель – изучить динамику численности и разнообразия эколого-трофических групп бактерий в почвах разного типа при дифференцированном нефтяном загрязнении.

Определение количества клеток производили высевом на плотные питательные среды. В основе метода лежит принцип Коха, согласно которого каждая колония является потомством одной клетки. Разведения образцов воды готовят в стерильной минеральной среде K1, с коэффициентом разведения 10. Стерильную среду разливают по 9 мл в стерильные пробирки. Затем в первую пробирку вносят 1 г исследуемого образца почвы. Полученное разведение тщательно перемешивают и далее последовательно переносят по 1 мл. Всего готовили 9 разведений.

Суспензию (0,1 мл) высевали поверхностным способом на агаризованную среду, соответствующую исследуемой эколого-трофической группе. Высев производили из всех разведений в трехкратной повторности. После посева чашки помещали в термостат при +22°C.

Подсчет колоний производили через 14 суток инкубации, не открывая чашки Петри (Веслополова, 1995). Количество клеток в 1 мл исследуемого образца воды вычисляли по формуле  $M = a \times 10n/V$ , где  $M$  – количество клеток в 1 мл,  $a$  – среднее число колоний, выросших после посева из данного разведения,  $V$  – объем суспензии, взятый для посева, мл,  $10n$  – коэффициент разведения.

Описание морфотипов осуществляли согласно общепринятым методикам.

Среды, для эколого-трофических групп микроорганизмов:

Для выделения и роста нефтеокисляющих бактерий использовали минеральную среду K1 следующего состава (г/л):  $K_2HPO_4 \times 3H_2O$  – 4,0;  $NaH_2PO_4 \times 2H_2O$  – 0,4;  $(NH_4)_2SO_4$  – 0,5;  $MgSO_4 \times 7H_2O$  – 0,15;  $Ca(NO_3)_2 \times 4H_2O$  – 0,01;  $NaMoO_4 \times 2H_2O$  – 0,18,  $FeSO_4 \times 7H_2O$  – 1,98, дополненную 1 мл/л раствора микроэлементов, содержащего (г/л): ЭДТА – 2,50,  $ZnSO_4 \times 2H_2O$  – 10,95,  $FeSO_4 \times 7H_2O$  – 5,0,  $MnSO_4 \times 2H_2O$  – 1,54,  $CuSO_4 \times 5H_2O$  – 0,39,  $Co(NO_3)_2 \times 6H_2O$  – 0,24,  $Na_2B_4O_7 \times 10H_2O$  – 0,17; pH среды 7,3 (Зайцев, Карасевич, 1981). Для получения агаризованной среды добавляли агар до конечной концентрации 1,5%. В качестве ростового субстрата добавляли каплю нефти на крышку перевернутой чашки Петри.

Для выделения и роста гетеротрофных бактерий использовали агаризованную среду LB (Луриа-Бертрани), содержащую (г/л): триптон – 10, дрожжевой экстракт – 5, NaCl – 10, агар – 15 (Маниатис и др., 1984).

#### Определение валового содержания микроэлементов в почве

Определение валового содержания микроэлементов проводилось в лаборатории гидрохимического анализа геологического факультета ПГНИУ методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой [ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98, Количественный химический



анализ почв. Методика выполнения измерений содержания металлов в твердых объектах методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой]. Для этого было исследовано валовое содержание 12 химических элементов (Li, Be, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr).

Содержание бенз(а)пирена в почвах измерялось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по методике ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.62-09 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовых долей ПАУ в почвах, донных отложения, осадках сточных вод и отходах производства и потребления методом ВЭЖХ.

#### Оценка степени загрязнения атмосферы

Для оценки степени загрязнения атмосферы вследствие аварийного разлива нефти применена Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах, утвержденная Минтопэнерго РФ 01.11.1995 г. (далее Методика), раздел 2.5. Оценка степени загрязнения атмосферы.

Для оценки степени загрязнения атмосферы вследствие аварийного разлива нефти определяется массой летучих низкомолекулярных углеводородов, испарившихся с покрытой нефтью поверхности земли.

$$M \text{ и.п.} = q_{\text{и.п.}} \cdot F_{\text{гр}} \cdot 10^{-6}, \text{ (формула 2.25 Методики)}$$

где:

$q_{\text{и.п.}}$  – масса летучих низкомолекулярных углеводородов нефти, испарившихся с поверхности почвы, т

$F_{\text{гр}}$  – площадь нефтенасыщенного грунта, м<sup>2</sup>.

Удельная величина  $q_{\text{и.п.}}$  принимается по таблицам П.3-П.5 в зависимости от следующих параметров: плотности нефти  $\rho$ , средней температуры поверхности испарения  $t_{\text{п.и.}}$ , толщины слоя нефти на дневной поверхности земли  $\delta$  п, продолжительности процесса испарения свободной нефти с дневной поверхности земли  $\tau$  и.п.

Плотность нефти  $\rho$  для расчета принята согласно Паспорту качества нефти № 91 от 15.02.2018 г. равной 830,6 кг/м<sup>3</sup> при температуре 20 °С.

Средняя температура поверхности испарения определяется по формуле

$$t \text{ и.п.} = 0.5 (t_{\text{п}} + t_{\text{воз}}) \text{ (формула 2.26 Методики),}$$

где:

$t_{\text{п}}$  – температура поверхностного слоя земли, °С;

$t_{\text{воз}}$  – температура воздуха, °С.

#### 4. Цель и потребность реализации проекта

Экологические проблемы в регионах нефтедобычи и переработки связаны, в первую очередь, с загрязнением объектов окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. Благодаря высоким сорбционным свойствам почвы, нефтяные углеводороды способны аккумулироваться и сохраняться в ней длительное время, существенно преобразуя и значительно ухудшая свойства почвы и ее биологическую активность. В последние годы все большее значение приобретает борьба с загрязнением почв и поиск путей очистки природных объектов. Однако, в каждой климатической зоне она будет оказывать различные эффекты (Глазовская, 1988; Геннадиев и др., 2015; Солнцева, 1985). Исходя из этого очевидно, что и для рекультивации нефтезагрязненных объектов в каждом конкретном случае должен применяться индивидуальный подход.

В целях обеспечения эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории РФ постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2002 г. № 240 были утверждены правила организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти на территории РФ «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории РФ», Для реализации вышеупомянутого постановления Правительства был принят Приказ МПР РФ от 05.06.2012 г. № 343 «О реализации постановления Правительства РФ от 15 апреля 2002 года № 240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории РФ».

Правилами организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации (постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2002 года № 240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации») определено, что работы по ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов, реабилитации загрязненных территорий и водных объектов могут считаться завершенными при достижении допустимого уровня остаточного содержания нефти и нефтепродуктов (или продуктов их трансформации) в соответствующих компонентах окружающей среды.

Во исполнение постановления Правительства РФ от 15 апреля 2002 г. № 240 «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории РФ» утверждены временные рекомендации по разработке и введению в действие нормативов ДОСНП (Приказ МПР РФ № 574 от 12. 09.2002 г «Об утверждении Временных рекомендаций по разработке и введению в действие нормативов

допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ»).

Приказ МПР РФ № 574 от 12.09.2002 г «Об утверждении Временных рекомендаций по разработке и введению в действие нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ» (далее - приказ № 574) определяет необходимость разработки нормативов ДОСНП отдельно для субъектов РФ, но на основе единых методических подходов. Важным аспектом принятого документа является установление нормативов ДОСНП в субъектах РФ с учетом разнообразия природных условий, типов (подтипов) почв и видов землепользования.

Многие нефтедобывающие предприятия используют временные нормативы, не учитывающие специфики природных условий регионов, или ориентируются на величину содержания нефтепродуктов 1 г/кг, определенную документом «Порядком определения ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Письмо Минприроды России от 27.12.1993 N 04-25/61-5678) как «допустимым» уровнем содержания нефти в почвах, что влечет за собой в ряде случаев необходимость проведения неоправданных мероприятий наносящих вред окружающей среде.

Дальнейшее функционирование нефтегазового комплекса без одновременного соблюдения мер по охране природы (прекращение загрязнения и рекультивация нефтезагрязненных земель) может привести к тому, что почвы Пермского края не смогут выполнять экологические функции. В этих условиях необходимо разработать норматив допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах, учитывающий специфику региона.

В соответствии с приказом № 574 МПР России под допустимым остаточным содержанием нефти в почве понимается определенное по аттестованным в установленном порядке методикам содержание в почвах нефти и продуктов ее трансформации после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ, при котором:

- исключается возможность поступления нефти и продуктов ее трансформации в сопредельные среды и на сопредельные территории;

- допускается вовлечение земельных участков в хозяйственный оборот по основному целевому назначению с возможными ограничениями (не природоохранного характера) режима использования или вводится режим консервации, обеспечивающий достижение санитарно-гигиенических нормативов содержания в почве нефти и продуктов ее трансформации или иных установленных в соответствии с действующим законодательством

нормативных значений в процессе самовосстановления, т.е. без проведения дополнительных ресурсоемких мероприятий.

Разрабатываемый норматив относится к экологическим нормативам. Теоретической основой экологического норматива является установление предельного уровня содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах, позволяющего почве самостоятельно вернуться к естественному, близкому фоновому состоянию за счет природных механизмов самоочищения. При этом концентрация нефти и продуктов ее трансформации не должна оказывать влияния на сопредельные среды и сопредельные территории, а почва должна выполнять экологические функции.

Таким образом, целью проведения ОВОС является обоснование экологической безопасности проектируемого норматива допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края для предотвращения негативного воздействия нефтезагрязнения на окружающую среду с учетом природно-климатических особенностей и хозяйственного использования земель.

Действующие нормативы допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края установлены постановлением Правительства Пермского края от 20 декабря 2018 г. № 813-п «Об утверждении региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края и Порядка их применения».

Региональные нормативы ДОСНП применяются для трех типов почв: дерново-подзолистых, преимущественно глубокоподзолистых; подзолов иллювиально-железистых (подзолы иллювиально-малогумусовые); торфяных болотных верховых, двух категорий земель: лесного фонда и земель сельскохозяйственного назначения (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Региональные нормативы ДОСНП в Пермском крае

№ п/п	Тип почвы	Нормативное значение, г/кг	
		Земли сельскохозяйственного назначения	Земли лесного фонда
1	2	3	4
1	Дерново-подзолистые, преимущественно глубокоподзолистые	2,4	1,5
2	Подзолы иллювиально-железистые (подзолы иллювиально-малогумусовые)	1,0	1,4
3	Торфяные болотные верховые	5,3	2,8

Постановлением правительства от 20.12.2018 № 813-п также утвержден Порядок применения региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края. Порядком предусмотрен мониторинг

применения региональных нормативов ДОСНП на территории Пермского края с целью изучения их влияния на окружающую среду, который осуществляет Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края.

Региональные нормативы ДОСНП для продуктов трансформации нефти принимаются на уровне установленных предельно-допустимых концентраций соответствующих веществ.

Нормативы ДОСНП разработаны для наиболее распространенных типов почв в Пермском крае, однако этого недостаточно, чтобы покрыть всю территорию нефтепромыслов в Пермском крае. Распространение вышеуказанных почв относительно объектов добычи и транспортировки нефти показано на рисунке 4.1. Для почв южных районов региона нормативы не установлены.

На сегодняшний день нормативы ДОСНП установлены в следующих регионах РФ: Республика Удмуртия, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Ненецкий автономный округ, Республика Татарстан, Республика Коми, Чувашская Республика Пермский край. Для некоторых регионов на данный момент нет принятых нормативов ДОСНП, но есть научно-обоснованные рекомендации. К таким регионам относятся: Ленинградская область, Сахалинская область.

В таблице 4.2 представлено сравнение нормативов ДОСНП, разработанных для Пермского края с нормативами других регионов. Нормативы, разработанные для Пермского края, отличаются от нормативов, разработанных для других регионов.

Для торфяно-болотных верховых почв нормативы, помимо Пермского края, нормативы ДОСНП разработаны в Республике Коми, Республике Удмуртия и ХМАО, которые находятся по соседству с Пермским краем, что говорит о некотором сходстве природных условий. Норматив для этого типа почв разработан для земель сельскохозяйственного назначения и земель лесного фонда. В Республике Коми отдельно разработан норматив для пашни и отдельно для сенокосов и пастбищ в категории земель сельскохозяйственного назначения. Норматив для пашни составляет 5 г/кг, что соответствует нормативу в Пермском крае. Для земель лесного фонда и категории сенокосов и пастбищ норматив в Республике Коми составляет 30 г/кг.

Для земель сельскохозяйственного назначения это значение больше норматива в Пермском крае в 5,7 раз (в Пермском крае он равен 5,3 г/кг), и в 15 раз больше чем для почв Республики Удмуртия. Для земель лесного фонда максимальное значение норматива отмечено в ХМАО (60 г/кг), в Республике Коми этот норматив меньше в два раза (30 г/кг). Наиболее низкий норматив, в 21 раз меньше чем в ХМАО, установлен в Пермском крае. В Республике Удмуртия норматив немного выше, чем в Пермском крае.

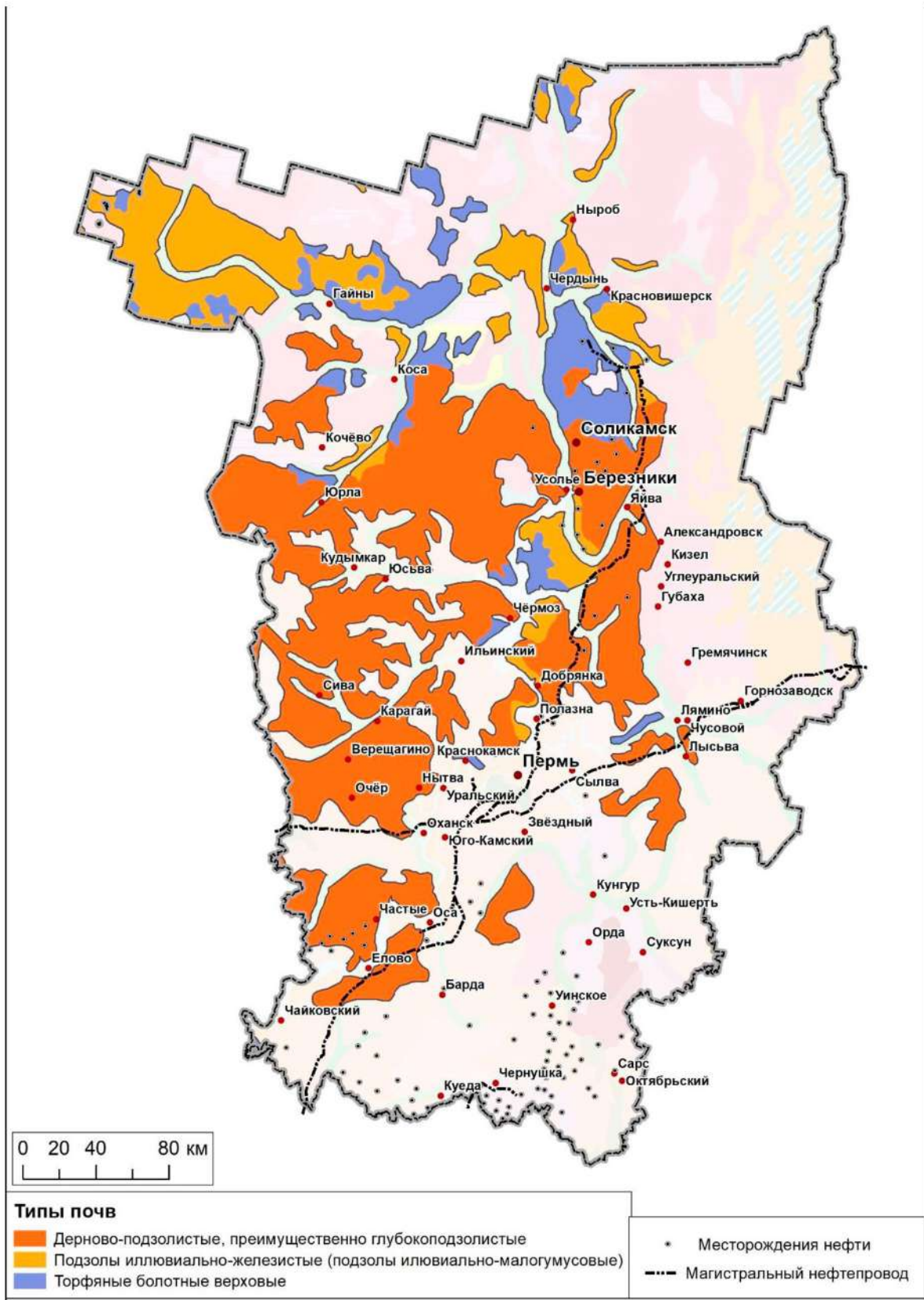


Рисунок 4.1 – Схема распространения типов почв, для которых установлены нормативы ДОСНП

Таблица 4.2 – Нормативы ДОНП регионов Российской Федерации для типов почв, характерных для Пермского края

Надтиповая группа	Гранулометрический состав	Типы	Категория земель	Республика Коми	Республика Татарстан	Республика Удмуртия	ХМАО	Республика Чувашия	Пермский край
Органогенные	Любой	Торфяно-болотные верховые	земли с/х назначения	5,0 <sup>1</sup> 30,0 <sup>2</sup>	-	2,0	-	-	5,3
			лесного фонда	30,0	-	3,0	60,0	-	2,8
Органоминеральные естественные и антропогенно преобразованные почвы	Легкий, средний, тяжелый суглинок и глины	Дерново-подзолистые	земли с/х назначения	1,0 <sup>1</sup> 10,0 <sup>2</sup>	2,0	3,2	5,0	2,0	2,4
			лесного фонда	10,0	5,0		30,0	5,0	1,5
	Песок и супесь	Подзолы	земли с/х назначения	1,0 <sup>1</sup> 10,0 <sup>2</sup>	-	-	5,0	-	1,0
			лесного фонда	10,0	-	-	15,0	-	1,4

Примечания:  
<sup>1</sup> пашни, <sup>2</sup> сенокосы и пастбища

Для дерново-подзолистых почв норматив разработан во всех регионах, в которых приняты региональные нормативы ДОСНП. В Республике Коми для земель сельскохозяйственного назначения так же проводится деление на пашни и сенокосы и пастбища. Если брать во внимание только сенокосы и пастбища, то значение нормативы в Республике Коми получится самым мягкими среди регионов (10 г/кг). В ХМАО установлен норматив в два раза меньше, чем в Республике Коми (5 г/кг), минимальное значение норматива установлено в Республиках Татарстан и Чувашия (2 г/кг). В Пермском крае установлено значение близкое к минимальным (2,4 г/кг), которое в 4 раза меньше, чем в Коми. В Республике Удмуртия установлен единый норматив, без учета категорий земель. Значение норматива (3,2 г/кг) больше, чем в Пермском крае почти в 1,5 раза для земель сельскохозяйственного назначения. Для земель лесного фонда максимальное значение норматива установлено для ХМАО (30 г/кг), а минимальное, в Пермском крае (1,5 г/кг), что меньше в 20 раз. Так же, значение установленного в Пермском крае более чем в 2 раза меньше, чем для Республики Удмуртия.

Для подзолов норматив ДОСНП утвержден в Республике Коми, ХМАО и Пермском крае. Для земель сельскохозяйственного назначения максимальное значение установлено в Республике Коми для сенокосов и пастбищ (10 г/кг), в ХМАО это значение в 2 раза меньше, а в Пермском крае в 10 раз меньше. Для земель лесного фонда максимальное значение установлено в ХМАО (15 г/кг), в Республике Коми это значение меньше в 1,5 раза, а в Пермского крае оно меньше, чем в ХМАО в 10 раз.

**Анализ применения** региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации (ДОСНП) на территории Пермского края показал следующее:

1. Анализ нормативов, разработанных для субъектов Российской Федерации, показал, что нормативы ДОСНП для Пермского края одни из самых жестких. Утвержденные значения позволяют установить более высокие требования к качеству рекультивации почв, повысить уровень экологической безопасности.
2. Нормативов ДОСНП для 3 типов почв недостаточно, чтобы покрыть всю территорию нефтепромыслов в Пермском крае. Для почв южных районов региона нормативы не установлены.
3. Предприятиям-недропользователям, уполномоченным органам государственной власти сложно самостоятельно определять тип почв.

Таким образом, существует необходимость разработки и принятия нормативов ДОСНП для почв южных районов Пермского края с подготовкой рекомендаций по их применению.



## 5. Описание альтернативных вариантов достижения цели намечаемой деятельности

Согласно требованиям «Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации» (Приказ Госкомэкологии России № 372 от 16.05.2000 г.) при оценке воздействия на окружающую среду намечаемой деятельности необходимо проанализировать альтернативные варианты решений. В качестве альтернативных вариантов рассмотрены:

- альтернативный вариант, отказ от внедрения ДОСНП;
- предлагаемые экологические нормативы ДОСНП, дифференцированные с учетом типа почв и категории земель.

### Альтернативный вариант

Альтернативный вариант предусматривает отказ от реализации проекта, то есть от необходимости разработки и утверждения норматива ДОСНП.

Основной величиной нормирования содержания вредных химических соединений в компонентах окружающей среды на сегодняшний день является предельно-допустимая концентрация (ПДК), представляющий гигиенический (санитарно-эпидемиологический) норматив.

Нормативы ПДК для почв разработаны для веществ, которые могут мигрировать в атмосферный воздух или грунтовые воды, снижать урожайность или ухудшать качество сельскохозяйственной продукции.

Гигиенический норматив ПДК в почвах разработан для ряда фракций нефтепродуктов: бензина (ПДК 0,1 мг/кг), бенз(а)пирена (ПДК 0,02 мг/кг).

Для выявления деградированных и загрязненных земель в Российской Федерации приняты Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель (утв. Роскомземом 28 декабря 1994 г., Минсельхозпродом РФ 26 января 1995 г., Минприроды РФ 15 февраля 1995 г). Исходя из данных Методических рекомендаций выделяется пять уровней загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами:

- Допустимый уровень: до 1000 мг/кг
- Низкий уровень: 1000 – 2000 мг/кг
- Средний уровень: 2000 – 3000 мг/кг
- Высокий уровень: 3000 – 5000 мг/кг
- Очень высокий уровень: больше 5000 мг/кг

Из Методических рекомендаций следует, что «допустимым» уровнем содержания нефти в почвах является величина 1 г/кг. Однако, данный документ носит

рекомендательный характер и не учитывает региональный фон для различных типов почв. Установленные рекомендации не могут быть использованы в реальных условиях, т.к. для некоторых типов почв (например, торфяных) фоновое значения превышает рекомендованные величины (раздел 9).

#### Предлагаемые экологические нормативы ДОСНП

По результатам НИР «Разработка проекта по дополнению региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края, утвержденных постановлением Правительства Пермского края от 20.12.2018 № 813-п» предложены следующие нормативы ДОСНП:

- в дерново-подзолистых, преимущественно неглубокоподзолистых почвах для земель сельскохозяйственного назначения – 2,3 г/кг почвы;
- в дерново-подзолистых, преимущественно неглубокоподзолистых почвах для земель лесного фонда – 2,1 г/кг почвы;
- в дерново-карбонатных для земель сельскохозяйственного назначения – 2,5 г/кг почвы;
- в дерново-карбонатных для земель лесного фонда – 2,4 г/кг почвы;
- в светло-серых лесных почвах для земель сельскохозяйственного назначения – 2,4 г/кг почвы;
- в светло-серых лесных почвах для земель лесного фонда – 2,2 г/кг почвы;
- в темно-серых лесных почвах для земель сельскохозяйственного назначения – 2,6 г/кг почвы;
- в темно-серых лесных почвах для земель лесного фонда – 1,9 г/кг почвы;
- в пойменных почвах для земель сельскохозяйственного назначения – 3,9 г/кг почвы;
- в пойменных почвах для земель лесного фонда – 3,3 г/кг почвы.

## 6. Природно-климатические условия Пермского края

Пермский край расположен на северо-востоке Восточно-Европейской равнины и на западных склонах Среднего и Северного Урала. На севере он граничит с республикой Коми, на западе – с Кировской областью и Удмуртской республикой, на юге – с республикой Башкортостан, на востоке – со Свердловской областью. С севера на юг он вытянут почти на 600 км; самая северная точка его расположена под  $61^{\circ} 39'$  с.ш., самая южная – под  $56^{\circ} 06'$  с.ш. С запада на восток край простирается на 400 км – от  $51^{\circ} 47'$  до  $59^{\circ} 39'$  в.д. Площадь Пермского края 160,6 тыс. км<sup>2</sup>.

### Рельеф

Современный рельеф Пермского края образовался в результате сложного взаимодействия эндогенных и экзогенных геологических процессов. Территорию Пермского края относят к двум геоморфологическим странам: горному складчатому Уралу (20% площади) и Восточно-Европейской равнине (80%).

В схеме геоморфологического районирования (Максимович, Вохмятина, 1979) выделяют геоморфологические страны, области и районы. Ниже при их характеристике использованы также данные Г.А. Максимовича (1960), О.А. Скрыбиной (1964), И.А. Печеркина (1966).

### Страна А. Восточно-Европейская равнина.

I. Область Камских равнин, увалов, возвышенностей с районами:

1. Северные увалы.
2. Верхнекамская равнина.
3. Верхнекамская возвышенность.
4. Верещагинско-Васильевские увалы.
5. Среднекамская долина.
6. Верхнекамские увалы.
7. Усинская возвышенность.
8. Тулвинская возвышенность.
9. Уфимское плато с Сылвенским кряжем.

II. Область Предуральской равнины и кряжей с районами:

10. *Колво-Вишеркская равнина.*
11. *Полюдов кряж.*
12. *Соликамская равнина.*
13. *Лысьвенско-Тулумбасская возвышенность.*

### Страна Б. Складчатый Урал.

III. Область западных увалистых предгорий

IV. Область горного Урала.

14. Среднегорный Северный Урал.

15. Низкогорный Средний Урал.

### **Геологическое строение**

Для Пермского края характерно меридионально-зональное геологическое строение. С запада на восток Восточно-Европейская платформа сменяется Предуральским прогибом и затем геосинклинально-складчатой областью герцинского Урала.

Равнинная часть области имеет кристаллический фундамент протерозойского возраста, который сложен гнейсами, гранито-гнейсами, кварцитовидными песчаниками и погружен на глубину 1,8-8 км. На фундаменте залегает осадочный чехол, который в платформенной части и прогибе представлен отложениями пермской системы (палеозойская группа) и лишь на небольшой части области - юрской системы (мезозойская группа осадков). Пермская система состоит из двух отделов - нижнего, включающего ассельский, сакмарский, артинский и кунгурский ярусы, и верхнего, состоящего из отложений уфимского, казанского и татарского ярусов (Печеркин, 1966; Софроницкий, 1967; Горбунова и др., 1992; Скрыбина, 2007).

*Ассельский и сакмарский ярусы* для территории Пермской края описываются нерасчлененно и на поверхность не выходят, т.к. перекрыты более молодыми отложениями. Породы представлены органогенными светло-серыми и темно-серыми, иногда доломитизированными известняками. Встречаются прослои голубовато-зеленых известковых мергелей и глин.

*Артинский ярус* выходит на поверхность только в восточной предгорной части области в долинах рек Колвы, Березовой, Вишеры и их притоков. Отложения состоят из органогенно-обломочных сильно окремненных известняков. В Предуральском прогибе они замещаются обломочными породами (аргиллитами, полимиктовыми песчаниками, конгломератами) и на меридиане г. Чусовой карбонатных пород в нем не остается. Общая мощность ассельских, сакмарских и артинских отложений колеблется от 100 м до 1400 м близ Урала.

*Кунгурский ярус* до Предуральского прогиба сложен ангидритами, гипсами, доломитами. В Предуральском прогибе происходит максимальное увеличение мощности яруса до 1000 м и в нем появляются каменные и калийные соли. По восточному борту Предуральского прогиба соли и сульфаты замещаются аргиллитами, алевролитами, песчаниками. Средняя мощность яруса 45-77 м.

*Уфимский ярус* развит повсеместно по берегам р. Камы и впадающих в нее рек. Представлены соликамским и более молодым по геологическому возрасту шешминским

горизонтами. Соликамский горизонт сложен серокаменными плитчатыми известняками, аргиллитами и песчаниками. Встречаются красноцветные песчаники, конгломераты. Породы шешминского горизонта отличаются значительной загипсованностью, представлены песчаниками, аргиллитами, алевролитами с прожилками гипса, прослоями известняка и мергелей. Общая мощность яруса от 100 м до 450 м.

*Казанский ярус* состоит из переслаивающихся красно-бурых глин, алевролитов и известняков с серыми и зеленовато-серыми песчаниками. Характерно развитие известняков, линз конгломератов из кремнистых и магматических пород Урала, полное отсутствие загипсованности. Мощность - 100-200 м.

*Татарский ярус.* Породы татарского яруса широко развиты в бассейне р. Камы. Представлены песчаниками, алевролитами, красновато-бурыми глинами, известняками, конгломератами. Общая мощность отложений яруса около 300 м.

*Мезозойские отложения* представлены триасовой и юрской системами и развиты вдоль северо-западной границы области в бассейнах рек Черной и Весляны. В верховьях Косы, Лолога, Юма, Кувы, Иньвы. Триасовая система сложена красноцветными песчаниками, конгломератами, аргиллитами с редкими прослоями конкреционных мергелей и известняков. Мощность системы до 150 м. Юрская система представлена серыми и темно-серыми глинами, алевролитами и песчаниками суммарной мощностью около 75 м.

В *горной части Пермского края* на древних породах кристаллического фундамента залегают отложения палеозоя и протерозоя. Верхнепротерозойские отложения выступают на поверхность на большой площади Уральского мегаантиклинория. Они сложены рассланцованными слюдистыми и слюдисто-хлоритовыми кварцитами, эпидото-альбито-актинолитовыми, хлорито-серицитовыми сланцами, глинистыми сланцами, песчаниками, известняками, доломитами, гематитовыми сланцами. Вся толща пропитана интрузиями габбродиабазов, местами гранитов, граносиенитов. Палеозойская группа осадков представлена отложениями ордовикской (песчаники, конгломераты), силурийской (доломиты, доломитизированные известняки, мергели, аргиллиты, алевролиты, песчаники), девонской (терригенные и карбонатные породы) и каменноугольной (преимущественно карбонатные породы) систем.

### **Материнские породы**

Материнские породы в крае представлены следующими отложениями: *покровные глины и суглинки, элювий коренных пород, элювиально-делювиальные, ледниковые,*

*флювиогляциальные, озерно-ледниковые, древнеаллювиальные, современные аллювиальные и делювиальные отложения* (Коротаев, 1962; Скрыбина, 2007).

Ледниковые отложения. Имеют среднеплейстоценовый возраст, распространены на севере Пермской области в бассейнах рек Косы, Уролки, Кондаса. Представлены валунными глинами, суглинками, супесями, слагающими днепровскую морену. Грубообломочного материала (дресва, щебень, галька, валуны) обычно не много, размеры обломков достигают 15-100 см. В составе валунно-галечникового материала встречаются песчаники, кварциты, кремни, сланцы, известняки, доломиты, редко метаморфические и изверженные породы. Содержание глинистых частиц 16-18%, редко более 30%, пылевой фракции около 40%. Характерным признаком ледниковых отложений является их высокая плотность, несортированность, отсутствие слоистости. Мощность отложений 3-5 м.

Флювиогляциальные отложения. Распространены в северных районах Коми-Пермяцкого округа, а также в Чердынском, Ныборском, Красновишерском, Усольском, Березовском районах, севернее линии Кудымкар-Майкор-Губаха.

Имеют среднеплейстоценовый возраст, покрывают почти сплошным чехлом водораздельные пространства и пологие склоны речных долин с отметками высот не более 180-190 м. Представляют собой песчаную массу, с редким включением гальки, подстилаемую мореной или коренными породами. Отложения ожелезненные и поэтому имеют довольно яркие буроватые и красноватые тона окраски. Мощность отложений до 7-10 м в понижениях; близ вершин холмов, увалов уменьшается до нескольких дециметров.

Покровные глины и суглинки. Наиболее распространенным видом почвообразующих пород на территории Пермской области являются покровные отложения. Они доминируют в центральной и южной части области, описаны также в северных районах, где являются основными материнскими породами водоразделов рек Колвы, Пильвы, Вишерки, Лопвы. На севере Пермской области их генезис связан с деятельностью ледниковых вод, в остальных районах области покровные отложения, очевидно, элювиально-делювиального происхождения, т.е. являются продуктами выветривания и переотложения пород пермского возраста. Покровные отложения имеют суглинистый и глинистый гранулометрический состав. Они могут быть представлены двумя основными вариантами: *опесчаненные нелессовидные* и *лессовидные*. В последнем случае в их гранулометрическом составе отмечаются повышенные содержания фракции крупной пыли (0,01-0,05 мм) - до 30-40%.

Покровные отложения представляют собой достаточно однородную желтовато-бурю, коричнево-бурю, в большинстве случаев некарбонатную тонкопористую массу.

Иногда, очень редко, в толще покровных суглинков встречаются прослойки супеси, легкого суглинка толщиной 1-1,5 см, единичные халцедоновые гальки диаметром 2-3 см. Покровные отложения залегают на водораздельных плато, пологих склонах.

Элювий коренных пород. На фоне покровных, ледниковых, флювиогляциальных отложений повсеместно в пределах водораздельных пространств распространены сравнительно небольшие по площади ареала материнские породы, которые обобщенно могут быть определены как элювий (не перемещенные продукты выветривания) коренных пород. Они характерны для наиболее повышенных элементов рельефа - куполовидных вершин холмов, крутых склонов. Гипсометрически залегают выше покровных отложений. В силу разнообразия исходных пород продукты их выветривания также разнообразны.

Элювий пермских глин. В равнинной части области является наиболее распространенным видом элювиальных отложений. Представляет собой бесструктурную плотную массу, иногда с включениями полувыветрившихся кусочков пермской глины в виде плиточек с раковистым изломом. Характерной особенностью пермских глин являются насыщенные, яркие тона окраски: красно-коричневые, шоколадно-коричневые, малиново-красные, буровато-красные. Порода имеет чаще всего глинистый гранулометрический состав, содержание физической глины колеблется в пределах 60-70%, или 20-47%. Если коренная порода имеет прослойки песчаника, элювий пермских глин может быть опесчанен. Порода чаще всего некарбонатна, но наличие карбонатов не исключено. По химическому составу богаче, чем покровные отложения.

Элювий известняков. Представляет собой светло-бурюю, красновато-бурюю глину или тяжелый суглинок, бурно «вскипающий» с 10% соляной кислотой. Содержит элементы скелета - дресву, щебень, плитки известняка, причем щебнистость с глубиной увеличивается. Нередко подстилается плотным плитчатым известняком.

Элювий мергелей. Мергель при выветривании превращается в красновато-коричневую, высококарбонатную, вязкую, бесструктурную глину. Содержит большое количество илистых частиц. Материнская порода дерново-карбонатных почв.

Элювий глинистых сланцев. Наиболее характерен для территории Предуралья Краевого прогиба. Имеет небольшую мощность (1-3 м), тяжелосуглинистый гранулометрический состав, желто-бурюю или светло-бурюю окраску, включения обломков невыветрившихся пород в мелкоземистой массе.

Элювий песчаников. Элювий песчаников имеет легкий гранулометрический состав - песчаный, супесчаный, сероватые или буроватые тона окраски. Если в составе цемента исходной породы присутствовали карбонаты, элювий также может быть карбонатным.

Элювий конгломератов. Это песчаная, супесчаная, суглинистая масса с обильным включением галечника. Гальки имеют серую, реже бурую окраску, размер обломков 0,5-15 см, хорошо окатаны.

Элювий гипса. Распространен в юго-восточной части области. Имеет желтовато-палевую окраску, бесструктурный, пористый, довольно плотный, среднесуглинистого, тяжелосуглинистого состава, на той или иной глубине вскипает.

Элювиально-делювиальные отложения. Образуются в результате переотложения безрусловыми водными потоками продуктов выветривания пород пермской системы и поэтому разнообразны по морфологическим свойствам. Окраска желто-бурых, бурых, красноватых тонов, достаточно однородны, некарбонатны и карбонатны, иногда слабогалечниковаты, гранулометрический состав варьирует в широких пределах. По условиям залегания близки к покровным отложениям. Отличаются от последних меньшей мощностью, частым чередованием с ареалами выходящих на поверхность подстилающих пород.

Элювий, элювио-делювий, коллювий, солифлюкционные отложения предгорной и горной части области. Образуются как производные коренных пород горной части Пермского края, под действием процессов выветривания (элювий), смещения обломочного материала под действием силы тяжести и накопления на склонах и у их подножий в виде оползней, осыпей, обвалов (коллювий), перемещения продуктов выветривания по склону временными водными потоками (элювио-делювий), сползания оттаявшего слоя рыхлой водонасыщенной породы по поверхности мерзлого слоя (солифлюкционные отложения).

Озерно-ледниковые (лимногляциальные) отложения. Имеют среднеплейстоценовый возраст, генетически и пространственно связаны с флювиогляциальными отложениями, распространены на левобережье р. Камы в Соликамском, Чайковском, местами в Частинском районах. Проточность ледниковых озер обусловило постоянное удаление глинистых частиц и отложение преимущественно песков и супесей.

Древнеаллювиальные отложения. Развита в долинах Камы, Вишеры, Косьвы, Иньвы, Чусовой, Тулвы, Очера и других рек области, мощность их достигает 30-40 м. Состав аллювия крупных рек сформировался за счет приноса материала с западного склона Урала, разрушения верхнепермских отложений, а также транспортировки материала флювиогляциальными водами при таянии ледников. Он представлен красно-бурыми и темно-бурыми, иногда опесчаненными глинами с кварцевой галькой и щебенкой местных пород.



Четвертая надпойменная терраса Камы сложена древним аллювием нижнеплейстоценового возраста - галечниками, песками. Третья надпойменная терраса имеет среднеплейстоценовый возраст. Ранняя формация содержит песчано-гравийные отложения, перекрытые суглинками и глинами; поздняя формация сложена песчано-гравийными отложениями, а выше песками. Первая и вторая надпойменные террасы верхнеплейстоценового возраста являются аккумулятивными, широко распространены в долинах Камы и всех ее притоков, сложены слоистыми мелкими песками, реже лессовидными суглинками. Слоистость отложений обусловлена различиями в степени глинистости песков или их крупностью.

Современные аллювиальные отложения. Данные отложения залегают в поймах рек и образовались в голоценовый период, т.е. в течение последних 10-12 тыс. лет при разливах рек. В зависимости от интенсивности разлива, высоты участка поймы, скорости течения воды, наличия древесно-кустарниковой растительности откладывается современный аллювий различного гранулометрического состава - от песчаного до глинистого. Порода характеризуется слоистостью, сильным варьированием всех морфологических свойств по простиранию, наличием погребных почвенных горизонтов. Чаще некарбонатна, но может быть и карбонатной. Мощность современного аллювия малых рек области - 1-5 м, крупных - 10-25 м.

Современные делювиальные отложения. Делювиальные отложения распространены повсеместно, но залегают локально в пониженных элемента рельефа - у подножия склонов вогнутой формы, в долинах ручьев, на днищах логов, балок. Образовались в результате переноса тонких частиц при процессах древней эрозии (антропогенный период) и современной ускоренной эрозии. Имеет слабо выраженную слоистость, разнообразны по гранулометрическому и петрографическому составу, при близком залегании грунтовых вод имеют признаки оглеения. В предгорных районах характеризуются щебнистостью. Мощность от 2-5 м до 10-15 м.

### Климат

Климат Пермского края континентальный с холодной продолжительной и снежной зимой и теплым коротким летом.

Среднемесячная температура воздуха самого холодного месяца (января)  $-18,9^{\circ}\text{C}$  в северной и  $-14,9^{\circ}\text{C}$  в южной части края. Абсолютный минимум составляет  $-54^{\circ}\text{C}$ . Вместе с тем в отдельные дни температура даже в январе может повышаться до положительных значений (от  $1,8^{\circ}$  на севере до  $3,0^{\circ}$  на юге края) (Агроклиматический справочник..., 1959; Шкляев, 1963).

Отрицательные температуры в наиболее холодное время года (январь и февраль) в почве наблюдаются до глубины около 150 см, промерзание почвы в обычные годы происходит до этой глубины. Наиболее сильное и глубокое промерзание почвы наблюдается в феврале и марте (Коротаев, 1962).

Самым теплым месяцем в крае является июль. Его температура изменяется от 14,8°C на северо-востоке до 18,7°C на юго-западе. Максимум температуры воздуха на севере 31-34°C, на юге 38-40°C. Но и в июле в северной половине края в отдельные годы возможны ночные заморозки с температурой от -1 до -4°C. В летние месяцы и сентябре верхние горизонты почвы нагреваются на 2-4°C сильнее воздуха.

Наблюдается закономерность в снижении температуры воздуха по мере движения с юга на север и с запада на восток.

Продолжительность безморозного периода в среднем по краю составляет 80-120 дней с увеличением его продолжительности с севера на юг. Суммы положительных средних суточных температур воздуха за период с температурой выше 10°C составляют от 1250-1300° на северо-востоке до 1950-2000° на юго-западе края.

Годовое количество осадков составляет 450-600 мм на равнинной части края и 700-1000 мм - в районах предгорий и средневысоких гор Северного Урала. Из общего количества осадков 350-500 мм выпадает в теплый период года. Максимум осадков приходится на июль (юг) - август (север края). Меньше всего осадков выпадает в зимнее время года, особенно в феврале и марте.

В апреле, мае и июне испарение превышает количество выпавших атмосферных осадков; испаряется с поверхности почвы в основном вода, поступившая от весеннего снеготаяния (Коротаев, 1962). Наблюдения за влажностью почвы весной, летом и осенью в поле показали, что сильное промачивание почвы до больших глубин бывает только весной от тающего снега. Летние осадки увлажняют лишь верхний горизонт почвы, осенние осадки промачивают почву на глубину до 50-60 см.

Образование устойчивого снежного покрова на севере края происходит в конце третьей декады октября, на юге - в первой декаде ноября. Средняя продолжительность залегания снегового покрова на севере 180-190 дней, на юге 170-180 дней. Средняя высота снежного покрова в предгорной и горной частях она составляет 100 см и более, в западной и юго-западной частях - 60-80 см, а в малоснежные зимы и менее 60 см. Разрушение устойчивого снегового покрова на севере края наблюдается в конце третьей декады апреля, на юге - во второй декаде апреля.

Среднегодовая скорость ветра достигает 3-6 м/сек. Минимум скорости ветра падает на летние месяцы. Наибольшие скорости ветра наблюдаются в марте - мае и в октябре - ноябре. Преобладающее направление ветра - юго-западное и западное.

### **Гидрологические условия**

Грунтовые воды могут оказать существенное влияние на процесс почвообразования. При близком залегании к поверхности, что наблюдается в пониженных элементах рельефа, они определяют генезис и свойства полугидроморфных (дерновые глеевые, аллювиальные луговые) и гидроморфных (болотные) почв. Химический состав грунтовых вод контролирует степень проявления зонального процесса почвообразования - оподзоливания, реакцию почв, содержания обменных оснований и т.д. (Шимановский, 1973; Скрыбина, 2007).

По минерализации грунтовые воды края, содержащиеся в четвертичных (материнских почвообразующих) породах, относятся чаще всего к пресным (до 1 г/л), солоноватым или минерализованным (до 10 г/л), гораздо реже к соленым (10-15 г/л) и рассолам (более 50 г/л).

По жесткости различают воды очень мягкие (до 1,5 м-экв), мягкие (1,5-3,0 м-экв), умеренно жесткие (3-6 м-экв), жесткие (6-9 м-экв), очень жесткие (выше 9 м-экв). Жесткость обуславливается присутствием ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . 1 м-экв жесткости на 1 л воды соответствует содержанию 20,04 мг/л  $\text{Ca}^{2+}$  или 12,16 мг/л  $\text{Mg}^{2+}$ . Между минерализацией и химическим составом грунтовых вод Пермского края существует, как правило, постоянное соотношение: воды минерализации до 1 г/л имеют обычно гидрокарбонатный состав, т.е. преобладает анион  $\text{HCO}_3^-$ ; минерализации 1-3 г/л - сульфатный (анион  $\text{SO}_4^{2-}$ ), более 3 г/л - хлоридный (анион  $\text{Cl}$ ).

На территории края выделяют 2 гидрохимические провинции грунтовых вод: *провинция складчатого Урала* и *провинция равнинной части восточной окраины Русской платформы и Предуральяского прогиба*.

Грунтовые воды *складчатого Урала* имеют низкую минерализацию - до 0,1-0,2 г/л, относятся к гидрокарбонатно-натриево-кальцевой и гидрокарбонатно-кальцево-натриевой фации. Третьими по массе компонентами иногда являются ионы хлора, реже - сульфатный ион или ионы магния.

### **Растительность**

В силу неоднородности рельефа, климата, почв, гидрологических и геоморфологических условий растительность Пермского края весьма разнообразна (Овеснов, 2009).

Район среднетаежных пихтово-еловых лесов занимает северную и северо-западную части края; южная граница его идет по линии Юрла – Соликамск, восточная – Александровск – Красновишерск. Среднетаежные леса характеризуются простым строением древостоя, кустарниковый ярус вообще отсутствует или развит очень слабо, травяно-кустарничковый и моховой ярусы развиты достаточно хорошо. Неморальные элементы почти полностью отсутствуют. В пределах района достаточно хорошо выделяются два подрайона – с преобладанием Североевропейских сосновых и еловых лесов и с преобладанием Камско-Печорско-Западноуральских пихтово-еловых лесов. В целом по району лесопокрытые земли составляют более 85%. Наиболее характерным компонентом подрайона Североевропейских сосновых и еловых лесов являются сосняки вересковые, приуроченные к сухим песчаным местообитаниям. Следует также отметить и заметно более низкую долю сосновых лесов в формировании растительного покрова. Из темнохвойных лесов преобладающими являются пихтово-еловые черничные, чернично-кисличные, кисличные и кислично-мелкопапоротниковые. Из сосновых – сосняки лишайниковые и бруснично-лишайниковые. В депрессиях рельефа и по краям болот развиты пихтово-еловые долгомошные и сфагновые группировки, а также долгомошные и сфагновые сосняки. В пределах всего района до недавнего времени велись интенсивные рубки лесов. Поэтому большие площади заняты вырубками и вторичными березовыми и осиновыми лесами. Луга в пределах района среднетаежных пихтово-еловых лесов занимают небольшие площади (около 1–2% общей площади района) и приурочены в основном к поймам рек, долинам мелких речек и ручьев, к склонам и вершинам увалов. Кроме того, отмечены небольшие участки лесных лугов. Сельское хозяйство в пределах района развито очень слабо, пахотные земли занимают около 1% общей площади. В связи с этим сорно-рудеральная растительность сосредоточена главным образом в на-селенных пунктах и по обочинам дорог (Овеснов, 2009).

Район южнотаежных пихтово-еловых лесов располагается в центральной части края. Южнотаежные леса по сравнению со среднетаежными характеризуются более сложной структурой, господством в древостое и подлеске бореальных и участием неморальных видов, сосуществованием бореальных и участием неморальных видов в травянисто-кустарничковом ярусе, заметным увеличением трав по сравнению с кустарничками и преобладанием травяных типов лесов; моховой покров малой мощности, не сплошной. Этот район относится к Камско-Печорско-Западноуральской подпровинции Урало-Западносибирской таежной провинции. В нем выделяются два подрайона – с преобладанием сельскохозяйственных земель (на сельхозземли приходится 25-50% территории района) и с преобладанием осиновых и березовых лесов на месте

южнотаежных темнохвойных лесов (на сельхозземли приходится 6-10%). В первом лесопокрыве земли составляют 35-55%, во втором до 85%. Из коренных растительных группировкой ведущую роль играют пихтово-еловые леса. В этой формации отмечены пихтово-еловые травяные, пихтово-еловые зеленомошные, пихтово-еловые приручьевые, пихтово-еловые долгомошные леса и еловые согры. Центральное место занимают пихтово-еловые травяные леса, приуроченные к выровненным участкам рельефа либо пологим склонам с влажными или умеренно-влажными почвами. В пределах всего района ведутся интенсивные рубки лесов, в связи с чем большие площади заняты вырубками и вторичными березовыми, осиновыми и смешанными лесами (Овеснов, 2009).

Район широколиственно-елово-пихтовых лесов занимает южную часть края. Для лесов этого района характерна наиболее сложная структура; существование бореальных и неморальных видов в древостое и преобладание последних в подлеске и травяном ярусе. Древесный ярус состоит из 2-3 подъярусов, причем основу 2-го и 3-го подъярусов составляют широколиственные породы. Кустарниковый ярус, как правило, хорошо развит. Травяной покров обычно сплошной, высокий и состоит из 3 (4) подъярусов; в нем значительна доля папоротников и крупнотравья, кустарнички практически отсутствуют. Моховой покров развит слабо; он обычно тяготеет к куртинам темнохвойных пород. С севера на юг происходит смена двух подзональных групп сообществ – пихтово-еловых сложных неморальнотравяных и собственно широколиственно-елово-пихтовых неморальнотравяных. Границы между ними носит постепенный характер, затушеванный хозяйственной деятельностью человека. Лесопокрыве земли здесь составляют 30-45%, а сельскохозяйственные – 35-55% общей площади. Наиболее распространенными в этом районе являются широколиственно-хвойные (сложные) леса, в древесном ярусе которых преобладают темнохвойные породы. В пределах северной и восточной частей района ведутся рубки лесов, в связи с чем довольно большие площади заняты вырубками и вторичными березовыми, осиновыми, липовыми и смешанными лесами (Овеснов, 2009).

Район островной Кунгурской лесостепи размещен в полосе широколиственно-елово-пихтовых лесов, располагаясь в междуречье Сылвы и Ирени. Небольшие островки лесов сохранились лишь по холмам. Это главным образом березовые и осиновые неморальнотравяные леса и сосновые предгорные травяные леса. Для высоких коренных берегов рек характерны известняковые обнажения, именуемые «камнями», чередующиеся с задернованными участками, покрытыми луговой и лесной растительностью. Степные участки встречаются как на выровненных водоразделах, так и на склонах. Район сильно окультурен, сельскохозяйственные земли занимают 40-55% района, тогда как лесопокрыве земли – только 10-20%. Расположение в пределах полосы

широколиственно-елово-пихтовых лесов накладывает на растительный покров Кунгурской островной лесостепи вполне определенный отпечаток. Многие лесные (сложные и травяные сосняки, широколиственно-хвойные, липовые, дубовые, кленовые и смешанные леса, ивняки и ольховники) и луговые группировки, прибрежно-водная и сорно-рудеральная растительность практически не отличаются от таковых из зональной полосы. Более того, некоторые лесные группировки, такие как пихтово-еловые черничные и кисличные, боры черничные практически идентичны таковым в районе южнотаежных лесов. Вместе с тем в Кунгурской лесостепи имеются и свои специфические лесные группировки, которые отсутствуют (или являются редкими) в других ботанико-географических районах области. Это парковые березовые леса, березовые леса с кустарниковым ярусом из вишни и степным разнотравьем, березовые леса с примесью широколиственных пород, березовые и осиновые леса с лесо-луговым разнотравьем, а также «горные» сосняки. Необходимо отметить, что именно эти группировки являются преобладающими среди всех лесных, что придает ландшафтам Кунгурской лесостепи весьма своеобразный облик, отличающий ее от всей остальной территории Пермского края (Овеснов, 2009).

Район средне- и южнотаежных предгорных пихтово-еловых и елово-пихтовых лесов расположен на востоке края в предгорьях Северного и Среднего Урала. Среднетаежные предгорные леса отличаются от равнинных большей примесью пихты сибирской и сосны сибирской, преобладанием трав над кустарничками и широким распространением травяных, особенно папоротниковых типов леса. Для южнотаежных предгорных лесов характерно большее участие неморальных видов и большее разнообразие травяных типов леса, чем на равнине. Здесь повышено участие сибирских видов. В целом, это лесной район (лесопокрытые земли занимают 85-95% общей площади), но леса, как и в целом по краю, подвергались интенсивным рубкам, поэтому значительные площади покрыты вторичными березняками и смешанными лесами. Наиболее высокие горы, расположенные в районе, имеют выраженную поясность с растительным покровом, характерным для гор района северо- и среднетаежных горных лесов. Лугов (преимущественно вторичных) здесь немного, на них приходится не более 0,5-1,5% площади. Несмотря на то, что осадков здесь выпадает больше, чем в районах средне- и южнотаежных лесов, заболоченность местности слабее (торфяные болота занимают 1-2% общей площади). Заболочиванию препятствуют пересеченный рельеф местности, а также обилие рек и речек. Как и в Кунгурской лесостепи, широкое распространение имеют известняковые обнажения, встречающиеся как по крутым берегам рек, так и в крупных логах. Сельское хозяйство развито слабо, доля используемых в

сельскохозяйственном производстве земель не превышает 2,5%. В целом растительный комплекс района носит переходный характер между районами среднетаежных и южнотаежных пихтово-еловых лесов с одной стороны и районов северо- и среднетаежных кедрово-еловых горных лесов – с другой (Овеснов, 2009).

Район северо- и среднетаежных кедрово-еловых горных лесов занимает небольшую площадь на северо-востоке края. Особенностью горных лесов является разреженность их древесного яруса, постоянная естественная примесь березы, наличие сосны. Подлесок редкий и бедный видами. В травяно-кустарничковом ярусе преобладают бореальные виды, встречаются арктоальпийские растения, характерно господство кустарничков; видовое разнообразие невелико. Моховой покров мощный, местами прерывается куртинами кустарничковых лишайников. Граница между северотаежными и среднетаежными горными лесами проходит по широте Велса. На высоких вершинах Уральских гор располагаются острова горных тундр с повышенным участием арктоальпийских видов в сочетании с сообществами накипных и листоватых лишайников, а также еловые и березовые криволесья в сочетании с высокотравными и мелкотравными субальпийскими лугами (Овеснов, 2009).

### **Животный мир**

Животный мир Прикамья довольно разнообразен. Здесь наряду с европейскими видами животных встречаются представители фауны Сибири и Субарктики, через территорию края пролетают весной и осенью птицы, гнездящиеся на Севере.

Общий облик фауны связан с преобладанием лесных форм, но географическое положение, сложность рельефа, а в последнее время все возрастающее воздействие хозяйственной деятельности человека обусловили его своеобразие. Основная особенность – это смешение фауны европейской тайги с элементами сибирской тайги, смешанных лесов, лесостепи и даже тундры (Шураков, 1989).

В долготном направлении (Европа – Сибирь) происходит преимущественно естественное изменение границ ареалов некоторых животных. В широтном направлении (юг – север) решающее значение на распространение животных оказывают влияние антропогенные факторы. В связи с интенсивной рубкой лесов вместо хвойных насаждений появляются лиственные (осиновые, березовые), а это благоприятствует проникновению в северные районы обитателей смешанных и широколиственных лесов (еж, хорек, иволга, козодой и др.). Распашка земель, бывших под лесом, создает условия для расселения животных лесостепной зоны (заяц-русак, обыкновенная полевка, обыкновенный хомяк, серая куропатка и др.). Встречаются некоторые представители

горных районов (горная трясогузка, хрустан, оляпка). В небольшом количестве обитают северный олень и песец.

Для подавляющего большинства животных вся территория края находится в пределах их ареалов, но иногда появляются факторы, препятствующие расселению отдельных видов по всему Прикамью. Выделяется четыре фаунистических района обитания животных (Воронцов, 1949).

1. Камско-Вишерское Приуралье территориально охватывает всю горную часть области и левобережье Камы примерно до Добрянки. Этому району свойственны млекопитающие животные: соболь, северный олень, песец, россомаха; птицы: синехвостка, соловей-красношейка, чернозобый и краснозобый дрозды, оляпка, белая куропатка, кедровка и горная трясогузка (на гнездовании). В районе располагается заповедник «Басеги».

2. Верхнее Прикамье – территория правобережья Камы, примерно совпадает с границами подзоны средней тайги. Наиболее свойственные виды: заяц-русак (северо-восточная граница распространения), косуля сибирская (эпизодически; из птиц: черный аист. Имеются виды, характерные для северной тайги: пеночка-таловка, свиристель (на гнездовании), лебедь-кликун.

3. Пермско-Карагайский район – подзона южной тайги. Млекопитающие: обыкновенный хомяк – северная граница распространения; северная белка (подвид) – южная граница. Птицы: красношейная поганка – северная граница, грач – северная граница сплошного распространения, белая куропатка – южный предел гнездования. Пресмыкающиеся: прыткая ящерица – северная граница распространения. Земноводные: остромордая лягушка, чесночница – северная граница.

4. Южный, или Кунгурский район, охватывает всю южную территорию области по линии Большая Соснова – Оханск – Кунгур. Характерных млекопитающих не обнаружено. Из птиц: желтоголовая трясогузка, малая выпь – северная граница. Земноводные: зеленая жаба и озерная лягушка – северная граница распространения; сибирский углозуб – южная граница (Шураков, 1989).



## 7. Почвенный покров Пермского края

На территории Пермского края, в связи с рельефом, неоднородностью материнских почвообразующих пород и биоклиматических условий наблюдается большая пестрота почв (Н.Я. Коротаев, 1962; Национальный атлас почв РФ, 2011).

В северных районах под мохово-кустарничковыми среднетаежными пихтово-еловыми лесами на сравнительно бедных основаниях покровных суглинках и глинах развиты подзолистые почвы, на песчаных отложениях - подзолы, в условиях избыточного увлажнения - почвы болотно-подзолистого и болотного типов.

В центральных и южных районах области на элювиально-делювиальных глинах и суглинках, которые сравнительно богаче основаниями, под пологом лиственно-хвойных травяных лесов сформировались почвы дерново-подзолистые. На склонах холмов при близком залегании известковых материнских пород представлены дерново-карбонатные глинистые почвы. В пониженных элементах рельефа под воздействием минерализованных почвенно-грунтовых вод образовались почвы дерново-глеевого типа.

Особое место занимают почвы Кунгурской лесостепи - оподзоленные и, в небольшом количестве, выщелоченные черноземы, темно-серые, серые и светло-серые почвы.

В горной полосе и западных предгорьях Урала, сформировались разнообразные типы буроземов и горных лесо-луговых почв.

Загрязнение почв нефтью вызывает изменения морфологических, физических, физико-химических, микробиологических свойств, а иногда и существенную перестройку всего почвенного профиля. В многочисленных исследованиях отмечено, что в нефтезагрязненной почве возрастают запасы углерода, подавляются реакции аммонификации и нитрификации, ухудшается азотное питание растений. Обесструктурирование почвы, вследствие склеивания структурных отдельностей, заметно увеличивает вязкость и плотность почвенной массы. Заполнение нефтью порового пространства, трещин и воздушных полостей сопровождается вытеснением воздуха, и вместе с образованием битумной пленки на поверхности, создает неблагоприятный водно-воздушный режим. Почва становится гидрофобной, а при сильном загрязнении - водонепроницаемой, теряется водоподъемная способность и резко снижается ее влагоемкость (Ю.И. Пиковский, 1988; Д.Г. Звягинцев, 1989; Н.П. Солнцева, 1998; Л.В. Кувшинская и др., 2001; В.С. Артамонова, 2002; Л.А. Салангина, 2003; В.П. Середина и др., 2006; С.И. Колесников и др., 2007; М.Д. Назарько, 2008; В.А. Оборин и др., 2008; Лысак, 2010 и др.).

В тоже время почвы обладают способностью к деструкции нефти, которая зависит от биоклиматических условий, положения в рельефе и генетических свойств (механический состав, окислительно-восстановительные условия, уровень накопления органо-гумусовых веществ). В работе А.Н. Геннадиева, Ю.И. Пиковского (2015) проведен анализ потенциала устойчивости к загрязнению и способности к самоочищению почв РФ от техногенных углеводородов. Согласно картам устойчивости Пермский край входит в ареал почв с высокой устойчивостью (с высокой скоростью разложения, с умеренным и сильным рассеянием углеводородов), в котором наряду с другими представлены дерново-подзолистые почвы, подзолистые почвы, серые почвы, черноземы выщелоченные.

Попадая в почвы, нефтяные углеводороды подвергаются сорбции органическим и минеральным веществом почв. Сорбирование углеводородов и скорость их разложения зависят от гранулометрического состава почв и содержания гумуса. Средней способностью к сорбированию характеризуются среднесуглинистые почвы. При тяжелом гранулометрическом составе снижается способность к самоочищению почв, почвенные поры заполняются нефтью, формируется анаэробная обстановка, не благоприятствующая активности микробов - деструкторов. В песчаных почвах из-за миграции углеводородов отмечали слабые уровни накопления углеводородов.

Средней способностью к сорбированию характеризуются среднегумусированные почвы. Повышенное содержание органо-гумусового вещества в одинаковых биоклиматических условиях свидетельствует о замедлении скоростей минерализации органических веществ в почве, и не будет благоприятствовать разложению техногенных углеводородов. При высоком содержании органического вещества процессы сорбции усиливаются, и доступность нефтяных углеводородов для биodeградации существенно снижается.

К почвам с пониженной устойчивостью из-за низкой и умеренной скорости разложения углеводородов (с сильным их рассеянием) относятся аллювиальные болотные торфяные и верховые болотные почвы. Биodeградация нефтяных углеводородов интенсивнее протекает в присутствии кислорода, а в переувлажненных почвах разложение этих веществ замедляется (А.Н. Геннадиев, Ю.И. Пиковский, 2015).

На фоне общей относительно повышенной устойчивости почвы Пермского края заметно дифференцированы по гранулометрическому составу и содержанию органо-гумусового вещества, следовательно, отличаются по реакции на нефтезагрязнение.

Подзолистые, дерново-подзолистые и серые лесные почвы имеют преимущественно тяжелосуглинистый гранулометрический (механический) состав (таблица 7.1).

Песчаными и супесчаными почвами являются подзолы иллювиально-железистые, иллювиально-гумусовые, глеевые торфянистые, сформировавшиеся в северной части края на водно-ледниковых и озерно-ледниковых легких породах. Из-за недоработанной систематики почв они слабо представлены на почвенной карте 1989 г. Эта ошибка исправлена на карте в Национальном атласе почв РФ (2011), где доля подзолов в почвенном покрове составляет более 7,4 % (таблица 7.1).

На минеральные почвы иного гранулометрического состава в равнинной части приходится значительно меньшая часть.

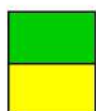
По содержанию гумуса преобладающие почвы края относятся к мало- и среднегумусированным. Многогумусовыми являются черноземы, темно-серые почвы и дерново-карбонатные почвы, но их суммарная доля в почвенном покрове менее 2%.

Для определения перечня почв, для которых на данном этапе необходимо разработать нормативы ДОСНП проведен анализа перечня основных типов почв региона (таблица 7.1) и схемы размещения объектов нефтепромыслов (рисунок 7.1).

Таблица 7.1 – Перечень основных типов и подтипов почв региона

	<b>Почвы</b>	<b>Состав почвенного покрова, %</b>
1	Глее-подзолистые	0,2
2	Подзолистые, преимущественно мелкоподзолистые	0,02
3	Подзолистые, преимущественно неглубокоподзолистые	4,7
4	Подзолистые, преимущественно глубокоподзолистые	8,4
5	Подзолистые, преимущественно сверхглубокоподзолистые	5,9
6	Подзолистые поверхностно-глееватые	1,1
7	Торфяно- и торфянисто-подзолисто-глеевые	1,7
8	Дерново-подзолистые преимущественно мелко-и неглубокоподзолистые	2,8
9	Дерново-подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые	18,3
10	Дерново-подзолистые преимущественно глубокоподзолистые	20,8
11	Дерново-подзолистые иллювиально-железистые	0,8
12	Подзолы иллювиально-железистые (подзолы иллювиально-малогумусовые)	7,4
13	Подзолы иллювиально-железистые и иллювиально-гумусовые без разделения (подзолы иллювиально- мало- и многогумусовые)	0,5
14	Подзолы глеевые торфянистые и торфяные, преимущественно иллювиально гумусовые	0,6
15	Подбуры таежные (без разделения)	0,03
16	Буро-таежные иллювиально-гумусовые (буроземы грубогумусовые иллювиально-гумусовые)	6,5
17	Буроземы таежные (буроземы грубогумусовые)	0,1
18	Дерново-карбонатные (включая выщелоченные и оподзоленные)	0,9
19	Дерново-глеевые и перегнойно-глеевые	0,1
20	Светло-серые лесные	2,5
21	Серые лесные	0,1
22	Темно-серые лесные	0,5
23	Черноземы оподзоленные	0,4

	<b>Почвы</b>	<b>Состав почвенного покрова, %</b>
24	Торфяные болотные верховые	3,1
25	Болотные переходные	0,1
26	Торфяные болотные низинные	0,1
27	Пойменные кислые	4,1
28	Пойменные слабокислые и нейтральные	2,9
29	Пойменные заболоченные	1,2
30	Горные лесо-луговые	2,2
31	Торфяные болотные верховые и торфяные болотные переходные	0,2
32	Вода	1,9



- типы почв, по которым установлены региональные нормативы ДОСНП в 2019 г.

- типы почвы, для которых на данном этапе необходимо разработать нормативы ДОСНП

Исходя из анализа структуры почвенного покрова Пермского края и размещения в нём объектов нефтепромыслов, целесообразно включить в перечень основных почв региона, для которых разрабатываются единые значения допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации, преобладающие в местах развитого нефтепромысла нижеследующие почвы:

1. Дерново-подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые
2. Дерново-карбонатные (включая выщелоченные и оподзоленные)
3. Светло-серые лесные
4. Темно-серые лесные
5. Пойменные

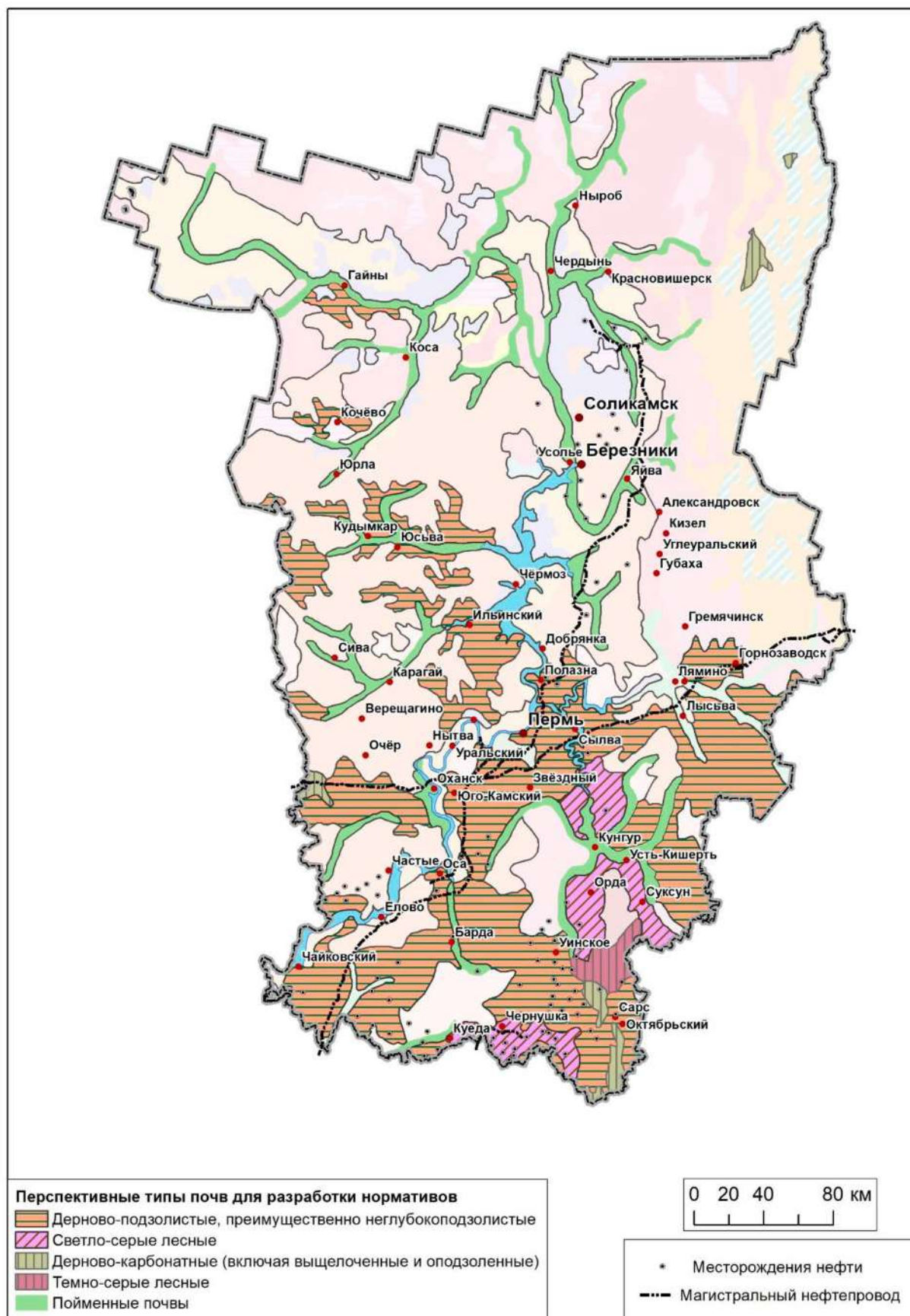


Рисунок 7.1 – Схема распространения предложенных типов почв

## 8. Фоновое содержание нефти и нефтепродуктов в почвах

Одним из подходов выявления загрязненности почв различными загрязняющими веществами, в том числе нефтью и продуктами ее трансформации, является сравнение значений с фоновыми. В ряде документов дается определение фонового содержания, фоновой почвы:

Фоновое содержание – содержание химических веществ в почвах территорий, не подвергающихся техногенному воздействию или испытывающих его в минимальной степени (МУ 2.1.7.730-99).

Почва фоновая (почва фоновых территорий) – почва, сопоставление с состоянием которой позволяет установить и оценить превышение естественного уровня содержания контролируемых элементов и загрязнение почв на локальном, региональном, глобальной уровнях (Оценка почв и грунтов..., 2001).

Из-за разнообразия природно-климатических, эколого-географических условий, уровней техногенной нагрузки, наличия выходов нефти на дневную поверхность фоновые значения нефтепродуктов для разных регионов имеют различные концентрации.

По данным ряда исследований, проводившихся в нефтегазозагрязненных районах Западной Сибири (Шор, Хуршудов, 2000; Бачурин и др., 1998), содержание нефтепродуктов в разных типах почв и донных отложений имело положительную зависимость от общего содержания в образцах органического вещества. Обычно максимальные концентрации углеводородов (нефтепродуктов) фиксировались в торфяных отложениях, что связано не только с их высокой сорбционной способностью, но и присутствием сингенетических органических веществ, которая определялась как «нефтепродукты».

По результатам исследований, проведенных в Тюменской области, в среднем содержание нефтепродуктов в почве составляет около 65 мг/кг, однако, учитывая тип почв колеблется от 0,001 в песчаных подзолистых почвах до 800 мг/кг в болотных торфяных почвах (Шор, Хуршудов, 2000). Для Томской области, так же отмечается высокое фоновое содержание нефтепродуктов в болотных торфяных почвах, минимум которого составляет 935 мг/кг, а максимум – 2515 мг/кг. Для минеральных почв эти значения изменяются от 25 до 313 мг/кг почвы. По данным Мосаловой Е.И. значение концентрации нефтепродуктов в почве изучаемого фонового участка г. Оренбурга составляет 8,4 мг/кг в осенний период и 15,1 мг/кг – в весенний период (Проект Норматива допустимого остаточного содержания нефти...).

Согласно данным, приведенным в ежегоднике «Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2009 году» для почв

Самарской области фоновые концентрации нефтепродуктов составляют 50 мг/кг, для Оренбургской, Иркутской и Омской областей – 40 мг/кг, в республике Татарстан этот показатель равен 70 и 73 мг/кг для г. Набережные Челны и г. Нижнекамск, соответственно, а в г. Казань – 50 мг/кг. Для городов Западной Сибири значения фоновых концентраций изменяются от 26 до 58 мг/кг для Кемерово и Новокузнецка до 115 и 160 мг/кг для Новосибирская и Томска, соответственно (Проект Норматива допустимого остаточного содержания нефти...).

Выявлено, что в незагрязненных почвах на территориях месторождений нефти в любых физико-географических условиях содержится определенное количество битуминозных веществ, и они создают региональный фон (Солнцева, 1998). Содержание собственно почвенные битуминозные вещества в «фоновых» почвах нефтепромыслов составляет десятые-сотые доли грамма на 1 кг почвы (таблица 8.1).

Уровни концентраций битуминозных веществ неодинаковы для почв разных природных комплексов и определяется их генетическими свойствами. Но при равных природных условиях наиболее высокая концентрация битуминозных веществ отмечена для тундровых и болотных почв, особенно, для их торфяных горизонтов, где относительное и абсолютное содержание битумоидов прямо зависит от содержания в растениях растительных смол и других, близких к ним соединений. Четкой связи между содержанием битумоидов и аналитическими свойствами почв в зональном ряду почв не выявлено, но отчетливо проявляется прямая зависимость содержания битумоидов от содержания гумуса (Ильичев, 2000).

Кроме того, как показали исследования Пиковского Ю.И. (1981), для каждого нефтедобывающего района существует свой фон содержания битуминозных веществ и на территориях нефтяных месторождений следует различать два вида загрязнения: региональное, связанное с разносом загрязнителя по всей территории, и импактное, связанное с аварийной обстановкой в каком-либо звене технологической цепи.

Таблица 8.1 – Варьирование содержания битуминозных веществ в незагрязненных почвах разных нефтедобывающих районов России (Солнцева, 1998)

Природные условия	Почва	Индекс горизонта	Глубина, см	БВ (гексановая фракция), г/кг
Типичная тундра	Тундровые дерново-глеевые	A <sub>1</sub>	5-27	0,01
		A <sub>1</sub> B <sub>g</sub>	27-32	0,06
		B <sub>g</sub>	32-50	0,01
Южная тундра	Торфяно-перегнойно-глеевые	T <sub>1</sub>	0-13	0,60
		T <sub>2</sub>	13-26	0,05
		A <sub>g</sub>	26-31	0,08
		G	31-36	1,50

Природные условия	Почва	Индекс горизонта	Глубина, см	БВ (гексановая фракция), г/кг
Южная тайга Пермского Прикамья	Дерново-подзолистые лесные	A <sub>0</sub>	0-6	0,10
		A <sub>1</sub>	6-17	0,10
		A <sub>2</sub>	17-30	0,02
		A <sub>2</sub> B	30-72	0,02
		B	72-90	0,15
Лесостепь Пермского Прикамья	Серые лесные	Aпак	0-24	0,02
		A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	24-34	0,01
		A <sub>2</sub> B	34-44	0,01
		B	44-54	0,01

На территории Пермского края, в связи с рельефом, неоднородностью материнских почвообразующих пород и биоклиматических условий наблюдается большая пестрота почв (Н.Я. Коротаев, 1962; Национальный атлас почв РФ, 2011).

В северных районах под мохово-кустарничковыми среднетаежными пихтово-еловыми лесами на сравнительно бедных основаниях покровных суглинках и глинах развиты подзолистые почвы, на песчаных отложениях – подзолы, в условиях избыточного увлажнения - почвы болотно-подзолистого и болотного типов.

В центральных и южных районах области на элювиально-делювиальных глинах и суглинках, которые сравнительно богаче основаниями, под пологом лиственно-хвойных травяных лесов сформировались почвы дерново-подзолистые. На склонах холмов при близком залегании известковых материнских пород представлены дерново-карбонатные глинистые почвы. В пониженных элементах рельефа под воздействием минерализованных почвенно-грунтовых вод образовались почвы дерново-глеевого типа.

Особое место занимают почвы Кунгурской лесостепи - оподзоленные и, в небольшом количестве, выщелоченные черноземы, темно-серые, серые и светло-серые почвы.

В горной полосе и западных предгорьях Урала, сформировались разнообразные типы буроземов и горных лесо-луговых почв.

Для каждого района существует свой региональный фон содержания углеводов в почвах. Этот фон колеблется в широких пределах - от 10 до 500 мг на 1 кг сухого веса почвы (Пиковский, 1993).

Подзолистые, дерново-подзолистые и серые лесные почвы имеют преимущественно тяжелосуглинистый гранулометрический (механический) состав.

Песчаными и супесчаными почвами являются подзолы иллювиально-железистые, иллювиально-гумусовые, глеевые торфянистые, сформировавшиеся в северной части края на водно-ледниковых и озерно-ледниковых легких породах. Из-за недоработанной



систематики почв они слабо представлены на почвенной карте 1989 г. Эта ошибка исправлена на карте в Национальном атласе почв РФ (2011), где доля подзолов в почвенном покрове составляет более 7,4 %.

На минеральные почвы иного гранулометрического состава в равнинной части приходится значительно меньшая часть.

По содержанию гумуса преобладающие почвы края относятся к мало- и среднегумусированным. Многогумусовыми являются черноземы, темно-серые почвы и дерново-карбонатные почвы, но их суммарная доля в почвенном покрове менее 2%.

Биодеградация нефтяных углеводородов интенсивнее протекает в присутствии кислорода, а в переувлажненных почвах разложение этих веществ замедляется из-за низкой микробиологической активности. Общая доля переувлажненных почв, имеющих торфяной горизонт (Торфяные болотные верховые, Болотные переходные и Торфяные болотные низинные) составляет 3,3 %.

По данным экспериментов, выполненных в рамках данной работы, в фоновых пробах почв уже содержатся нефтепродукты естественного происхождения (таблица 8.2).

Таблица 8.2 – Содержание нефтепродуктов в фоновых почвенных образцах

№ пробы	Вид почвы	Содержание нефти г/кг почвы	
		Внесенная доза	Результат определения
1	Дерново-подзолистая почва	0	0,5±0,02
2	Дерново-карбонатная почва	0	0,8±0,1
3	Светло-серая почва	0	0,45±0,15
4	Темно-серая почва	0	0,4±0,2
5	Пойменная почва	0	1,7±0,2

Контрольные образцы почв Пермского края (без внесения нефти) характеризовались фоновым содержанием общего битумоида на уровне 0,4-0,8 г/кг сухой почвы, при этом для пойменной почвы был зарегистрирован наиболее высокий (1,7 г/кг сухой почвы) фоновый уровень битумоида, по-видимому, в результате высокого содержания природных углеводородных компонентов.

## 9. Антропогенная нагрузка на территорию Пермского края

Пермский край является одним из развитых промышленных регионов, имеет высокий экономический потенциал. Доминирующее положение в региональной экономике занимает промышленность. Основными видами экономической деятельности, в которых специализируются пермские промышленные предприятия, являются добыча топливно-энергетических полезных ископаемых, целлюлозно-бумажное, химическое, металлургическое производство, производство нефтепродуктов, машин и оборудования, производство и распределение электроэнергии, газа и воды (Охрана окружающей среды...).

Текущая хозяйственная деятельность предприятий обуславливает высокое негативное воздействие на окружающую среду, приводит к деградации природных комплексов, загрязнению атмосферного воздуха, водных объектов, почвенного покрова. Данный раздел составлен по материалам Ежегодного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края», материалов сайтов государственных органов исполнительной власти – Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края, Управления Росприроднадзора по Пермскому краю, Государственной инспекции по экологии и природопользованию.

Лидерами в отдельных категориях воздействий стабильно являются территории с развитой промышленной и транспортной инфраструктурой, это промышленные центры – Березники, Пермь, Соликамск, и муниципальные районы – Чусовской, Чайковский, Пермский, Добрянский, Горнозаводской, Лысьвенский, Губахинский (Антропогенная нагрузка...).

Минимальную антропогенную нагрузку ощущают территории с развитой сельскохозяйственной и лесопромышленной отраслями, на которых не расположены магистральные нефтегазопроводы, и отсутствуют предприятия по добыче полезных ископаемых – нефть, газ, уголь (Антропогенная нагрузка...).

**Воздействие на атмосферный воздух.** По данным федерального статистического наблюдения на 809 обследованных предприятиях и организациях Пермского края различных видов экономической деятельности функционировало 32,6 тыс. стационарных источников загрязнения. Из общего количества предприятий, 84,5 % имели установленный норматив предельно допустимых выбросов (Доклад «О состоянии..., 2017).

Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в 2018 году составили 292,773 тыс. т, в том числе: твердых веществ – 11,665 тыс. т, диоксида серы – 10,532 тыс. т, оксид углерода – 67,773 тыс. т, оксидов азота – 40,277 тыс. т, углеводородов

(без летучих органических соединений – ЛОС) – 105,229 тыс. т, ЛОС – 54,885 тыс. т, прочих газообразных и жидких – 2,412 тыс. т.

Выбросы загрязняющих веществ от передвижных источников в 2018 году составили 365,319 тыс. т.

Показатель валового выброса в атмосферу показывает стабильный рост за период с 2014 г. по 2018 г. Выброс за данный период увеличился на 76,2 тыс. тонн. Динамика выбросов, отходящих от стационарных и передвижных источников в Пермском крае, представлена на рисунке 9.1.



Рисунок 9.1 – Валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух по Пермскому краю (Доклад «О состоянии..., 2019).

Поступило на очистку загрязняющих веществ 923,989 тыс. т, в том числе: твердых веществ – 819,402 тыс. т, диоксида серы – 0,761 тыс. т, оксид углерода – 35,045 тыс. т, оксидов азота – 15,013 тыс. т, углеводородов (без ЛОС) – 0,093 тыс. т, ЛОС – 10,183 тыс. т, прочих газообразных и жидких – 43,492 тыс. т.

Из поступивших на очистку уловлено 918,789 тыс. т загрязняющих веществ, в том числе: твердых веществ – 817,191 тыс. т, диоксида серы – 0,433 тыс. т, оксид углерода – 33,954 тыс. т, оксидов азота – 14,130 тыс. т, углеводородов (без ЛОС) – 0,092 тыс. т, ЛОС – 9,806 тыс. т, прочих газообразных и жидких – 43,183 тыс. т, из них утилизировано – 690,837 тыс. т, в том числе: твердых веществ – 674,664 тыс. т, диоксида серы – 0,088 тыс. т, оксидов азота – 14,117 тыс. т, ЛОС – 0,564 тыс. т, прочих газообразных и жидких – 1,403 тыс. т.

Наибольшая экологическая нагрузка приходится на города и районы, где сосредоточены крупные промышленные предприятия и газоперекачивающие станции –

это города Пермь и Березники, а также Горнозаводский, Добрянский, Соликамский, Чайковский, Чусовской муниципальные районы.

**Воздействие на водные объекты.** В Пермском крае до 2012 года наблюдается стабильная тенденция к уменьшению объемов забора свежей воды из поверхностных водных объектов и объемов сброса сточных вод. В 2013 году отмечено увеличение забора свежей воды из поверхностных водных объектов и сброса сточных вод за счёт увеличения выработки электроэнергии на основном водопользователе водных ресурсов Камского водохранилища Филиал «Пермская ГРЭС» г. Добрянка. С 2014 по 2016 году показатели водопользования приобретают тенденцию к снижению. В 2017 году наблюдалось незначительное увеличение по забору и сбросу. В 2018 г. забор свежей воды из поверхностных водных объектов составил 1 412,54 млн. м<sup>3</sup>, что на 132,4 млн. м<sup>3</sup> меньше, чем в 2017 году (Доклад «О состоянии...», 2019).

Сброс сточных вод в поверхностные водные объекты составил 1 421,29 млн. м<sup>3</sup>, что на 133,62 млн. м<sup>3</sup> более, чем в 2017 году. Уменьшение основных показателей водопотребления связано с уменьшением выработки электроэнергии и увеличением использования оборотной воды на Филиале «Пермская ГРЭС» АО «Интер РАО-Электрогенерация». Объем забора свежей воды предприятиями теплоэнергетики и сброса сточных вод нормативно-чистых составляет около 80 % от всей забираемой и сбрасываемой воды в Пермском крае. До 2013 года наблюдалось устойчивое увеличение сброса загрязненных сточных вод, но с 2014 года эти показатели стали уменьшаться. В 2018 году снижение сброса сточных вод продолжилось. Так в 2018 году объем сброса загрязненных сточных вод составил 211,85 млн. м<sup>3</sup> (меньше на 105,29 млн. м<sup>3</sup>, чем в 2017 году), в том числе без очистки 74,34 млн. м<sup>3</sup> (меньше на 1,75 млн. м<sup>3</sup>, чем в 2017 году) (Доклад «О состоянии...», 2019).

Со сточными водами в 2018 году в водные объекты было сброшено 925,03 тыс. т загрязняющих веществ, что меньше на 97,08 тыс. т, чем в 2017 году. Это связано с уменьшением сухого остатка по ООО «Сток» в связи с изменением условий осаждения в промканале, а также с уменьшением массы взвешенных веществ по ООО «Соликамский магниевый завод» по причине некорректно указанных масс загрязняющих веществ в отчетной форме 2017 года (Доклад «О состоянии...», 2019). Динамика сброса загрязненных сточных вод за 2014-2018 годы приведена на рисунке 9.2.

Основными загрязнителями на территории Пермского края в 2018 году остались ООО «Сток», г. Березники 515,82 тыс. т, СКРУ-1 ПАО «Уралкалий» 187,12 тыс. т и Пермский филиал ООО «Новогор-Прикамье» (г. Пермь) 72,03 тыс. т, что составило 83,78

% от общей массы загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами в поверхностные водные объекты Пермского края, а именно Камское и Боткинское водохранилище. Все предприятия имеют действующие нормативы допустимых сбросов (НДС). На ООО «Новогор-Прикамье» в 2018 году на биологических очистных сооружениях (БОС) достигнута нормативная очистка. По двум другим указанным предприятиям очистные сооружения не обеспечивают нормативную очистку сточных вод.

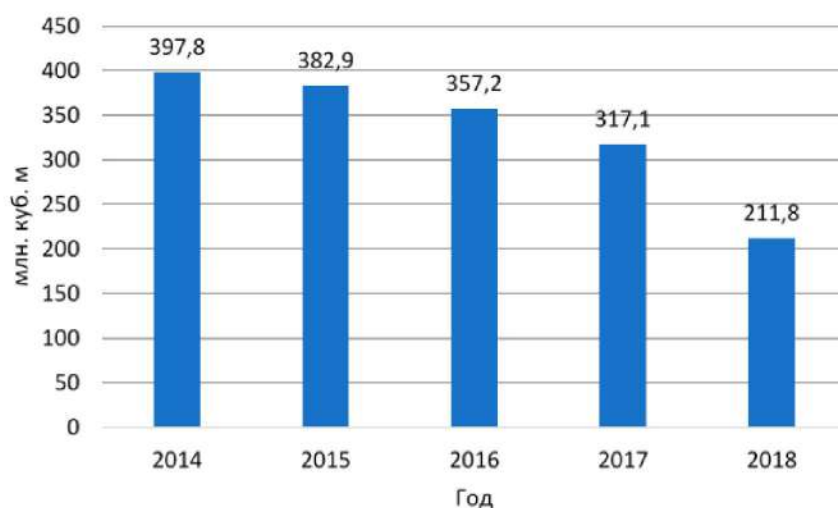


Рисунок 9.2 – Динамика сброса загрязненных сточных вод за 2014-2018 годы (Доклад «О состоянии...», 2019).

В 2018 году по Пермскому краю объем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения увеличился на 222,83 млн. м<sup>3</sup> и составил 2 090,82 млн. м<sup>3</sup>. Основное увеличение объемов оборотной воды произошло за счет увеличения часов работы энергоблока № 4 с использованием оборотной воды в 2 раза на Филиале «Пермская ГРЭС» АО «Интер РАО-Электрогенерация».

В 2018 году закончена реконструкция очереди ПНОС на БОС ООО «Новогор-Прикамья» по сбросу в Боткинское водохранилище. Продолжается наладка на БОС Кунгурского ГМПУ «Водоканал» г. Кунгур. Нормативная очистка до сих пор не достигнута. Показатель мощности очистных сооружений фактически остался на уровне прошлого года (изменение 1,87 % в сторону уменьшения) (Доклад «О состоянии...», 2019).

### **Отходы производства и потребления.**

В Пермском крае в результате хозяйственной деятельности предприятий образуется более 2000 видов отходов производства и потребления. В связи с этим, обеспечение безопасного обращения с отходами производства и потребления, в первую очередь их размещение в окружающей среде, остается одной из важнейших экологических задач в сфере обращения с отходами.

В 2018 году объем образования отходов производства и потребления в целом по краю составил 45,7 млн т.

На объектах размещения отходов на конец 2018 года накоплено 841,4 млн т, в том числе на объектах ПАО «Уралкалий» - 628,15 млн т.

Основными предприятиями, формирующими высокий показатель образования и размещения отходов в Пермском крае, являются предприятия, осуществляющие деятельность по добыче минерального сырья для химических производств и производства удобрений (ПАО «Уралкалий», ООО «Еврохим – Усольский калийный комбинат»), добыче руд и песков драгоценных металлов (золота, серебра и металлов платиновой группы) ООО «Вега», ООО «Артех»), химического производства (АО «Березниковский содовый завод»), добыче известняка, гипсового камня и мела (ОАО «Ергач», ООО «Прикамская гипсовая компания», ООО «Белый камень»), металлургического производства (АВИСМА филиал ОАО «Корпорация «ВСМПО-АВИСМА»), целлюлозно-бумажного производства (ОАО «Соликамскбумпром»).

Сводные сведения об образовании, использовании, обезвреживании и размещении отходов производства и потребления, по данным обработки статистической отчетности 2-ТП (отходы) предприятий Пермского края, за 2011-2018 годы приведены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Сведения об образовании, использовании, обезвреживании и размещении отходов производств и потребления за 2011-2018 годы, млн.т. (Доклад «О состоянии..., 2019).

Год	Образование отходов за отчетный год	Использовано и обезврежено в течение года	Размещено отходов за отчетный год	Накоплено в организациях на конец отчетного года
2011	42,7	18,3	26,9	762,0
2012	37,0	16,2	23,3	782,4
2013	36,3	15,2	23,1	749,9
2014	41,0	13,9	28,9	778,3*
2015	41,0	16,1	27,2	817,7*
2016	38,9	17,9	23,3	817,4*
2017	41,2	20,6	22,2	816,8*
2018	45,7	27,6	22,1	841,4*

\* В объем накопленных отходов за 2014-2018 годы включены объемы отходов ЗАО «Уралалмаз» по данным статистической отчетности предприятия за 2013 год. Отчетность по форме 2-ТП (отходы) ЗАО «Уралалмаз» за 2014-2018 годы не была представлена ввиду банкротства юридического лица.

### **Воздействие на земельные ресурсы.**

Площадь Пермского края на 1 января 2019 года составляет 16 023,6 тыс. га. В структуре земельного фонда значительную площадь занимают земли лесного фонда – 10 172,8 тыс. га или 63,5% территории края, площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет 4 309,1 тыс. га или 26,9% территории, земли запаса занимают 408,2 тыс.



га или 2,5%, земли населенных пунктов – 446,6 тыс. га или 2,8%. Остальные категории земель составляют в совокупности 4,3 % территории края (рисунок 9.3) (Доклад «О состоянии...», 2019).

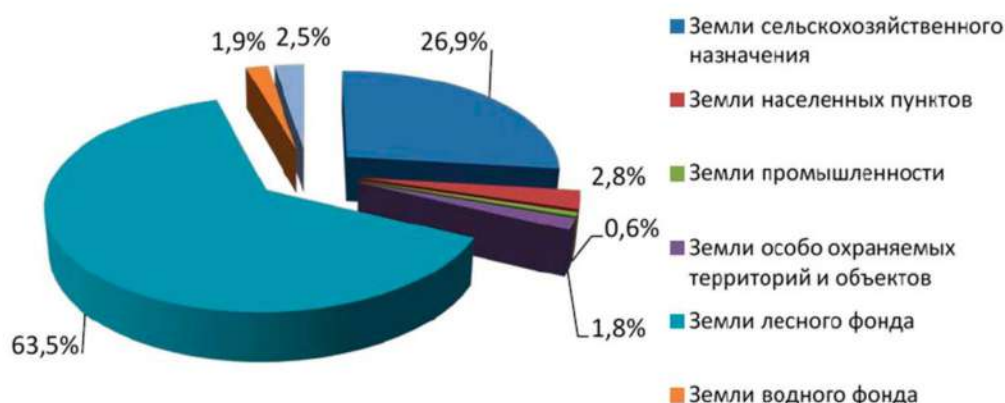


Рисунок 9.3 – Распределение земельного фонда по категориям земель (Доклад «О состоянии...», 2019).

Распределение земель края по категориям и их изменение показано в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Распределение земель Пермского края по категориям за 2017-2018 годы, тыс. га (Доклад «О состоянии...», 2019).

Категория земель	Площадь		
	2017 г.	2018 г.	2017 г. к 2018 г.
Земли сельскохозяйственного назначения	4309,1	4308,9	-0,2
Земли населенных пунктов	446,6	445,1	-1,5
Земли промышленности, энергетики, транспорта и иного специального назначения	99,3	100,9	+1,6
Земли особо охраняемых территорий и объектов	283,5	283,5	-
Земли лесного фонда	10172,7	10172,8	+0,1
Земли водного фонда	304,2	304,2	-
Земли запаса	408,2	408,2	-
Итого	16023,6	16023,6	-

Площадь категории земель сельскохозяйственного назначения уменьшилась на 0,2 тыс. га и составляет 4 308,9 тыс. га за счет перевода 0,1 тыс. га в категорию земель населенных пунктов и 0,1 тыс. га в категорию земель лесного фонда. Площадь категории земель лесного фонда составила 10 172,8 тыс. га.

Площадь категории земель населенных пунктов уменьшилась на 1,5 тыс. га и составляет 445,1 тыс. га. За 2018 год в данной категории произошли следующие изменения: увеличение на 0,1 тыс. га за счет категории земель сельскохозяйственного назначения; уменьшение вследствие исключения земельных участков из границ населенного пункта в связи с переводом в категорию земли промышленности 1,6 тыс. га.

Лесные экосистемы находятся в состоянии постоянного изменения, и одним из важнейших факторов их динамики является человек, причем не только его современная деятельность, но и лесопользование в предыдущие столетия (Рысин, 2009).

**Воздействие от нефтепромыслов.** На территории Пермского края открыто 237 месторождений углеводородного сырья (УВС), в т.ч. 7 месторождений на пограничных территориях: Анельское разведываемое газовое, Байсаровское разрабатываемое нефтяное, Биавашское разрабатываемое газонефтяное, Каюмовское разрабатываемое газонефтяное, Кулигинское разрабатываемое газонефтяное, Мишкинское разрабатываемое нефтяное, Татышлинское разрабатываемое газонефтяное (Характеристика состояния...).

Всего по Пермскому краю суммарные разбуренные технологически извлекаемые запасы нефти на разрабатываемых месторождениях кат.  $A+B_1$  – 534,915 млн. т, на разведываемых кат.  $C_1$  – 16,624 млн. т, всего: кат.  $A+B_1+C_1$  – 551,539 млн.т. Неразбуренные извлекаемые запасы (оцененные) на разрабатываемых месторождениях составляют кат.  $B_2$  – 55,173 млн. т, на разведываемых кат.  $C_2$  – 6,118 млн. т, кат.  $B_2+C_2$  – 61.291 млн.т.

Разбуренные технологические извлекаемые запасы свободного газа, включая газ газовых шапок, на разрабатываемых месторождениях кат.  $A+B_1$  – 23,200 млрд.  $m^3$ , на разведываемых – кат.  $C_1$  – 4,618 млрд.  $m^3$ , всего: кат.  $A+B_1+C_1$  – 27,818 млрд.  $m^3$ . Неразбуренные извлекаемые запасы (оцененные) на разрабатываемых месторождениях составляют кат.  $B_2$  6,089 млрд.  $m^3$ , на разведываемых кат.  $C_2$  – 1,676 млрд.  $m^3$ , кат.  $B_2+C_2$  – 7,765 млрд.  $m^3$ .

Всего по Пермскому краю извлекаемые запасы растворенного газа составляют по кат.  $A+B_1$  – 30,075 млрд  $m^3$ , кат.  $C_1$  – 1,176 млрд  $m^3$ , всего (кат.  $A+B_1+C_1$  – 31.251 млрд  $m^3$ ); неразбуренные кат.  $B_2$  – 3,137 млрд  $m^3$ , кат.  $C_2$  – 0,924 млрд  $m^3$ , всего (кат.  $B_2+C_2$  – 4,061 млрд  $m^3$ ).

Из 237 месторождений Пермского края 201 – нефтяные, 23 – газонефтяные, 3 – нефтегазовые, 7 – нефтегазоконденсатные и 3 – газовые (рисунок 9.4).

В распределенном фонде недр насчитывается порядка 180 месторождений углеводородного сырья. Суммарные извлекаемые запасы нефти составляют по категориям  $A+B+C_i$  более 500 млн. т.

В нераспределенном фонде более 50 месторождений с суммарными извлекаемыми запасами нефти категорий  $A+B+C_1$  в объеме более 40 млн. т. (все месторождения относятся к категории мелких).

Разведанными запасами углеводородного сырья при современном уровне добычи Пермский край обеспечен более чем на 30 лет.



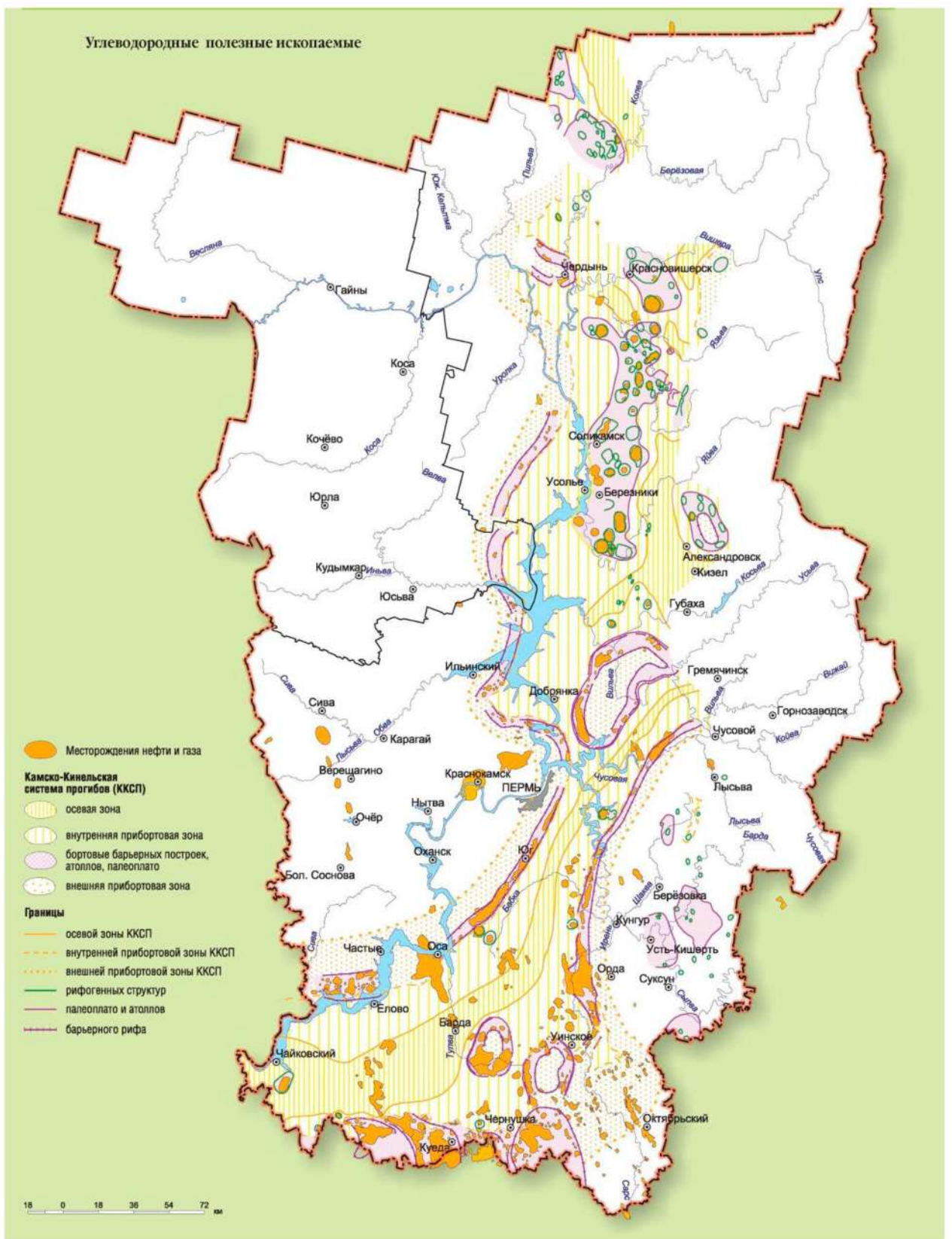


Рисунок 9.4 – Углеводородные полезные ископаемые Пермского края (Атлас Пермского края, 2012)

В этой отрасли осуществляет деятельность 38 компаний (таблица 9.3).

Таблица 9.3 – Перечень компаний, осуществлявших деятельность в нефтегазовой отрасли Пермского края в 2018 году (Доклад «О состоянии...», 2019).

№ п/п	Название компании	Виды лицензий*			Всего лицензий
		НЭ	НР	НП	
1	ООО «АВК Инвест»		1		1
2	ООО «Аспект-Профит»	1			1
3	ООО «Боркмосское»	1			1
4	ООО «Борей»			2	2
5	ООО «Высоковское»	1		1	2
6	ООО «Георесурс М»			1	1
7	ООО «Геосервис»		1		1
8	ООО «Группа компаний «ХимРесурс»	1			1
9	ООО «Дальпромсинтез»			2	2
10	АО «Институт развития организационных структур топливно-энергетического комплекса»	1			1
11	ООО «Комарихинское»	1			1
12	ООО «Кулигинское»	1			1
13	ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»	75	19	7	101
14	ООО «Марковское»		1		1
15	ООО «Нефтьэнергоресурс»			6	6
16	ООО «Октябрьская нефтегазовая компания»			1	1
17	ООО «Опаринская нефтяная компания»		1	1	2
18	ОАО «Пермьоблнефть»	2		1	3
19	ООО «ПермТОТИнефть»	2			2
20	ООО «Прэфо»		1		1
21	ООО «РИД Ойл-Пермь»	1		1	2
22	ООО «Сиаль»	2	3		5
23	ООО «Таежное»		1		1
24	ООО «ТАКС»	1			1
25	ООО «Тулымнефть»	1			1
26	ООО «УНК-Пермь»	1	1		2
27	ООО «УралОйл»	37	2		39
28	АО «Уралнефтесервис»	8	1		9
29	ООО «Урал-Нефть»	1			1
30	ООО «Уралтранснефть ЛТД»	1			1
31	ООО «Уральская нефтяная компания»	1			1
33	ООО «Федотовское»		1		1
34	ОАО «Чернушка Нефть»	1			1
35	ООО «Чусовнефть»		1		1
36	ООО «Щербинское»	1			1
37	ООО «Эльгранд»	2			2
38	ООО «Энергетическая компания «РИФ»	5			5
Итого:		150	34	23	207

\* НЭ – добыча углеводородного сырья (нефть, газ); НР – разведочные; НП – поисково-оценочные.

Наиболее крупные нефтедобывающие предприятия: ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», ООО «УралОйл», АО «Уралнефтесервис». В 2018 году в Пермском крае добыто 12 млн. т

нефти (Доклад «О состоянии...», 2019). Нефтяные месторождения компании «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» представлены на рисунке 9.5.

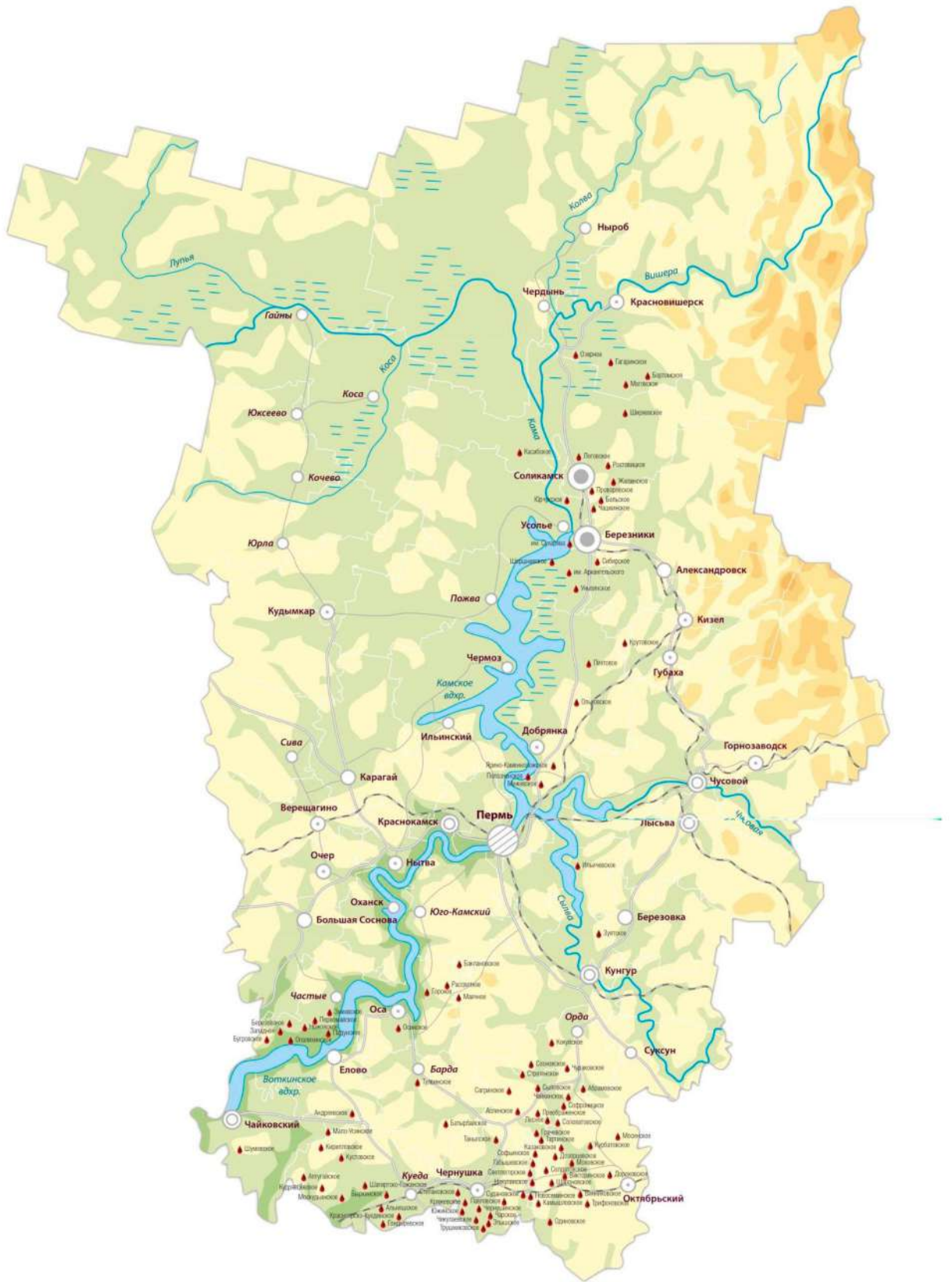


Рисунок 9.5 – Нефтяные месторождения Пермского края компании ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ (Нефтяные месторождения...)

## 10. Обоснование установления нормативов ДОСНП для почв Пермского края

Обоснование установленных значений ДОСНП выполнено в рамках научно-исследовательской работы (НИР) «Разработка проекта по дополнению региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края, утвержденных постановлением Правительства Пермского края от 20.12.2018 № 813-п».

В рамках НИР проведены следующие исследования с целью установления нормативов ДОСНП для почв Пермского края:

1. Разработка материалов по обоснованию региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края.
2. Прогноз последствий дополнения региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации (ДОСНП) на территории Пермского края с целью изучения их влияния на окружающую среду.
3. Разработка и реализация лабораторных экспериментов для обоснования нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края, в том числе:
  - использование вегетационного хронического эксперимента в соответствии с ГОСТ Р ИСО 22033-2009. В качестве тест-объектов использовать два вида растений – пшеницу яровую (*Triticum vulgare*) и горох посевной (*Pisum sativum*);
  - биотестирование на тест-объектах *Daphnia magna* и *Chlorella vulgaris*.
  - определение токсичности загрязненных нефтью почв, их влияния на окружающую среду. Количественная оценка экологического риска для объектов окружающей среды;
  - расчеты концентрации остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почве, которая не влияет на процессы самоочищения и почвенный микробоценоз:
    - по показателям фитотоксичности;
    - по поступлению в сопредельные среды:
      - 1) в подземные и поверхностные воды в количестве, не превышающем нормативы для водоемов;
      - 2) в атмосферный воздух в количестве, не превышающем нормативы.

Для экспериментальной оценки реакции почв на нефтезагрязнение на малонарушенных площадках в Пермском крае были отобраны смешанные образцы с глубины 0-20 см органогенно-гумусовых и минеральных горизонтов почвы. Места отбора проб показаны на рисунке 10.1. Период отбора – май 2019 г.



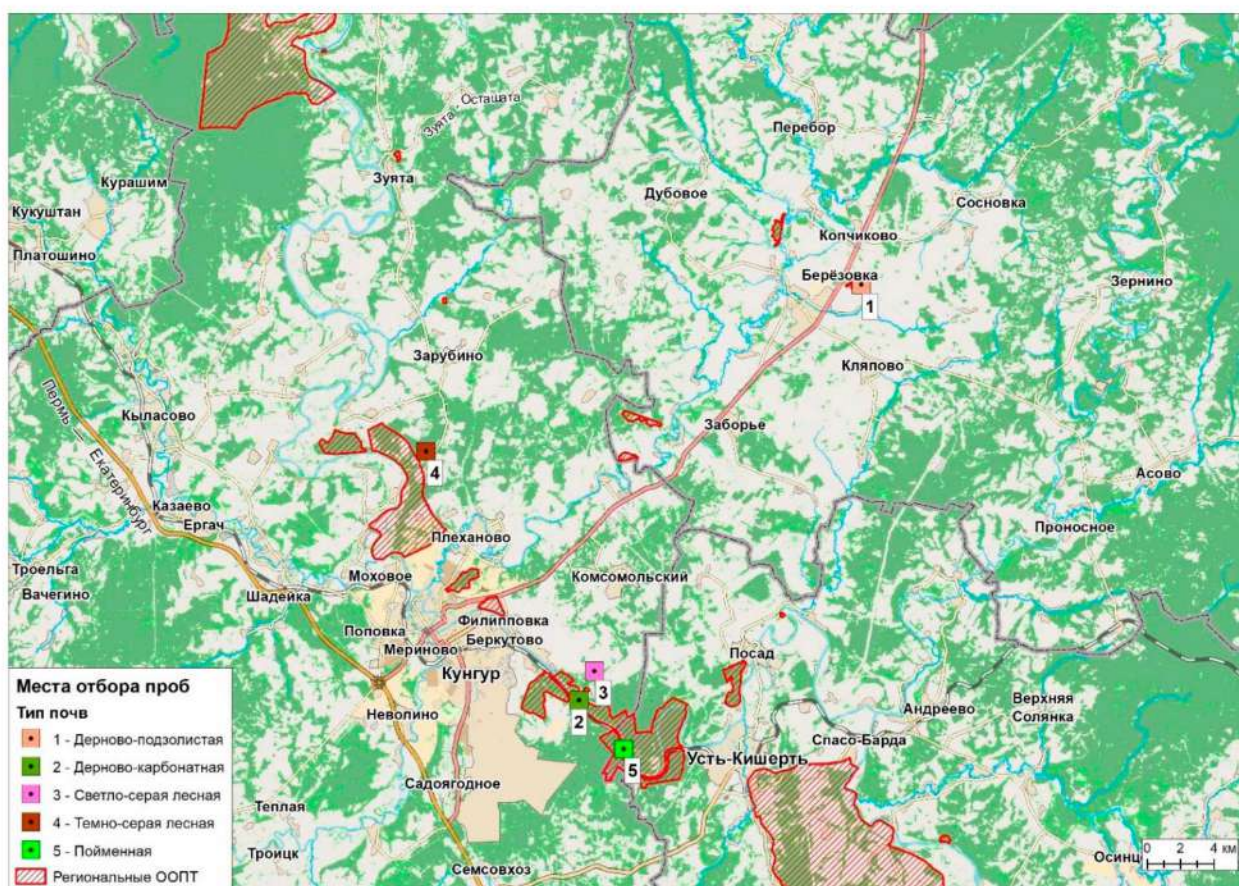


Рисунок 10.1 – Места отбора почв для экспериментов

Места отбора проб для экспериментов:

1. Дерново-подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые – Березовский муниципальный район, ООПТ «Березовский бор». Координаты площадки: 57° 37' 0,505" с.ш.; 57° 22' 15,582" в.д.
2. Дерново-карбонатные (включая выщелоченные и оподзоленные) – Кунгурский муниципальный район, ООПТ «Предуралье». Координаты площадки: 57° 23' 39,559" с.ш.; 57° 5' 16,904" в.д.
3. Светло-серые лесные – Кунгурский муниципальный район, вблизи ООПТ «Предуралье». Координаты площадки: 57° 24' 36,065" с.ш.; 57° 6' 12,834" в.д.
4. Темно-серые лесные – Кунгурский муниципальный район, вблизи ООПТ «Спасская и Подкаменная горы». Координаты площадки: 57° 31' 40,451" с.ш.; 56° 56' 9,078" в.д.
5. Пойменные – Кишертский муниципальный район, ООПТ «Предуралье». Координаты площадки: 57° 22' 5,135" с.ш.; 57° 7' 56,510" в.д.

Характеристика отобранных для проведения эксперимента почв

**Дерново-подзолистые** почвы имеют формулу профиля **AУ-EL-BEL-BТ-С** и диагностируются по наличию обособленного серогумусового (дернового) аккумулятивного

горизонта, элювиального горизонта, который через переходный субэлювиальный горизонт сменяется текстурным горизонтом (рисунок 10.2).

Гумусовый горизонт серых тонов, его мощность в среднем 5-8 см, но может достигать 15 см, редко больше. Структура непрочная, мелко-комковатая или порошистая. Постепенно, через осветление окраски переходит в элювиальный горизонт, всегда самый светлый в профиле.

Элювиальный горизонт может быть равномерно отбеленным (обычно в условиях слабого поверхностного гидроморфизма), но чаще разделяется на два подгоризонта. Верхний палевый подгоризонт окрашен за счет железосодержащих пленок на поверхности минеральных зерен и агрегатов; нижний - светлый, отбеленный на контакте с плотным текстурным горизонтом. В условиях особенно сильного оттока влаги (бровки террас, перегибы склонов и пр.) элювиальный горизонт может целиком приобретать светлые палевые тона. В средней или нижней части горизонта EL часто присутствует темноцветный органогенный (второй гумусовый) горизонт, как правило прерывистый и сильно деградированный. Общая мощность элювиального горизонта в дерново-подзолистых почвах составляет 10-30 см, по глубине залегания его нижней границы дерново-подзолистые почвы разделяют на поверхностно-, мелко-, неглубоко-, глубоко- и сверхглубокоподзолистые.

Переходный субэлювиальный горизонт (зона активной деградации текстурной толщи) представлен комбинацией светлых и бурых, иногда темных фрагментов, различающихся по сложению, гранулометрическому составу и структуре. Характерны мелкие и узкие языковатые внедрения светлого материала, проникающие в верхнюю часть текстурного горизонта. Наряду с этим возможно наличие глубоких светлых языков, выполненных материалом элювиального горизонта, которые, постепенно сужаясь, пронизывают практически всю текстурную толщу.

Текстурный горизонт дерново-подзолистых почв, самый плотный в профиле, бурый, часто с желтоватым или красноватым оттенком. Характерна многопорядковая структура: призмы делятся на горизонтальные плитки, раскалывающиеся на орехи. Четко выражены признаки иллювиирования глинистого и тонкопылеватого вещества в виде обильных многослойных кутан, покрывающих структурные отдельности всех уровней.

По цвету, структуре, выраженности иллювиирования и деградации текстурный горизонт обычно подразделяется на два или три подгоризонта.

Реакция почв чаще всего кислая по всему профилю, но возможна нейтральная в нижней, иногда в средней частях профиля при наличии унаследованных карбонатов. Содержание гумуса изменяется от 1,5 до 6% в гумусовом и от 0,2 до 0,5% в текстурном горизонтах. В составе гумуса преобладают фульвокислоты. Поглощающий комплекс ненасыщен основаниями.



**Дерново-карбонатные** почвы формируются в местах выхода или близкого к поверхности залегания пермских мергелей, известняков, доломитов (рисунок 10.3).



Рисунок 10.2 – Дерново-неглубоко-подзолистая почва



Рисунок 10.3 – Дерново-карбонатная почва

Направление почвообразования определяется присутствием карбонатов кальция (Протасова, 2009). Профиль формируется в основном под воздействием дерново-аккумулятивного процесса. Вынос оснований компенсируется поступлением кальция из обломков породы нейтрализующего кислоты, образующиеся при гумификации растительных остатков. Органическое вещество закрепляется в верхнем горизонте формируя серо- или тёмногумусовый горизонт, постепенно сменяющимся малоизмененной почвообразующей породой (тип профиля А-С). Срединный горизонт, как самостоятельное генетическое образование, не выражен: средняя часть профиля не имеет педогенной структурной организации, ясно обозначенных свидетельств суспензионного переноса, иллювиирования органоминеральных соединений, аккумуляции солей как результата миграции растворов и др. Возможно проявление перечисленных процессов на уровне признаков. Почвообразующая порода может быть представлена рыхлыми отложениями, элювием или делювием плотных пород. Серогумусовый горизонт серого цвета с коричневатым или буроватым оттенком и комковатой, иногда зернисто-комковатой структурой имеет мощность не более полуметра. Содержание гумуса до 4-6%.

При формировании тёмногумусового горизонта, его мощность обычно более 30 см с гумусом фульватно-гуматного состава и содержанием, превышающим 5-6% (до 10-12%). Тёмногумусовый горизонт имеет темно-серую до черной окраску с коричневым или буроватым оттенками, хорошо выраженную водопрочную комковатую или зернисто-комковатую структуру и рыхлое сложение (плотность близка к единице или меньше).

Профиль не дифференцирован или слабо дифференцирован по гранулометрическому и валовому химическому составам. Реакция почв нейтральная в верхней части профиля, в нижней щелочная; в профиле почв часто присутствует щебень, количество которого с глубиной увеличивается.

Серые лесные почвы формируются в южной части лесной зоны и лесостепи. Ранее в зависимости от степени выраженности гумусированности и элювиально-иллювиальной дифференциации профиля выделяли три типа этих почв: светло-серые, собственно серые и тёмно-серые. В классификации и диагностике почв России (2004) почвы отображенные на имеющихся почвенных картах как светло-серые лесные отнесены к типу дерново-подзолистых. **Светло-серая лесная почва** характеризуется наличием серогумусового аккумулятивного горизонта он имеет мощность до 20 см и комковатую или комковато-пороховидную структуру (рисунок 10.4). Формула почвенного профиля: **AY-AEL(EL)-BEL-VT-C**. В отличие от дерново-подзолистых почв, в светло-серых лесных почвах отсутствует обособленный чётко выраженный элювиальный горизонт EL. Его место занимает специфический гумусово-элювиальный горизонт AEL, имеющий комковатую, иногда плитчато-комковатую структуру и более светлую, чем в горизонт AY, окраску. При переходе от элювиальной толщи к текстурной выделяется субэлювиальный горизонт BEL, состоящий из комбинации белесых, светлых, бурых, иногда темных фрагментов, различающихся по сложению, гранулометрическому составу и структуре. Белесые и светлые фрагменты легче по гранулометрическому составу, бесструктурные или имеют тенденцию к горизонтальной делимости. Более темные суглинисто-глинистые фрагменты сохраняют элементы ореховатой структуры, свойственной текстурному горизонту.

Текстурный горизонт VT буро-коричневый, плотный, с отчетливо выраженной многопорядковой призмовидно-ореховатой структурой. Поверхность педов покрыта глянцевыми темно-серыми или темно-коричневыми кутанами, сформированными за счет иллювиирования органического вещества и глины, а также светлыми скелетанами.

В нижней части профиля (обычно глубже 110-120 см) возможно присутствие карбонатов в виде прожилок (псевдомицелия) и твердых конкреций. Реакция почв слабокислая, в нижней части может быть нейтральной, а при наличии карбонатов - слабощелочной. Содержание гумуса в горизонте AY составляет обычно 4-6%. В верхних



горизонтах поглощающий комплекс близок к насыщению, реже не насыщен основаниями. Их сумма составляет 20-40 мг-экв с преобладанием обменного кальция.

**Темно-серые лесные** почвы отличаются наличием темногогумусового аккумулятивного горизонта AU и отсутствием горизонта AEL. Формула почвенного профиля: **AU-AUe-BEL-BT-C** (рисунок 10.5).



Рисунок 10.4 – Светло-серая лесная почва

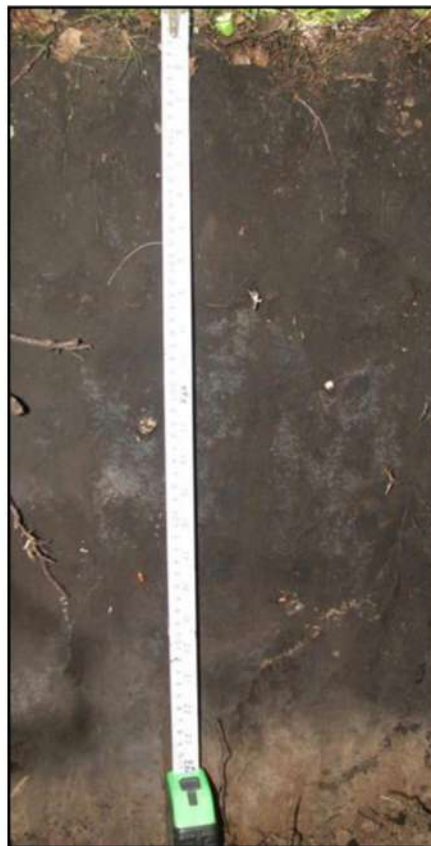


Рисунок 10.5 – Тёмно-серая лесная почва

Темногогумусовый горизонт имеет мощность 25-50 см и комковатую или зернисто-комковатую структуру. Его нижняя часть характеризуется осветлением за счет скелетан на поверхности педов. Субэлювиальный горизонт BEL является диагностическим при отделении от глинисто-иллювиальных чернозёмов. Текстурный горизонт отличается меньшей степенью деградации (меньшим внедрением светлого материала). Карбонаты могут присутствовать на той же глубине и представлены теми же формами новообразований, что и в светло-серых почвах. Содержание гумуса в горизонте AU 5-8% (до 10%), его состав фульватно-гуматный. Реакция среды слабокислая, иногда нейтральная, в горизонте, содержащем карбонаты - слабощелочная. Поглощающий комплекс обычно насыщен основаниями. Темно-серые почвы занимают как правило относительно пологие и пониженные поверхности.

**Пойменные (аллювиальные) почвы** формируются в условиях пойменного режима - регулярного отложения на поверхности поймы слоев свежего речного аллювия разного

гранулометрического состава. Мощность слоев варьирует от нескольких миллиметров до 10-20 см (рисунок 10.6).



Рисунок 10.6 – Пойменная (дерновая кислая) почва

Специфика профилей аллювиальных почв определяется комбинациями различных органогенных, гумусовых, глеевого, гидрометаморфического и слитого горизонтов, а также горизонтов гидрогенной аккумуляции железа и карбонатов. Профиль пойменной (дерновой кислой) почвы включает серогумусовый (дерновый) горизонт АУ серого или буровато-серого цвета, комковатый, часто с плохо диагностируемой слоистостью; обычно хорошо развита дернина. Заметны следы деятельности почвенной фауны. Мощность горизонта составляет 20-30 см, редко больше. Содержание гумуса 3-6%, иногда достигает 10%. Реакция среды кислая или слабокислая ( $\text{pH} < 6$ ), насыщенность поглощающего комплекса основаниями 60-80%. Почвы отличаются хорошей водопроницаемостью и аэрацией, преобладанием нисходящих токов влаги.

Формируются на относительно повышенных элементах рельефа центральной поймы под злаковыми лугами и пойменными лесами в условиях кратковременного затопления полыми водами.

Агрохимические и физические свойства отобранных для проведения эксперимента почв

Анализ эколого-агрохимических свойств почв был произведен с использованием оценочных таблиц по В.Ф. Валькову и др. (2004).

**Дерново-неглубокоподзолистая** почва тяжелосуглинистого гранулометрического состава характеризуются типичными физико-химическими свойствами (Коротаев, 1962). Она имеет кислую реакцию, пониженную обеспеченность гумусом и элементами питания растений, ненасыщенна основаниями (таблица 10.1).

В **дерново-карбонатной** почве отмечено повышенное содержание гумуса, реакция среды слабощелочная, в поглощающем комплексе преобладают Са и Mg, ЕКО обмена высокая, количество подвижного P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> низкое.

**Светло-серая лесная** характеризовалась средним содержанием гумуса, реакция слабокислая, почва насыщена основаниями. Оценка обеспеченности подвижным P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> показала низкий уровень его содержания. По количеству подвижного калия данную почву можно охарактеризовать как средне обеспеченную.

**Тёмно-серая лесная** почва при слабокислой реакции среды, отличалась очень высоким содержанием гумуса и самыми высокими среди обследованных почв показателями содержания подвижных азота, фосфора и калия. Почва ненасыщенна основаниями имеет высокую ёмкость катионного обмена.

**Пойменная почва** формируется в условиях регулярного затопления паводковыми водами, имеет резко кислую реакцию среды, низкое содержание гумуса и очень низкую обеспеченность элементами питания, сильно ненасыщенна основаниями, показатели ЕКО средние.

Таблица 10.1 – Агрохимические и физико-химические показатели поверхностных горизонтов контрольных образцов почв

С <sub>орг.</sub> , %	Гумус, %	pH <sub>вод</sub>	pH <sub>сол</sub>	NO <sub>3</sub> подв., мг/100 г	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> подв., мг/100 г	K <sub>2</sub> Oподв., мг/100 г	Н, мг-экв/100 г	ЕКО, мг-экв/100 г	V, %
<b>Дерново-подзолистая почва</b>									
1,2	2,1	5,7	4,7	1,7	0,9	7,9	3,4	10,2	66
<b>Дерново-карбонатная почва</b>									
4,0	6,9	7,8	7,0	5,1	3,1	-	-	42,1	-
<b>Светло-серая лесная почва</b>									
2,8	4,8	5,6	4,5	4,7	1,8	8,5	5,6	26,4	82
<b>Тёмно-серая лесная почва</b>									
6,0	10,3	5,8	4,8	8,6	3,1	12,1	14,3	45,3	68
<b>Пойменная почва</b>									
2,0	3,4	4,4	3,3	2,2	0,5	0,5	11,7	23	49

Н – гидролитическая кислотность, V – степень насыщенности основаниями.

Результаты анализа физических свойств почв показали, что поверхностные горизонты по большей части имеют тяжелосуглинистый гранулометрический состав, за исключением

серогумусового горизонта пойменной почвы, имеющего среднесуглинистый механический состав (таблица 10.2).

Все обследованные почвы обладали хорошей водоудерживающей способностью, что связано с их тяжелым гранулометрическим составом и сравнительно высокой гумусированностью. Водоудерживающая способность, выраженная в процентах от сухой массы варьировала в относительно узких пределах от 47% до 64%, наибольших значений достигала у дерново-неглубокоподзолистой и пойменной почв, наименьшей – у дерново-карбонатной.

Таблица 10.2 – Гранулометрический состав и физические свойства поверхностных горизонтов контрольных образцов почв

W, %	W <sub>H2Oc</sub> , %	Содержание механических элементов (в мм) и их содержание (в %)							Название почвы по гранулометрическому составу
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	Менее 0,001 мм	Менее 0,01 мм	
Дерново-подзолистая почва									
2,4	64	6,8	17,1	30,3	9,9	16,4	19,5	45,8	суглинок тяжёлый
Дерново-карбонатная почва									
6,3	47	5,9	26,3	19,8	6,3	10,3	31,4	48,0	суглинок тяжёлый
Светло-серая лесная почва									
1,8	53	4,6	9,8	38,0	18,3	11,5	17,8	47,6	суглинок тяжёлый
Тёмно-серая лесная почва									
5,1	55	1,1	4,3	35,7	8,5	17,1	33,3	58,9	суглинок тяжёлый
Пойменная почва									
1,9	61	0,4	36,6	27,4	1,5	10,3	23,8	35,6	суглинок средний

W - Гигроскопическая влажность почвы

W<sub>H2Oc</sub> - Водоудерживающая способность выраженная в процентах от сухой массы

## **Результаты экспериментов**

### **Вегетационный хронический эксперимент (оценка фитотоксичности)**

Для проведения лабораторных экспериментов и опытов использовались образцы дерново-неглубокоподзолистой, дерново-карбонатной, светло-серой, темно-серой, и пойменной почв. Вегетационные опыты проводили в соответствии с ГОСТ Р ИСО 22033-2009. В качестве тест-объектов использовали четыре вида растений - пшеницу мягкую (*Triticum aestivum L.*) и кресс-салат посевной (*Lepidium sativum L.*), для установления нормативов допустимых концентраций нефти и продуктов ее трансформации для почв сельскохозяйственного значения, а также ель сибирскую (*Picea obovata Ledeb.*) и сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris L.*) – для почв лесного фонда. Семена растений предварительно калибровали. Всхожесть семян составляла не менее 95%. Количество повторностей каждого варианта – 4.

Концентрация внесенной нефти в почвы составляла 0; 1; 2; 3 и 5 г/кг. Через 2 недели, 1 месяц и 2 месяца измеряли массу растений (надземной и подземной части, общую), длину корней, стеблей, у пшеницы длину верхушечного листа, количество цветков, плодов, массу плодов на одном растении. Согласно МР 2.1.7.2297-07 в качестве критерия фитотоксического действия поллютанта использовано снижение фитопродуктивности растений на 20% и более относительно контрольных вариантов. Для этого в соответствии с ГОСТ Р ИСО 22033-2009 определяли действующие концентрации (ДК) нефтепродуктов в почве, приводящие к 20% (ДК20) снижению измеренных параметров тест-объектов. Для поиска значений ДК20 использовался графический метод, при этом значение величины достоверности аппроксимации ( $R^2$ ) должно быть выше 0,75. При расчете ДК20 были использованы измеренные концентрации нефти в почве (таблица 10.3).

Характеристика внесенной нефти представлена в разделе «Нормативно-правовая база и методология проведения ОВОС» (таблице 10.3). Место отбора нефти – Соловатовское нефтяное месторождение, расположенное на территории Уинского муниципального района Пермского края.

Для большинства вариантов опыта была характерна обратная зависимость между урожайностью растений и содержанием нефтепродуктов в почве. Нормативы допустимых концентраций нефти и продуктов ее трансформации для почв были установлены по двум критериям: 1. по ДК20 на наиболее чувствительный процесс; 2. значение величины достоверности аппроксимации ( $R^2$ ) должно быть выше 0,75.

Таблица 10.3 – Результаты определения остаточного содержания нефти в почвах гравиметрическим методом

Концентрация	Дерново-неглубокоподзолистая почва	Дерново-карбонатная почва	Светло-серая лесная почва	Темно-серая лесная почва	Пойменная почва
Контроль	0,5±0,02 г/кг	0,8±0,1 г/кг	0,45±0,15 г/кг	0,4±0,2 г/кг	1,7±0,2 г/кг
1 г/кг	1,15±0,05 г/кг	1,9±0,2 г/кг	1,55±0,05 г/кг	1,2±0,3 г/кг	2,5±0,2 г/кг
2 г/кг	2,3±0,2 г/кг	3,2±0,4 г/кг	2,7±0,2 г/кг	2,2±0,2 г/кг	3,6±0,2 г/кг
3 г/кг	3,1±0,4 г/кг	3,9±0,2 г/кг	3,6±0,4 г/кг	3,15±0,15 г/кг	4,2±0,1 г/кг
5 г/кг	5,1±0,4 г/кг	5,2±0,1 г/кг	5,2±0,5 г/кг	4,8±0,4 г/кг	5,8±0,1 г/кг

Примечание. Определение остаточного содержания нефтепродуктов в почве проводили гравиметрическим методом в соответствии с ГОСТ 17.4.3.03-85, РД 52.18.647-2003 и ПНД Ф 16.1.41-04. Общий битумоид выделяли хлороформенной экстракцией, пересчет концентрации сделан на сухую почву с учетом влажности.



Ниже приведены лимитирующие показатели, определенные отдельно по каждому типу почв. Полные результаты исследований, включая все показатели, представлены в Отчете о научно-исследовательской работе (НИР) «Разработка проекта по дополнению региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края, утвержденных постановлением Правительства Пермского края от 20.12.2018 № 813-п».

Показатели влияния нефти в **дерново-неглубокоподзолистой почве** на состояние растительных объектов представлены в таблицах 10.4-10.5 и рисунках 10.7-10.8.

Таблица 10.4 – Влияние загрязнения нефтью дерново-неглубокоподзолистой почвы на растения кресс-салата

Параметры	Концентрация нефти, г/кг					Уравнение регрессии	R2	ДК20
	0,5	1,15	2,3	3,1	5,1			
длина корней, см	2,8	3,1	2,4	2,3	0,8	$y = -0,4829x + 3,3903$	0,9395	2,3
длина стебля, см	5,9	3,8	4,3	5,5	3,1	$y = -0,3845x + 5,3835$	0,3837	1,5
масса 10 растений, г	0,4042	0,2167	0,2458	0,2333	0,1875	$y = -0,0327x + 0,327$	0,5421	0,2
масса надземной части 10 растений, г	0,3012	0,1654	0,1846	0,1753	0,1413	$y = -0,0245x + 0,2474$	0,571	0,3
масса корней 10 растений, г	0,1030	0,0513	0,0612	0,0580	0,0462	$y = -0,0084x + 0,0824$	0,513	–

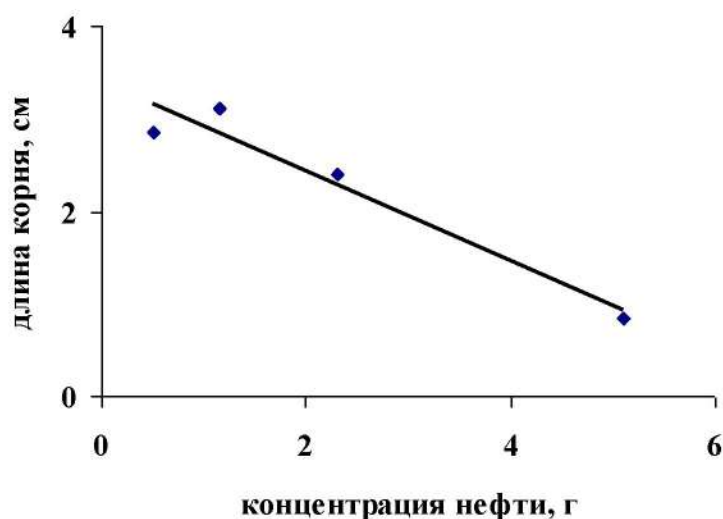


Рисунок 10.7 – Влияние загрязнения нефтью дерново-неглубокоподзолистой почвы на рост корней растений кресс-салата

Таблица 10.5 – Влияние загрязнения нефтью дерново-неглубокоподзолистой почвы на растения ели

Параметры	Концентрация нефти, г/кг				Уравнение регрессии	R2	ДК20
	0,5	1,15	3,1	5,1			
длина корней, см	3,1	3,0	1,7	1,5	$y = -0,385x + 3,2732$	0,9015	2,1
длина стебля, см	2,9	3,2	3,4	2,5	$y = -0,0746x + 3,1678$	0,1783	11,4
масса одного растения, г	0,0144	0,0149	0,0096	0,0135	$y = -0,0005x + 0,0141$	0,1755	5,2
масса надземной части одного растения, г	0,0109	0,0100	0,0066	0,0100	$y = -0,0003x + 0,0101$	0,1313	4,6
масса корней одного растения, г	0,0035	0,0049	0,0029	0,0034	$y = -0,0002x + 0,0041$	0,1881	6,5

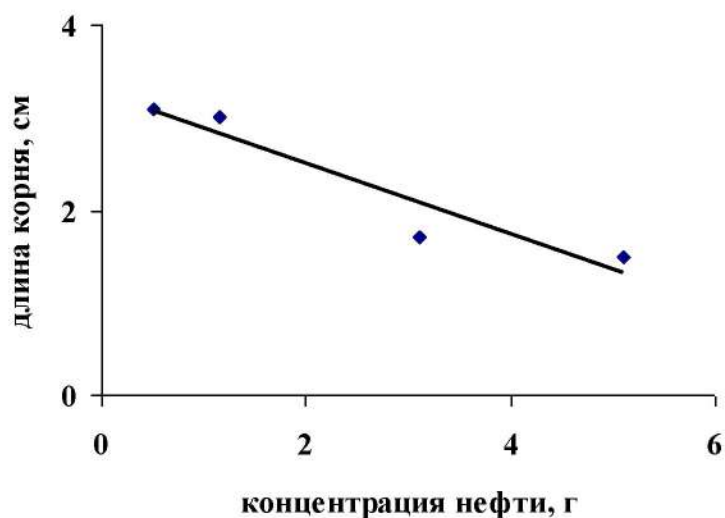


Рисунок 10.8 – Влияние загрязнения нефтью дерново-неглубокоподзолистой почвы на рост корней растений ели

Показатели влияния нефти в **дерново-карбонатной почве** на состояние растительных объектов представлены в таблицах 10.6-10.7 и рисунках 10.9-10.10.

Таблица 10.6 – Влияние загрязнения нефтью дерново-карбонатной почвы на растения кресс-салата

Параметры	Концентрация нефти, г/кг					Уравнение регрессии	R2	ДК20
	0,8	1,9	3,2	3,9	5,2			
длина корней, см	3,5	2,9	2,9	2,3	1,4	$y = -0,4402x + 3,9424$	0,9157	2,5
длина стебля, см	4,1	3,8	3,3	3,3	2,4	$y = -0,3314x + 4,0972$	0,9656	2,7
масса 10 растений, г	0,2333	0,2500	0,1708	0,2650	0,1292	$y = -0,0185x + 0,2504$	0,3828	3,2
масса надземной части 10 растений, г	0,1708	0,1843	0,1244	0,1936	0,0963	$y = -0,0133x + 0,1833$	0,3775	3,3
масса корней 10 растений, г	0,0625	0,0657	0,0464	0,0714	0,0329	$y = -0,0052x + 0,0671$	0,3948	4,0

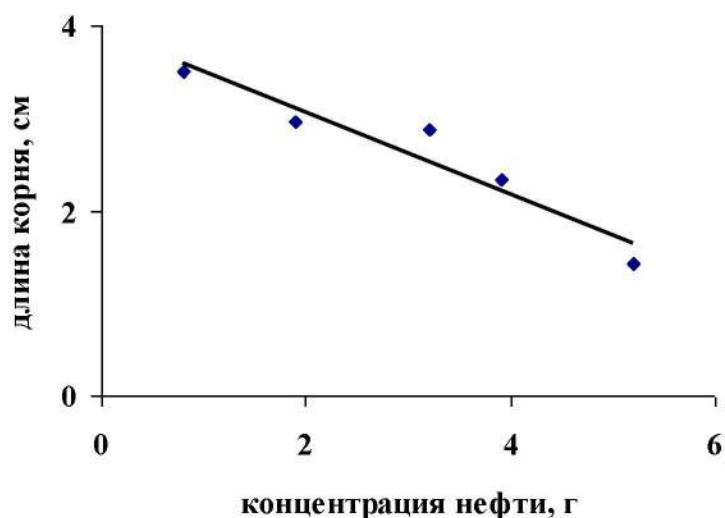


Рисунок 10.9 – Влияние загрязнения нефтью дерново-карбонатной почвы на рост корней растений кресс-салата



Таблица 10.7 – Влияние загрязнения нефтью дерново-карбонатной почвы на растения ели

Параметры	Концентрация нефти, г/кг					Уравнение регрессии	R2	ДК20
	0,8	1,9	3,2	3,9	5,2			
длина корней, см	3,6	3,7	2,2	1,7	1,7	$y = -0,5349x + 4,1848$	0,8424	2,4
длина стебля, см	3,5	3,0	3,6	3,7	3,9	$y = 0,1257x + 3,2635$	0,5172	–
масса одного растения, г	0,0155	0,0149	0,0125	0,0128	0,0202	$y = 0,0008x + 0,0133$	0,2683	–
масса надземной части одного растения, г	0,0117	0,0109	0,0094	0,0095	0,0155	$y = 0,0007x + 0,0099$	0,2895	–
масса корней одного растения, г	0,0038	0,004	0,0031	0,0032	0,0047	$y = 0,0001x + 0,0035$	0,1503	–

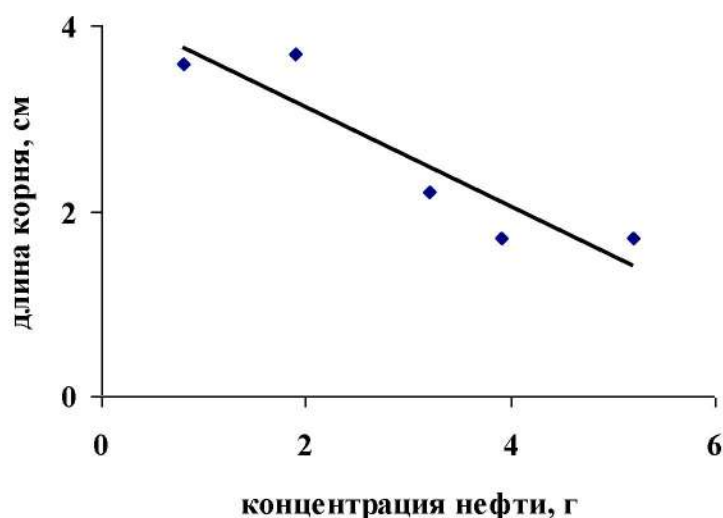


Рисунок 10.10 – Влияние загрязнения нефтью дерново-карбонатной почвы на рост корней растений ели

Показатели влияния нефти в **светло-серой лесной почве** на состояние растительных объектов представлены в таблицах 10.8-10.9 и рисунках 10.11-10.12.

Таблица 10.8 – Влияние загрязнения нефтью светло-серой лесной почвы на растения кресс-салата

Параметры	Концентрация нефти, г/кг					Уравнение регрессии	R2	ДК20
	0,45	1,55	2,7	3,6	5,2			
длина корней, см	3,3	2,8	2,7	2,4	1,3	$y = -0,3993x + 3,5623$	0,9176	2,4
длина стебля, см	5,3	3,9	3,8	3,9	3,2	$y = -0,3439x + 4,7766$	0,5875	1,7
масса 10 растений, г	0,3167	0,3128	0,2417	0,2721	0,1375	$y = -0,035x + 0,333$	0,6004	1,9
масса надземной части 10 растений, г	0,2324	0,2332	0,1793	0,1980	0,1041	$y = -0,0255x + 0,2454$	0,63	2,9
масса корней 10 растений, г	0,0843	0,0796	0,0623	0,0741	0,0334	$y = -0,0255x + 0,2454$	0,5102	7,0

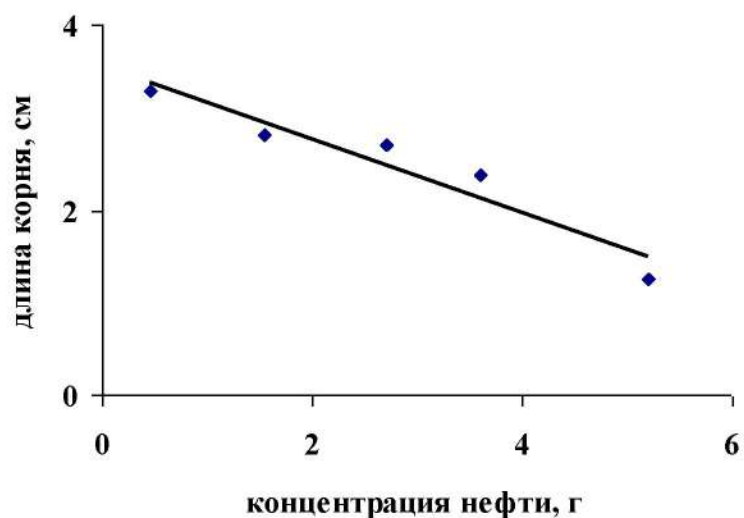


Рисунок 10.11 – Влияние загрязнения нефтью светло-серой лесной почвы на рост корней растений кресс-салата

Таблица 10.9 – Влияние загрязнения нефтью светло-серой лесной почвы на растения ели

Параметры	Концентрация нефти, г/кг					Уравнение регрессии	R2	ДК20
	0,45	1,55	2,7	3,6	5,2			
длина корней, см	3,1	2,9	2,1	1,6	1,6	$y = -0,3504x + 3,1782$	0,871	2,2
длина стебля, см	3,5	3,8	2,9	3,3	4,1	$y = 0,0837x + 3,3468$	0,1335	–
масса одного растения, г	0,0165	0,0181	0,012	0,0163	0,0167	$y = -0,0021x + 0,024$	0,1458	70,0
масса надземной части одного растения, г	0,0123	0,0137	0,009	0,0125	0,0133	$y = 0,0001x + 0,0119$	0,0184	–
масса корней одного растения, г	0,0042	0,0044	0,003	0,0038	0,0034	$y = -0,0002x + 0,0041$	0,3375	3,7

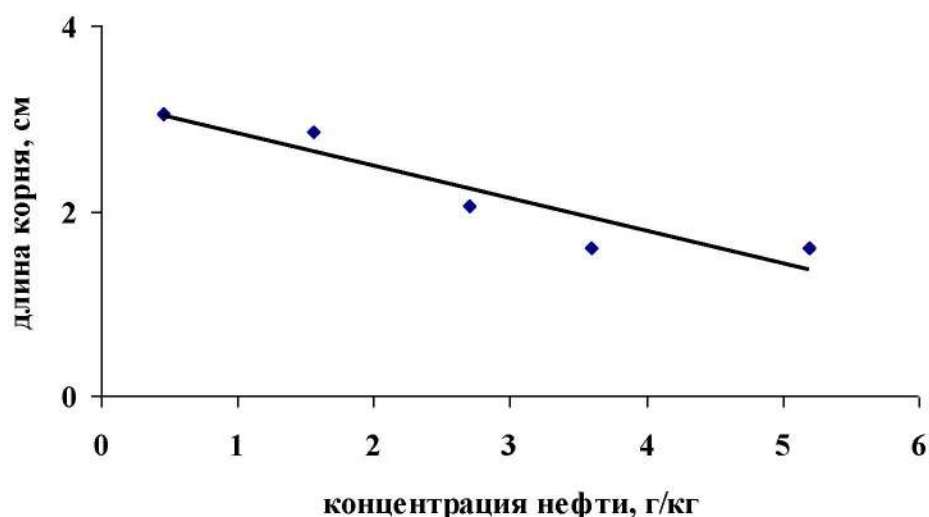


Рисунок 10.12 – Влияние загрязнения нефтью светло-серой лесной почвы на рост корней растений ели

Показатели влияния нефти в **темно-серой лесной почве** на состояние растительных объектов представлены в таблицах 10.10-10.11 и рисунках 10.13-10.14.

Таблица 10.10 – Влияние загрязнения нефтью темно-серой лесной почвы на растения кресс-салата

Параметры	Концентрация нефти, г/кг					Уравнение регрессии	R2	ДК20
	0,4	1,2	2,2	3,15	4,8			
длина корней, см	3,1	3,1	2,7	2,3	1,7	$y = -0,347x + 3,385$	0,9678	2,6
длина стебля, см	5,3	3,9	3,8	3,9	3,2	$y = -0,3439x + 4,7766$	0,7339	1,7
масса 10 растений, г	0,3167	0,3125	0,2417	0,2721	0,2375	$y = -0,0181x + 0,3187$	0,6833	1,9
масса надземной части 10 растений, г	0,2324	0,2332	0,1793	0,1980	0,1966	$y = -0,0092x + 0,2294$	0,4346	2,8
масса корней 10 растений, г	0,0843	0,0793	0,0623	0,0740	0,0334	$y = -0,0255x + 0,2454$	0,8563	7,0

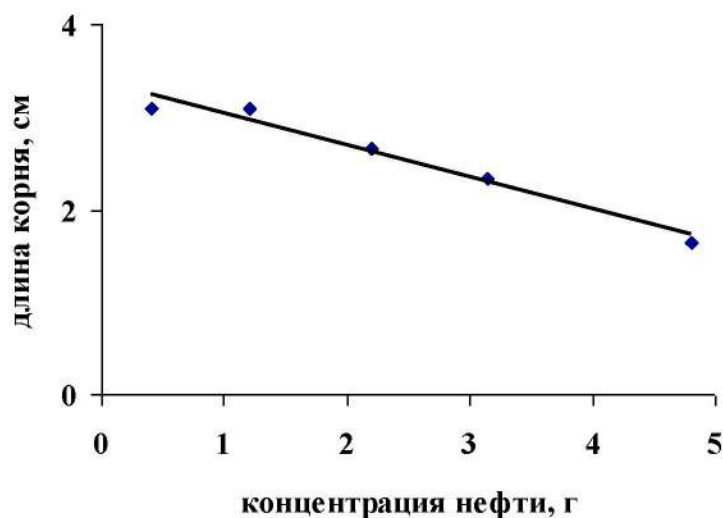


Рисунок 10.13 – Влияние загрязнения нефтью темно-серой лесной почвы на рост корней растений кресс-салата

Таблица 10.11 – Влияние загрязнения нефтью темно-серой лесной почвы на растения ели

Параметры	Концентрация нефти, г/кг					Уравнение регрессии	R2	ДК20
	0,4	1,2	2,2	3,15	4,8			
длина корней, см	3,0	2,3	2,4	2,0	1,8	$y = -0,2413x + 2,8671$	0,8173	1,9
длина стебля, см	2,8	2,9	3,2	2,5	4,4	$y = 0,273x + 2,5595$	0,5077	–
масса одного растения, г	0,013	0,0122	0,0164	0,0121	0,0186	$y = 0,001x + 0,0122$	0,4655	–
масса надземной части одного растения, г	0,0096	0,0087	0,0123	0,0085	0,0138	$y = 0,0008x + 0,0089$	0,4979	–
масса корней одного растения, г	0,0034	0,0035	0,0041	0,0036	0,0048	$y = 0,0003x + 0,003$	0,7314	–

Показатели влияния нефти в **пойменной почве** на состояние растительных объектов представлены в таблицах 10.12-10.13 и рисунках 10.15-10.16.

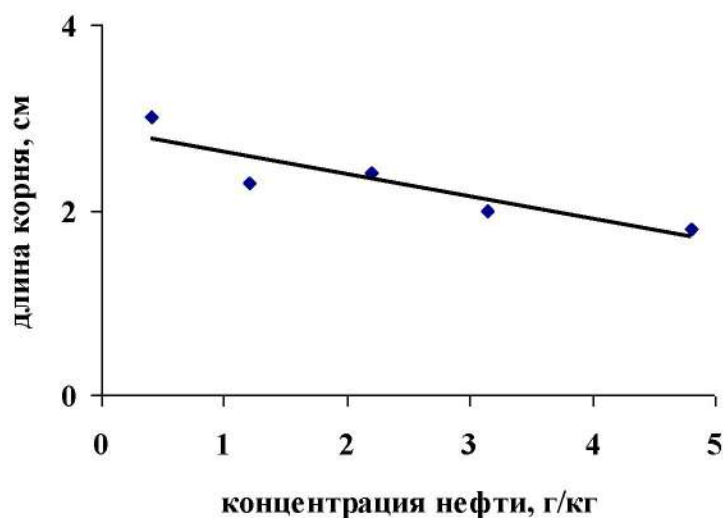


Рисунок 10.14 – Влияние загрязнения нефтью темно-серой лесной почвы на рост корней растений ели

Таблица 10.12 – Влияние загрязнения нефтью пойменной почвы на растения кресс-салата

Параметры	Концентрация нефти, г/кг					Уравнение регрессии	R2	ДК20
	1,7	2,5	3,6	4,2	5,8			
длина корней, см	3,3	3,2	2,9	2,7	1,6	$y = -0,3882x + 4,1285$	0,8785	3,9
длина стебля, см	4,1	4,2	2,8	3,5	3,7	$y = -0,0984x + 3,8936$	0,1206	6,0
масса 10 растений, г	0,3126	0,4313	0,3188	0,3025	0,2688	$y = -0,018x + 0,3683$	0,3251	6,0
масса надземной части 10 растений, г	0,2364	0,3125	0,2402	0,2259	0,1975	$y = -0,0136x + 0,2744$	0,3905	8,1
масса корней 10 растений, г	0,0762	0,1188	0,0786	0,0766	0,0712	$y = -0,0044x + 0,094$	0,19	8,9

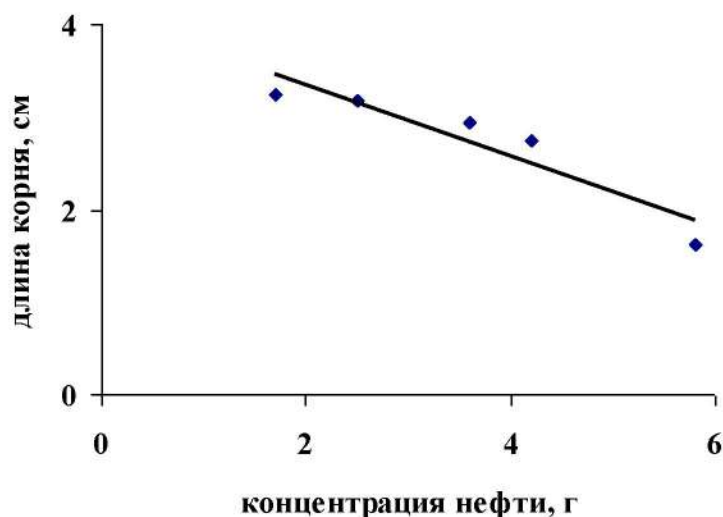


Рисунок 10.15 – Влияние загрязнения нефтью пойменной почвы на растения кресс-салата

Таблица 10.13 – Влияние загрязнения нефтью пойменной почвы на растения ели

Параметры	Концентрация нефти, г/кг					Уравнение регрессии	R2	ДК20
	1,7	2,5	3,6	4,2	5,8			
длина корней, см	2,7	2,4	2,2	1,7	1,4	$y = -0,325x + 3,237$	0,9545	3,3
длина стебля, см	3,5	3,4	3,1	3,7	4,1	$y = 0,15x + 3,11$	0,4076	–
масса одного растения, г	0,0157	0,0322	0,0147	0,0097	0,0167	$y = -0,0021x + 0,024$	0,1458	5,4



Параметры	Концентрация нефти, г/кг					Уравнение регрессии	R2	ДК20
	1,7	2,5	3,6	4,2	5,8			
масса надземной части одного растения, г	0,0119	0,0275	0,011	0,0067	0,0133	$y = -0,0018x + 0,0195$	0,1299	5,5
масса корней одного растения, г	0,0038	0,0041	0,0037	0,003	0,0034	$y = -0,0002x + 0,0042$	0,5157	5,8

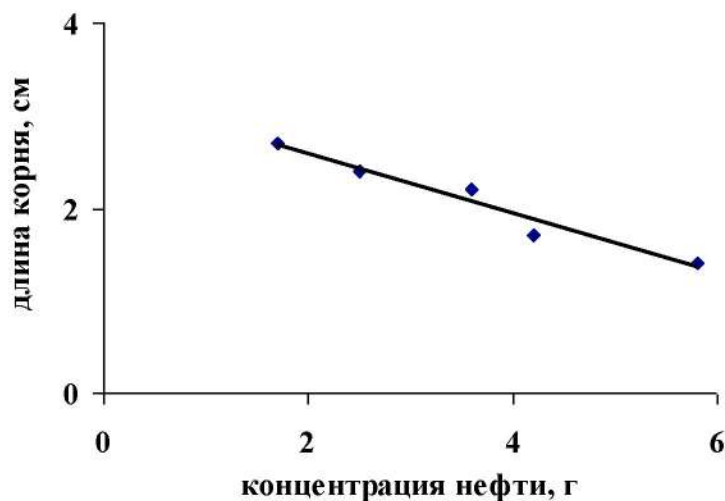


Рисунок 10.16 – Влияние загрязнения нефтью пойменной почвы на рост корней растений ели

По результатам эксперимента обнаружено, что наиболее чувствительным процессом к содержанию нефтепродуктов в почве является рост корней растений. При этом наибольшее ингибирование роста корня выявлено у кресс-салата и ели через 2 недели. Действующая концентрация нефти и нефтепродуктов, приводящая к 20%-ному уменьшению длины корней кресс-салата через 2 недели, составляла для дерново-неглубокоподзолистой – 2,3 г/кг, дерново-карбонатной – 2,5 г/кг, светло-серой лесной – 2,4 г/кг, темно-серой лесной – 2,6 г/кг, пойменной почвы – 3,9 г/кг при величинах коэффициента R2 0,9395, 0,9157, 0,9176, 0,9678 и 0,8785 соответственно. ДК20 на рост корней растений ели через 2 недели эксперимента составляла для дерново-неглубокоподзолистой – 2,1 г/кг, дерново-карбонатной – 2,4 г/кг, светло-серой лесной – 2,2 г/кг, темно-серой лесной – 1,9 г/кг, пойменной почвы – 3,3 г/кг при величинах коэффициента R2 0,9015, 0,8424, 0,871, 0,8173 и 0,9545 соответственно.

Таким образом, по результатам проведенных экспериментов, в качестве нормативов допустимых концентраций нефти и продуктов ее трансформации для земель Пермского края сельскохозяйственного значения рекомендуются следующие концентрации: для дерново-неглубокоподзолистой – 2,3 г/кг, дерново-карбонатной – 2,5 г/кг, светло-серой лесной – 2,4 г/кг, темно-серой лесной – 2,6 г/кг, пойменной почвы – 3,9 г/кг; для земель лесного фонда рекомендуются в качестве нормативов для дерново-

неглубокоподзолистой – 2,1 г/кг, дерново-карбонатной – 2,4 г/кг, светло-серой лесной – 2,2 г/кг, темно-серой лесной – 1,9 г/кг, пойменной почвы – 3,3 г/кг.

Миграционный водный показатель вредности

Результат определения водно-миграционного показателя вредности показал, что уровни содержания нефтепродуктов в фильтрах из почвенных колонок в зависимости от концентрации внесенной в почву нефти различаются несущественно. Так, при внесении 1-5 г/кг нефти в почву средняя концентрация нефтяных углеводородов в фильтрате составляла 0,04-0,091 мг/л (таблица 10.14).

Таблица 10.14 – Средняя концентрация нефтепродуктов (мг/л) в водных фильтрах из почвенных колонок

Концентрация НП в почве, г/кг	Повторность			Среднее
	1	2	3	
Контроль	0,05±0,02	0,124±0,034	0,052±0,02	0,075
1	0,066±0,022	0,054±0,02	0,043±0,18	0,054
2	<0,04	0,189±0,046	<0,04	0,090
3	0,142±0,037	0,087±0,026	0,044±0,018	0,091
5	<0,04	<0,04	0,089±0,027	0,056

Примечание: НП – нефтепродукты; контроль – незагрязнённая почва.

Вместе с тем, обращает на себя внимание тот факт, что наличие нефтяных углеводородов в пропущенной через фильтрационную колонку воде наблюдалось не только в вариантах опыта с внесением нефти, но и в контрольной незагрязнённой почве. Причём, среднее значение в двух вариантах превышало показатели загрязнённых горизонтов.

Как показывают полученные данные, при принятом промывном режиме, соответствующем величине осадков 610 мм в год, в фильтрате контрольной почвы обнаруживались нефтепродукты в количестве, превышающем 0,05 мг/л, что по-видимому, можно связать с наличием в любой природной почве целого ряда неспецифических и специфических органических соединений (например, водорастворимых и подвижных фульвокислот). Следует также учитывать, что четырёххлористый углерод наиболее сильный из реагентов, используемых для экстрагирования, и способен вытягивать из почвенной пробы все фракции органической части почвы.

Показатели содержания нефтяных углеводородов в фильтрах условно чистой контрольной и нефтезагрязнённой почвы не имели достоверных различий. При этом, концентрация нефтепродуктов в фильтрате во всех случаях, включая контроль, незначительно превышала ПДК для воды в водоемах рыбохозяйственного назначения (0,05 мг/л) и не превышала ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого и

культурно-бытового водопользования (0,3 мг/л). Максимальная концентрация нефтяных углеводородов наблюдалась при загрязнении почвы нефтью в количестве 2 и 3 г/кг.

Таким образом, на основании результатов определения водно-миграционного показателя вредности нефти и нефтепродуктов в пойменной кислой почве среднесуглинистого гранулометрического состава сделан вывод, что однократное загрязнение почвы нефтью на уровне до 1-5 г/кг не оказывает влияния на её миграционную способность с точки зрения возможного загрязнения грунтовых вод.

#### Влияние нефтяного загрязнения на жизнедеятельность почвенного микробиоценоза

Исследовано влияние нефтяного загрязнения в концентрации 1-300 г/кг на две эколого-трофические группы бактерий пяти различных почв. Установлено, что наиболее устойчивыми к нефтяному загрязнению являются микробиоценозы дерново-неглубокоподзолистой и темно-серой почв. Во всех случаях негативное влияние загрязнения на численность проявляется при высоких концентрациях нефти в почве (более 100 г/кг). Биоразнообразие бактерий является более чувствительным параметром реакции микробиоценоза на нефтяное загрязнение. В настоящем исследовании у большинства микробиоценозов исследованных почв отмечается снижение показателя биоразнообразия при внесении всех использованных концентраций нефти.

#### Биотестирование на тест-объекте *Chlorella vulgaris*

Для установления норматива ДОСНП были сделаны водные вытяжки из исследуемых почв, загрязненных нефтью в различных концентрациях. Далее в водных вытяжках было исследовано содержание нефти и нефтепродуктов и проведено биотестирование.

По результатам исследования во всех водных вытяжках было обнаружено содержание нефти и нефтепродуктов, что, в первую очередь, зависит от содержания органических веществ в почвах. Наблюдается небольшое увеличение содержания нефтепродуктов при повышении концентрации внесенной в почву нефти, но это содержание остается незначительным.

Биотестирование **дерново-неглубокоподзолистой почвы** на тест-объекте *Chlorella vulgaris* показало увеличение оптической плотности тест-объекта более, чем на 30%, что связано с наличием биогенных веществ в водной вытяжке, стимулирующих рост водорослей. В загрязненных образцах стимулирующее действие регистрировалось при 100, 33, 11% концентрациях. В пробе с максимальным загрязнением (5 г/кг)

стимулирование роста более 30% проявляется практически во всех кратностях разбавления (при степени разбавления 1,2% отклонение от контроля составляет 29,1%).

При биотестировании почвенной вытяжки, как контрольной почвы, так и с разным уровнем загрязнения, на тест-объекте *Daphnia magna* погибших особей выявлено не было, следовательно, тестируемые пробы не оказывают острого токсического действия (БКР = 100%).

Биотестирование **дерново-карбонатной почвы** на тест-объекте *Chlorella vulgaris* показало стимулирование ростовых процессов водоросли (на 30% и более) относительно контроля при 100, 33, 11 и 3,7% разбавлениях. Из результатов видна обратная связь между степенью разбавления (количеством раз) и стимулированием роста относительно контроля (чем больше разбавление, тем меньше процент стимулирования). Подавление роста не было отмечено ни в одной пробе.

При биотестировании почвенной вытяжки, как контрольной почвы, так и с разным уровнем загрязнения, на тест-объекте *Daphnia magna* погибших особей выявлено не было, а, следовательно, тестируемые пробы не оказывают острого токсического действия (БКР = 100%).

Биотестирование **светло-серой лесной почвы** на тест-объекте *Chlorella vulgaris* показало, что во всех почвенных вытяжках фиксируется стимуляция роста хлореллы. В контрольной пробе при концентрациях от 100 до 3,7% проявляется увеличение оптической плотности. Во всех загрязненных пробах стимуляция ростовых процессов происходит в промежутке от 100 до 11% включительно. Процентное отклонение от контроля уменьшается с увеличением степени разбавления.

При биотестировании почвенной вытяжки, как контрольной почвы, так и с разным уровнем загрязнения, на тест-объекте *Daphnia magna* погибших особей выявлено не было, а, следовательно, тестируемые пробы не оказывают острого токсического действия (БКР = 100%).

Биотестирование **темно-серой лесной почвы** на тест-объекте *Chlorella vulgaris* показало, что с увеличением концентрации нефти снижается стимулирующая способность. В пробе с концентрацией 1 г/кг критерий стимулирование роста наблюдается при всех кратностях разбавления, при 2 г/кг – от 100 до 3,7%, при 3 г/кг и 5 г/кг – от 100 до 11% включительно.

При биотестировании почвенной вытяжки, как контрольной почвы, так и с разным уровнем загрязнения, на тест-объекте *Daphnia magna* погибших особей выявлено не было, а, следовательно, тестируемые пробы не оказывают острого токсического действия (БКР = 100%).



Биотестирование **пойменной почвы** на тест-объекте *Chlorella vulgaris* показало, что во всех разбавлениях и при всех концентрациях нефти зафиксирован прирост водоросли. При всех концентрациях нефти он наблюдается в одном интервале разбавлений (от 100 до 11%), в контрольной пробе аналогичная картина.

При биотестировании почвенной вытяжки, как контрольной почвы, так и с разным уровнем загрязнения, на тест-объекте *Daphnia magna* погибших особей выявлено не было, а, следовательно, тестируемые пробы не оказывают острого токсического действия (БКР = 100%).

Концентрация нефти в почве, при которой наблюдается максимальная стимуляция ростовых процессов относительно контроля, составляет 5 г/кг.

По итогам серии опытов сделан вывод, что выбранные тест-объекты противоположным образом реагируют на загрязненные почвы. Высокий прирост хлореллы наблюдался при тестировании контрольных образцов, что говорит о стимулирующих свойствах самих почв.

При биотестировании водной вытяжки из почв на тест-объекте *Daphnia magna* острого токсического действия не отмечено. Все взятые концентрации оказались безвредными.

#### Результаты оценки экологического риска

В результате проведенной оценки экологического риска установлено, что при концентрациях нефти 1,0-3,0 г/кг, соответствующих рекомендуемым значениям допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края, полученные прогнозные уровни суммарного канцерогенного риска и интегрального индекса опасности ниже максимально допустимых уровней риска ( $\leq 10^{-4}$  для канцерогенов и  $\leq 1$  для неканцерогенов соответственно). Данные уровни риска классифицируются как приемлемые, которые не требуют дополнительных мер по его снижению и незначительны по отношению к рискам, существующим в повседневной деятельности или жизни людей. Следовательно, при соблюдении установленных нормативов ДОСНП в почвах на территории Пермского края не будет возникать серьезной угрозы здоровью проживающего на данной территории населения, включая чувствительную подгруппу – детей.

При более высокой (5,0 г/кг) концентрации загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами суммарные уровни канцерогенного риска для наиболее чувствительного рецептора - ребенка составляют от  $0,95 \times 10^{-4}$  для пойменной и темно-серой почвы до  $1,098 \times 10^{-4}$  для светло-серой почвы, что находится на грани приемлемого риска ( $\leq 10^{-4}$  для

канцерогенов) и, следовательно, прогнозируются как повышенные риски. При этом интегральные индексы опасности составляют от 0,75 для пойменной почвы до 0,86 для светло-серой почвы, что ниже порогового значения риска ( $\leq 1$  для неканцерогенов). Исследуемые почвы можно расположить в следующем порядке возрастания прогнозного уровня риска: пойменная < темно-серая < дерново-карбонатная < дерново-подзолистая < светло-серая. Таким образом, наибольший экологический риск представляет нефтяное загрязнение светло-серой почвы, менее опасно нефтезагрязнение темно-серой и пойменной почвы.

В структуре формирования риска здоровью населения при концентрации 5,0 г/кг нефтепродуктов в почвах ведущие места будут занимать полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), обуславливающие канцерогенный риск, а также производные бензола и нафталиновые арены (ароматические фракции C5-C7 и C10-C12), вызывающие повышение интегрального индекса опасности. Наиболее значимый прогнозируемый путь поступления нефтезагрязнителей к рецепторам для развития канцерогенного риска – ингаляционный (вдыхание почвенных паров). Риск развития неканцерогенного вреда здоровью будет наиболее выражен при употреблении в пищу продуктов растениеводства, выращенных на нефтезагрязненной почве при использовании для полива нефтезагрязненной воды.

#### Сравнение результатов экспериментов

Для разработки нормативов ДОСНП в почвах Пермского края рассчитаны показатели вредности по итогам следующих экспериментов:

1. Оценка хронической фитотоксичности в отношении высших растений.
2. Биотестирование на тест-объектах *Chlorella vulgaris* и *Daphnia magna*.
3. Определение миграционного водного показателя вредности.
4. Оценка влияния нефтяного загрязнения на жизнедеятельность почвенного микробиоценоза.
5. Оценка экологического риска.

По итогам экспериментов рассчитаны показатели вредности, сравнение результатов представлено в таблице 10.15.

Региональные нормативы ДОСНП для продуктов трансформации нефти предлагаются на уровне установленных предельно-допустимых концентраций соответствующих веществ.

Таблица 10.15 – Результаты расчетов концентрации допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почве, г/кг

№	Наименование почв	Показатели вредности, г/кг				
		Фи- о-токсич- ность	Би- тес- тирова- ни	Мигра- цион-ный воднь й показател вредности	Влия ние на микробо- ценоз	Влияни е на здоровье человека
1.	Дерново-подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые	2,3 <sup>1</sup> 2,1 <sup>2</sup>	> 5,0	> 5,0	> 100	5,0
2.	Дерново-карбонатные (включая выщелоченные и оподзоленные)	2,5 <sup>1</sup> 2,4 <sup>2</sup>	> 5,0	> 5,0	> 100	5,0
3.	Светло-серые лесные	2,4 <sup>1</sup> 2,2 <sup>2</sup>	> 5,0	> 5,0	> 100	5,0
4.	Темно-серые лесные	2,6 <sup>1</sup> 1,9 <sup>2</sup>	> 5,0	> 5,0	> 100	5,0
5.	Пойменные почвы	3,9 <sup>1</sup> 3,3 <sup>2</sup>	> 5,0	> 5,0	> 100	5,0

Примечания: 1 – для земель сельскохозяйственного назначения; 2 – для земель лесного фонда.

Таким образом, допустимое остаточное содержание нефти и продуктов ее трансформации в почвах на территории Пермского края целесообразно установить на уровне:

- в дерново-подзолистых, преимущественно неглубокоподзолистых почвах для земель сельскохозяйственного назначения – 2,3 г/кг почвы;
- в дерново-подзолистых, преимущественно неглубокоподзолистых почвах для земель лесного фонда – 2,1 г/кг почвы;
- в дерново-карбонатных для земель сельскохозяйственного назначения – 2,5 г/кг почвы;
- в дерново-карбонатных для земель лесного фонда – 2,4 г/кг почвы;
- в светло-серых лесных почвах для земель сельскохозяйственного назначения – 2,4 г/кг почвы;
- в светло-серых лесных почвах для земель лесного фонда – 2,2 г/кг почвы;
- в темно-серых лесных почвах для земель сельскохозяйственного назначения – 2,6 г/кг почвы;
- в темно-серых лесных почвах для земель лесного фонда – 1,9 г/кг почвы;
- в пойменных почвах для земель сельскохозяйственного назначения – 3,9 г/кг почвы;
- в пойменных почвах для земель лесного фонда – 3,3 г/кг почвы.

## **11. Прогноз и оценка состояния почвенного покрова при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края**

Значения допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почве разработаны для следующих типов и подтипов почв:

1. Дерново-подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые.
2. Дерново-карбонатные (включая выщелоченные и оподзоленные).
3. Светло-серые лесные.
4. Темно-серые лесные.
5. Пойменные почвы.

Нормативы для каждого типа и подтипа почвы дифференцированы в зависимости от категории хозяйственного использования земель, на которой распространены соответствующие типы и подтипы почв. Для определения нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почве на уровне категорий земель применялись различные критерии (показатели вредности), отражающие вероятность миграции загрязняющих веществ из почвы в атмосферный воздух (миграционный воздушный показатель вредности), в воду (миграционный водный показатель вредности), а также степень воздействия на почвенные микроорганизмы (общесанитарный показатель вредности).

Внедрение предлагаемых нормативов ДОСНП для почв Пермского края, дифференцированных с учетом типов (подтипов) и основного хозяйственного использования почв позволит исключить поступление из загрязненных почв нефтепродуктов в воды водных объектов, в атмосферный воздух, в растения после проведения рекультивационных и других восстановительных работ. Также данный вариант позволит снизить негативное воздействие на почвенные организмы, при этом воздействие на растительный и животный мир будет в пределах допустимого уровня.

На сегодняшний день нормативы ДОСНП установлены в следующих регионах РФ: Республика Удмуртия, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Ненецкий автономный округ, Республика Татарстан, Республика Коми, Чувашская Республика Пермский край. Для некоторых регионов на данный момент нет принятых нормативов ДОСНП, но есть научно-обоснованные рекомендации. К таким регионам относятся: Ленинградская область, Сахалинская область.

В таблице 11.1 представлено сравнение нормативов ДОСНП, разработанных для Пермского края с нормативами других регионов. Нормативы, разработанные для Пермского края, отличаются от нормативов в других регионах.

Таблица 11.1 – Нормативы ДОСНП регионов Российской Федерации для типов почв, по которым разработаны нормативы в Пермском крае

Типы	Категория земель	Респ ублика Коми	Респ ублика Татарстан	Респ ублика Удмуртия	Х МАО	Респ ублика Чувашия	Пер мский край (проект)
Дерново-подзолистые	земли с/х назначения	1,0 <sup>1</sup> 10,0 <sup>2</sup>	2,0	3,2	5	2,0	2,3
	лесного фонда	10,0 1,0 <sup>3</sup>	5,0		30	5,0 2,0 <sup>3</sup>	2,1
Дерново-карбонатные	земли с/х назначения	1,0 <sup>1</sup> 10,0 <sup>2</sup>	2,0	-	-	-	2,5
	лесного фонда	10,0 1,0 <sup>3</sup>	5,0	-	-	-	2,4
Светло-серые лесные	земли с/х назначения	-	2,0	-	-	2,0	2,4
	лесного фонда	-	5,0 2,0 <sup>3</sup>	-	-	5,0 2,0 <sup>3</sup>	2,2
Темно-серые лесные	земли с/х назначения	-	2,8	-	-	3,0	2,6
	лесного фонда	-	5,0	-	-	5,0 2,0 <sup>3</sup>	1,9
Пойменные	земли с/х назначения	1,0 <sup>1</sup> 10,0 <sup>2</sup>	-	-	-	3,0	3,9
	лесного фонда	10,0 1,0 <sup>3</sup>	-	-	-	2,0 <sup>3</sup>	3,3

Примечания: <sup>1</sup> пашни, <sup>2</sup> сенокосы и пастбища, <sup>3</sup> земли ООПТ

Анализ нормативов, разработанных для субъектов Российской Федерации, показал, что проектные нормативы ДОСНП для Пермского края в целом соответствуют аналогичным для земель сельскохозяйственного назначения. Для земель лесного фонда разработанные нормативы в Пермском крае более жесткие, без учета норматива для земель ООПТ, введенного в некоторых регионах. В целом рекомендуемые значения позволяют установить более высокие требования к качеству почв, повысить уровень экологической безопасности.

#### Содержание микроэлементов в почве

Для оценки воздействия предлагаемых нормативов ДОСНП проведено исследование влияния загрязнения почв нефти и продуктов ее трансформации на изменение геохимических свойств почв, в частности изменение содержания микроэлементов в почвах. Для этого было исследовано валовое содержание 12 химических элементов (Li, Be, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sr) методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98, Количественный химический анализ почв. Содержание микроэлементов измерялось в контрольных образцах почв, которые не были загрязнены, а также в образцах с содержанием нефти в следующих концентрациях: 1 г/кг, 2 г/кг, 3 г/кг, 5 г/кг.

Содержание бенз(а)пирена в почвах измерялось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по методике ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.62-09.

При анализе полученных результатов было выявлено, что внесение нефти в концентрации до 5 г/кг не приводит к значительному увеличению содержания исследованных микроэлементов относительно контроля.

Для таких элементов как бериллий, ванадий, хром, марганец, кобальт, никель, медь, цинк, мышьяк и стронций выявлено достаточно однородное содержание (коэффициент вариации ниже 30%), вне зависимости от концентрации нефти в почвах.

Результаты определения бенз(а)пирена не показали превышения норматива. Таким образом, загрязнение почв нефтью в концентрациях 1, 2, 3 и 5 г/кг не ведет к попутному загрязнению почв бенз(а)пиренов в количествах, превышающих действующие ПДК.

Проведенные исследования по содержанию микроэлементов в почвах, загрязненных нефтью в концентрациях до 5 г/кг, не показали вторичного загрязнения почв микроэлементами. Данное привнесение нефти в почву не приводит к загрязнению почв микроэлементами по сравнению с контролем.

**Альтернативный вариант.** Альтернативный вариант предусматривает отказ от внедрения норматива ДОСНП в почвах. Такой вариант не позволяет решать проблемы связанные с состоянием почвенного покрова, приводит к снижению способности почвенного покрова выполнять свои экологические функции, способствует ухудшению экологической обстановки в Пермском крае, и также не отвечает требованиям охраны окружающей среды.

Добыча нефти, ее транспортировка и хранение нефти и нефтепродуктов в Пермском крае неизбежно приводит к аварийным ситуациям разного масштаба. Кроме того, нефтезагрязнение почв и сопредельных сред является следствием несоблюдения природоохранных требований к проведению рекультивационных (восстановительных) работ в районах нефтедобычи.

В условиях отсутствия законодательно определенных критериев оценки качества этих работ субъекты хозяйственной деятельности получают возможность проводить их по минимальной схеме или не проводить вообще.

Альтернативный вариант не является экологичным, приводит к нарушению почвенного покрова, снижает способность почв выполнять их функции в экосистемах.

## 12. Прогноз и оценка состояния растительного покрова при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края

В Пермском крае в соответствии со схемой ботанико-географического районирования (Овеснов, 2000; Овеснов, 2009) выделяют шесть районов:

- 1) среднетаежных пихтово-еловых лесов;
- 2) южнотаежных Камско-Печорско-Западноуральских пихтово-еловых лесов;
- 3) широколиственно-елово-пихтовых лесов;
- 4) островной Кунгурской лесостепи;
- 5) средне- и южнотаежных предгорных пихтово-еловых и елово-пихтовых лесов;
- 6) северо- и среднетаежных кедрово-еловых горных лесов.

Растительный покров края сформирован различными географическими и ценоотическими элементами, доля и участи которых в формировании покрова в разных районах и разных типах растительности неодинакова. Растительность края разнообразна и богата. Леса занимают 2/3 всей территории области. В настоящее время из-за продолжительной интенсивной эксплуатации, ветровалов, пожаров и других факторов (грибные болезни, промвыбросы) леса области ослаблены и снижена их естественная устойчивость (Ковалев, 2001).

По степени устойчивости к воздействию фитотоксикантов растения подразделяют на устойчивые, среднеустойчивые и неустойчивые. По данным ряда исследователей (Николаевский, 1979) большей устойчивостью обладают листопадные породы, менее устойчивы хвойные породы, в частности ель, пихта. Низкая устойчивость хвойных пород вызвана длительным сроком жизни хвои. Исключение представляет лиственница, как порода быстрорастущая. В отличие от вечнозеленых хвойных, при повреждениях она способна в массе возобновлять хвою по стволу и толстым ветвям из спящих почек. Наиболее отрицательное воздействие нефти и сопутствующих нефтедобыче химических веществ испытывает растительность террас и грив, представленная в основном сосняками. Конечным этапом сукцессий на указанных местоположениях является полная гибель сосновых лесов, естественное возобновление которых весьма затруднено.

Болота – особый тип аккумулирующей системы биосферы. Они аккумулируют, консервируют не только запасы органического вещества и воды, но и токсические техногенные органические вещества, выполняя роль биологических фильтров и адсорбентов. В зависимости от степени загрязнения растительность погибает полностью или частично. В первую очередь страдает травяно-моховой покров в понижениях. На загрязненных нефтью болотах происходит усыхание деревьев, типичная растительность замещается рогозом, зелеными мхами.

Потери флоры при добыче нефти особенно велики для северных районов. Так, песчаные пустоши (техногенные песчаные арены), доминирующие в естественных комплексах Среднего Приобья, часто бывают загрязнены нефтью на глубину 0,5-0,8 м. Самозарастание песков, загрязненных нефтью, происходит значительно хуже, чем незагрязненных. Уменьшается количество видов, способных осваивать такие экотопы. Только пионерная стадия зарастания растягивается на 5-10 лет даже при низкой степени загрязнения песков нефтью. На участках, сильно загрязненных нефтью, через 10-12 лет нет даже пионерных растений (Шилова, Маковский, 1986). При полном уничтожении растительного покрова в суровых климатических условиях севера создание травяного покрова на песчаных и пылеватых суглинистых грунтах возможно только при внесении достаточно высоких доз полных минеральных удобрений (Беляев, Юшков, 1988).

Анализ видового разнообразия пойменных лугов Оби в непосредственной близости от нефтедобывающих кустов и шламовых амбаров показал снижение числа видов от контрольного к сильнозагрязненному вплоть до образования одно-двувидовых сообществ. Сравнение сообществ по запасам зеленой массы показало, что наибольший запас имеет сообщество с незначительным ежегодным загрязнением нефтепродуктами (Игошева, 1987)

Нефть оказывает сильное влияние на рост и состояние фитоценоза в целом, резко снижает всхожесть семян, густоту травостоя, вызывая сильное изреживание. Особенно страдают молодые растения. Поступая в клетки и сосуды растений, нефть вызывает токсические эффекты (Baker, 1969). Они проявляются в отмирании всех живых тканей растений, на которые попадают ее брызги (Wein, Bliss, 1973). Подавляется рост наземных и подземных частей растений, задерживается цветение, загрязненные нефтью цветы редко образуют семена.

В зависимости от концентрации нефти, выделяют следующие степени влияния ее на урожайность растений (Савкина и др., 1970):

I. Не большое повреждение почвы при дозе нефти в 0,1-0,25 кг/м<sup>2</sup> земли, снижение урожая в течение двух лет, при этом оно не превышает 25%.

II. Среднее повреждение 0,25-0,5 кг/м<sup>2</sup> – вызывает исключение почвы из производственного цикла до одного года, снижение урожая примерно на 50% продолжается в течение следующих пяти-шести лет. Полного восстановления почва достигает, по всей вероятности, через десять-двенадцать лет.

III. Сильное повреждение 0,5-1,0 кг/м<sup>2</sup> исключение почвы из производственного цикла до трех лет. Полного восстановления почва достигает по всей вероятности через пятнадцать лет.



IV. Очень сильное повреждение – более чем 1,0 кг нефти на м<sup>2</sup> земли, полное исключение почвы из производственного цикла до пяти-десяти лет, в зависимости от количества нефти содержащейся в почве.

Однако по данным И.У. Гроссуэла (Grosswell, 1977) концентрация нефти в 5-10% не оказывает существенного влияния на физические и химические свойства почвы, а также развитие растений.

Некоторыми исследователями отмечено стимулирующее действие нефти на рост растений (Шилова, 1977, 1988; Гилязов и др., 1988). Отмечается увеличение размеров растений по сравнению с экземплярами, растущими в ненарушенных фоновых фитоценозах. Установлено, что решающее значение имеет степень загрязнения (доза нефти), а также агрохимический фон. Реакция растений на нефтяное загрязнение зависит и от систематической принадлежности растений. В целом многолетники более устойчивы, чем однолетники (Baker, 1971 в; Burk, 1977; Гашев и др, 1990). В условиях южной тайги Пермского Предуралья устойчивыми к нефтяному загрязнению являются виды многолетних растений семейств сложноцветных, бобовых, злаковых (Назаров и др, 2000).

Многочисленные исследования показали, что трансформация почвенного и растительного покрова при нефтяном загрязнении зависит от ряда факторов, включая климатические условия (температура, осадки, аэрация), механический состав и влагоемкость почвы, обеспеченность ее питательными веществами, прежде всего азотом и фосфором. Важным фактором является периодичность и уровень загрязнения почвы. В ряде экспериментов было доказано, что самоочищение почвы от нефтяного загрязнения возможно только в том случае, если уровень загрязнения не превышает определенного порогового значения.

По современным представлениям, почвы считаются загрязненными, если концентрации НП достигают величин, при которых возникают такие негативные сдвиги, с которыми сами почвы не могут справиться длительное время.

Таким образом, общие принципы добычи, переработки и транспортирование нефти, ее углеводородный состав, сопутствующие минерализованные воды и газ создают однотипные экологические проблемы в любых нефтедобывающих районах России, к которым в настоящее время можно отнести и Пермский край.

Концентрации нефти и нефтепродуктов, рекомендуемых для нормативов соответствует дозе, приводящей к небольшому повреждению почвы (доза нефти в 0,1–0,25 кг/м<sup>2</sup> земли), при которой происходит снижение урожая в течение двух лет, при этом оно не превышает 25% (Савкина и др., 1970), при нефтяном загрязнении почвы при снижении концентрации нефти до 5 г/кг происходит восстановление разнообразия растений в фитоценозах (Оборин и др., 2008).

Согласно полученными нами данным, предлагаемые концентрации нефти в почве для нормативов снижают через 2 недели эксперимента корней ели и кресс-салата на 20,0%, корней пшеницы на 0-18,7%. В течение последующего времени проведения эксперимента (через 1 и 2 месяца) рекомендуемые концентрации нефти в почве уменьшали длину корней кресс-салата на 5,5-20,0%, корней сосны – на 0-19,4%, ели – на 11,1-20,0%, пшеницы – на 13,1%. За весь срок проведения эксперимента (2 недели, 1 и 2 месяца) данные концентрации нефти снижали длину стебля кресс-салата на 19,0-19,5%, длину стебля пшеницы – на 0%, длину сосны – на 0%, длину ели – на 0-17,1%. Масса растений при указанных дозах за все сроки эксперимента снижалась: у кресс-салата на 0%, у пшеницы – на 0-18,6%, у сосны – на 0-10,7%, у ели – на 0-20,0%.

Таким образом, в результате воздействия на растения концентраций нефти и продуктов ее трансформации, рекомендуемых для нормативов для почв Пермского края прогнозируется отсутствие влияния на биоразнообразие фитоценозов, а также прогнозируется не большое снижение продуктивности растений не превышающее 30%, что считается приемлемым негативным эффектом нефти и нефтепродуктов на окружающую среду (Яковлев, Никулина, 2013).

При применении рекомендованных, по результатам экспериментов, нормативов растительные сообщества будут нормально функционировать. Отсутствие норматива, и, следовательно, ненормированное содержание нефтепродуктов в почвах может привести к угнетению растительных сообществ. Следует отметить рекомендации по разработке нормативов для разных природных зон, в связи с различной устойчивостью растительности к загрязнению нефтепродуктами.

### **13. Прогноз и оценка состояния микробного сообщества при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края**

Активная добыча и транспортировка нефти привели к тому, что многие территории попали под загрязнение нефтяными углеводородами. В настоящее время актуальными задачами являются как оценка состояния почвенного покрова, загрязненного нефтью, так и оценка возможности ремедиации данных территорий.

Одним из показателей благополучия биоценоза, является состояние микробиоценоза почвы на загрязненной территории. Основными компонентами, по которым можно оценить степень влияния нефтяных углеводородов на почвенный микробиоценоз является численность эколого-трофических групп аэробных бактерий, а именно гетеротрофных и нефтеокисляющих бактерий (Chikere et al., 2019; Chen et al., 2019).

Рядом работ показано, что присутствие нефтяных углеводородов в почве в концентрации до 20 г/кг почвы стимулирует увеличение численности гетеротрофных бактерий, а повышение численности нефтеокисляющих бактерий наблюдается в более широком диапазоне – до 100 г нефти/кг почвы (Chikere et al., 2019; Chen et al., 2019; Vasilyeva et al., 2020; Varjani and Upasani, 2019)). Повышение численности в большинстве случаев составляет один – три порядка. Превышение выше указанного уровня загрязнения приводит к снижению численности бактериальной составляющей микробиоценоза (Banerjee et al., 2016; Macaulay and Rees, 2014). В работе Звягинцева и др. (1989) на основе анализа ряда биологических факторов указано, что для микробиоценоза дерново-подзолистой почвы в модельном эксперименте загрязнение нефтью в дозе 100 мл/кг почвы является зоной резистентности, а превышение данной дозы вызывает гибель микроорганизмов.

Важным фактором является не только численность, но и видовое разнообразие. В работе Salam и Idris (2019) показано, что нефтяное загрязнение приводит к снижению видового разнообразия в микробиоценозе.

Кроме того, на численность и разнообразие микробиоценоза в нефтезагрязненной почве влияют такие факторы как наличие органического вещества, соотношение углерода-азота-фосфора. Так, при содержании органического вещества почвы в 10% количество бактерий было на порядок меньше, чем при концентрации органического вещества в 2% (Chen et al., 2020). В работе Oualha et al. (2019) показано, что оптимальное соотношение C/N/P для максимального развития бактерий в нефтезагрязненной почве составило 100/10/1. Также влияние оказывала температура и наличие сурфактантов.

Таким образом, для оценки воздействия нефти на микробиоценоз необходимо учитывать состояние гетеротрофных и нефтеокисляющих бактерий, а также тип почвы и ее характеристику.

Ниже приводятся результаты исследований оценки воздействия нефтяного загрязнения на жизнедеятельность почвенного микробиоценоза.

Поступление нефти в **дерново-неглубокоподзолистую** почву в концентрации 1 г/кг приводит к стимуляции роста популяции бактерий и увеличению биоразнообразия гетеротрофной группы бактерий.

Загрязнение в пределах 1-5 г нефти /кг почвы не оказывает существенного влияния на исследуемые эколого-трофические группы бактерий, так как не зафиксировано существенных изменений в исследуемых показателях.

Наибольшее влияние отмечено в диапазоне от 100 до 300 г нефти/кг почвы. В данном диапазоне происходит снижение всех исследуемых показателей, что свидетельствует о негативном влиянии данных концентраций на бактериальную составляющую микробиоценоза дерново-подзолистой почвы.

Внесение в **дерново-карбонатную** почву нефти в концентрации до 5 г/кг приводит к увеличению численности гетеротрофных и нефтеокисляющих бактерий. Значительно более высокое повышение уровня загрязненности углеводородами нефти (> 100 г/кг) вызывает резкое падение численности данных эколого-трофических групп микробиоценоза.

Несмотря на увеличение численности бактерий при низких концентрациях нефти в дерново-карбонатной почве, биоразнообразие исследуемых бактериальных групп снижается в присутствии нефтяных углеводородов в любой из исследованных концентраций. Максимальное падение биоразнообразия составляет 33% для гетеротрофов и 40% для нетедеструкторов.

Внесение в **светло-серую** почву нефти до 1 г/кг приводит к повышению численности нефтеокисляющих бактерий, но не гетеротрофных. Диапазон нефтезагрязнения 1-100 г/кг характеризуется относительно стабильной численностью бактерий нефтеокисляющей группы, а существенное снижение начинается при превышении концентрации 100г/кг. Отмечено общее негативное влияние на численность гетеротрофных бактерий данной почвы всех исследованных концентраций нефти.

Существенное влияние загрязнение нефтью (> 100 г/кг) оказывает на биоразнообразие бактериальной составляющей микробиоценоза светло-серой почвы. Данный показатель для гетеротрофных бактерий падает на 75%, а для нефтеокисляющих

на 55.6%. Таким образом бактериоценоз светло-серой почвы высоко чувствителен к нефтяному загрязнению.

Внесение нефти в **темно-серую почву** в концентрации до 5 г/кг приводит к увеличению численности как гетеротрофных, так и нефтеокисляющих бактерий, более высокие дозы негативно сказываются на численности. Анализ изменения биоразнообразия показывает, что гетеротрофные бактерии данной почвы более устойчивы к негативному влиянию нефтяных углеводородов, так как снижение разнообразия отмечается при высоких уровнях загрязнения всего на 25%, тогда как разнообразие нефтеокисляющих бактерий снижается на 50%. Стимулирования биоразнообразия при низких концентрациях загрязнения не отмечено.

Внесение нефти в **пойменную почву** приводит к снижению разнообразия как гетеротрофных бактерий, так и нефтеокисляющих. Однако, оказывает разное влияние на численность данных групп микроорганизмов. Доза нефти от 1 до 100 г/кг не оказывает существенного влияния на численность гетеротрофных бактерий, но дальнейшее повышение (300 г/кг) приводит к резкому падению численности. Внесение нефти в дозе 1-100 г/кг стимулирует увеличение численности нефтеокисляющих бактерий. При дальнейшем повышении (до 300 г/кг) отмечен эффект аналогичный для гетеротрофной группы.

Таким образом, исследовано влияние нефтяного загрязнения в концентрации 1-300 г/кг на две эколого-трофические группы бактерий пяти различных почв. Установлено, что наиболее устойчивыми к нефтяному загрязнению являются микробиоценозы дерново-неглубокоподзолистой и темно-серой почв. Во всех случаях негативное влияние загрязнения на численность проявляется при высоких концентрациях нефти в почве (более 100 г/кг). Биоразнообразие бактерий является более чувствительным параметром реакции микробиоценоза на нефтяное загрязнение.

Результат оценки показала, что негативного воздействия концентраций нефти и продуктов ее трансформации, рекомендуемых для нормативов для почв Пермского края на почвенные микроорганизмы не прогнозируется.

#### **14. Прогноз и оценка состояния животного мира при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края**

Животный мир Прикамья довольно разнообразен. Здесь наряду с европейскими видами животных встречаются представители фауны Сибири и Субарктики, через территорию края пролетают весной и осенью птицы, гнездящиеся на Севере.

Весь сложный комплекс геоморфологических и гидролого-климатических условий края обуславливает своеобразие растительного и животного мира.

Общий облик фауны связан с преобладанием лесных форм, но географическое положение, сложность рельефа, а в последнее время все возрастающее воздействие хозяйственной деятельности человека обусловили его своеобразие. Основная особенность – это смешение фауны европейской тайги с элементами сибирской тайги, смешанных лесов, лесостепи и даже тундры (Шураков, 1989).

Для подавляющего большинства животных вся территория края находится в пределах их ареалов, но иногда появляются факторы, препятствующие расселению отдельных видов по всему Прикамью. Е.М. Воронцов (1949) выделяет четыре фаунистических района обитания животных: Камско-Вишерское Приуралье; Верхнее Прикамье; Пермско-Карагайский район – подзона южной тайги; Южный, или Кунгурский район (Шураков, 1989).

Численность всех зверей подвержена периодическим колебаниям. Деятельность человека, изменяющая естественные условия, приводит к увеличению размаха колебаний в десятки раз (Шепель, 2001).

Воздействие на животный мир осуществляется через изменение других природных компонентов таких как почва, растительность, поверхностные воды. Поэтому, чтобы оценить и спрогнозировать состояние животного населения, необходимо обратиться к результатам исследования по вышеназванным компонентам.

Известно, что при нефтезагрязнении когда концентрация нефти в почве снижается до 2,5% (25 г/кг) происходит восстановление сообществ почвенных беспозвоночных животных (личинки насекомых, ногохвостки, различные группы клещей) (Артемьева и др., 1988; Гайнутдинов и др., 1988; Артемьева, 1989). Предлагаемые концентрации нефти и нефтепродуктов для нормативов для почв Пермского края в 5-25 раз меньше данной дозы нефти.

Таким образом, негативного воздействия концентраций нефти и нефтепродуктов, рекомендуемых для нормативов для почв Пермского края на животных и фауну не прогнозируется.

По результатам вегетационного хронического эксперимента (оценка фитотоксичности) был сделан вывод о том, что наличие нефти в почвах, в пределах предлагаемых нормативов ДОСНП, не вызывает негативного влияния на высшие растения, а, следовательно, и не будет оказано негативное воздействие на животный мир.

Опыты по биотестированию проводились на пресноводных рачках дафниях (*Daphnia magna Straus*), которые являются хорошим индикатором токсичности воды и почвенной вытяжки. Результаты биотестирования показали, что водные вытяжки из почв не оказывают острого токсического действия. Все взятые концентрации оказались безвредными (таблица 14.1).

Таблица 14.1 – Результаты биотестирования на рачках дафниях (*Daphnia magna Straus*)

<b>Концентрация</b>	<b>Результат</b>
<i><b>Дерново-неглубокоподзолистая почва</b></i>	
фон	Не оказывает острое токсическое действие
1 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
2 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
3 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
5 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
<i><b>Дерново-карбонатная почва</b></i>	
фон	Не оказывает острое токсическое действие
1 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
2 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
3 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
5 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
<i><b>Светло-серая лесная почва</b></i>	
фон	Не оказывает острое токсическое действие
1 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
2 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
3 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
5 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
<i><b>Темно-серая лесная почва</b></i>	
фон	Не оказывает острое токсическое действие
1 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
2 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
3 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
5 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
<i><b>Пойменная почва</b></i>	
фон	Не оказывает острое токсическое действие
1 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
2 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
3 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие
5 г/кг	Не оказывает острое токсическое действие

**Воздействие на состояние животного мира при альтернативном варианте.**

Альтернативный вариант (отказ от использования нормативов ДОСНП в почвах) может привести к негативным последствиям в отношении животного населения. Результатом загрязнения нефтью может стать снижение численности и видового разнообразия млекопитающих и птиц, нарушение их репродуктивной функции, обмена веществ, токсическое, канцерогенное воздействие и др. Помимо прямого влияния на животных нефть оказывает и целый комплекс опосредованных биоценологических воздействий (осветление, изменение кормовой базы, сокращение мест, пригодных для устройства гнезд и т.д.), которые нельзя не учитывать при изучении влияния нефтяного загрязнения на население животных.

Отсутствие законодательно утвержденного норматива ДОСНП может привести к снижению качества и количества важнейшего компонента биогеоценозов – животного населения.



## 15. Прогноз и оценка состояния атмосферного воздуха при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края

Для оценки степени загрязнения атмосферы вследствие испарения с поверхности почвы летучих низкомолекулярных углеводородов применена Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах, утвержденная Минтопэнерго РФ 01.11.1995 г. Оценка выполнялась на аналогах. При расчете учитывалось, что средняя температура поверхности испарения (земли) была по расчету принята 18,29°C, заданная толщина слоя нефти 0,1 м, продолжительность испарения – до 30 часов.

Оценочный расчет показал, что

– для площади 100 кв.м максимальное значение выброса низкомолекулярных углеводородов составит 0,00000838 г/с при толщине слоя нефти 10 см и времени нахождения нефти на поверхности земли (до ликвидации разлива) до 30 часов;

– для площади 100х100 м (10000 кв.м) – 0,000838 г/с;

– для площади 500х500 м (25 0000 кв.м) – 0,0209488 г/с;

– для площади 1000х1000 м (1000000 кв.м) – 0,0837951 г/с.

Для последнего из значений, как единственно целесообразного при прочих пренебрежимо малых, был выполнен расчет рассеивания летучих низкомолекулярных углеводородов по программе «Эколог», версия 3.1, который показал что на самой границе пятна в двух расчетных точках пользователя моделируются значения концентраций углеводородов низкомолекулярных – соответственно 0,01 мг/м<sup>3</sup> и 0,0056 мг/м<sup>3</sup>, что составляет 0,01 ПДК м.р. и 0,0056 ПДК м.р. (долей предельно допустимой концентрации максимально разовой для населенных мест).

Из приведенных значений можно сделать вывод о том, что при размере нефтяного пятна (чистой нефти) на площади 1000 м X 1000 м при толщине слоя нефти 10 см выбросы в атмосферный воздух за счет испарения летучих низкомолекулярных углеводородов пренебрежимо малы и формируют в атмосферном воздухе на границе пятна пренебрежимо малые концентрации (0,01 ПДК м.р. и 0,0056 ПДК м.р.). В том случае, если нефтяное пятно в течение 30 часов не будет ликвидировано, и вся нефть просочится вглубь почвы, то есть испарение нефти будет уменьшено за счет связывания нефти почвой, испарение будет ещё меньше, чем при поверхностном нахождении нефтяного пятна. Для того, чтобы концентрации на границе нефтяного пятна достигли 1 ПДК, размер площади пятна должен быть в 100 раз больше, то есть приблизительно 10 км x10 км, что, практически, недостижимо.

Таким образом, выбросами в атмосферный воздух при установлении нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края можно пренебречь вследствие их крайне незначительного количества и относительно низкой токсичности.

## **16. Прогноз и оценка состояния водной среды при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края**

Результаты прогнозной оценки показали, что уровень содержания нефтепродуктов в фильтратах из почв всех трех типов составляет менее 0,05 мг/л, что не превышает ПДК для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и рыбохозяйственного назначения.

По итогам биотестирования на тест-объектах *Chlorella vulgaris* и *Daphnia magna Straus* образцов загрязненных почв сделан вывод, что выбранные тест-объекты противоположным образом реагируют на загрязненные почвы. Наблюдается прирост *Chlorella vulgaris* в том числе при тестировании контрольных образцов, что говорит о стимулирующих свойствах самих почв. Результаты биотестирования на *Daphnia magna Straus* показали, что водные вытяжки из почв не оказывают острого токсического действия.

Таким образом, на основании результатов прогнозного определения водно-миграционного показателя вредности нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края, можно утверждать, что остаточное загрязнение почвы нефтью при внедрении нормативов ДОСНП не будет представлять существенной опасности с точки зрения возможного загрязнения грунтовых и поверхностных вод.

При превышении уровня нефтяного загрязнения почвы нормативных значений ДОСНП прогнозируется угроза миграции нефтепродуктов в подземные воды и поверхностные водоемы прямо пропорционально уровню нефтезагрязнения почвы, что повлечет за собой ухудшение качества водных ресурсов Пермского края. При этом возникнет опасность превышения допустимого содержания в воде наиболее токсичной фракции ароматических углеводородов из-за их растворимости и высокой миграционной способности. Особенно могут пострадать водоемы рыбохозяйственного назначения как наиболее чувствительные к углеводородному загрязнению.

## **17. Прогноз и оценка санитарно-гигиенических последствий при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края**

Оценка экологического риска от воздействия загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами должна проводиться с учетом максимально возможного содержания потенциально опасных факторов в исследуемой среде (Р 2.1.10.1920-04 Руководство по

оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду),

Определение структурно-группового состава нефти проводили после фракционирования полученного хлороформенного экстракта с помощью флеш-хроматографии (Sepacore C601/610, Buchi, Швейцария). Количественный анализ индивидуальных углеводородных компонентов осуществляли хромато-масс-спектрометрическим методом с использованием ГХ-МС Agilent 6890N (США) в соответствии с ПНД Ф 16.1.38-02, ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.79-2013 (НДП 30.5.102-2011), ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:81-2013 (МУ 03/2012). Дополнительно проводили определение полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) с помощью высокоэффективного жидкостного хроматографа LC Prominence (Shimadzu, Япония), оборудованного колонкой с обращено-фазовым сорбентом Discovery C18® и ультрафиолетовым детектором RF-10A XL (Shimadzu, Япония). Полученные данные использовали для расчета концентраций приоритетных углеводородных загрязнителей при оценке экологического риска.

Исходя из химического состава данной нефти, выбирали приоритетные углеводородные загрязнители, для которых расчетным методом определяли прогнозируемые усредненные концентрации в почве при экспериментально определенном уровне нефтезагрязнения.

Для количественной оценки риска для здоровья населения от воздействия компонентов нефтяного загрязнения почвы использовали компьютерную программу «Модульная система расчета воздействия углеводородного загрязнения на здоровье людей» (Свид-во о гос. регистр. программ для ЭВМ № 2012618687, правообладатель - ПГНИУ). С использованием программы оценивали риск воздействия данных углеводородных загрязнителей в отношении двух экспонируемых рецепторов: взрослого и ребенка, подвергающихся максимально возможному воздействию нефтезагрязненной почвы в течение жизни. Для расчета риска использовали рекомендуемые стандартные значения факторов экспозиции (Р 2.1.10.1920-04 Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду). Исходные параметры для расчета риска: продолжительность воздействия – 50 лет, количество воздействий в год для взрослого и ребенка – 356.

При расчете интегрального индекса опасности и уровня канцерогенного риска использовали следующие показатели референтных доз и концентраций: для острых ингаляционных воздействий; для хронического ингаляционного воздействия; при хроническом пероральном поступлении; факторы канцерогенного потенциала нефтяных углеводородов.

Используемые в качестве входных параметров при расчете экологического риска концентрации приоритетных углеводородных загрязнителей – алифатических и ароматических фракций нефти и индивидуальных ПАУ в почвах приведены в таблице 17.1.

Таблица 17.1. Расчетные концентрации компонентов нефти (мг/кг) в почве, используемые в качестве входных параметров

	Содержание в нефти, %	Содержание нефти в почве, г/кг			
		0,65-1,1	1,8-2,4	2,5-3,1	4,1-4,7
<b>Алифатические углеводороды</b>					
C10-C12	4,6	29,9-50,6	82,8-110	115-143	189-216
C12-C16	8,4	54,6-92,4	151-202	210-260	344-395
C16-C35	24,3	158-267	437-583	608-753	996-1142
C8-C10	13,2	85,8-145	238-317	330-409	541-620
<b>Ароматические углеводороды</b>					
C5-C7	11,3	73,5-124	203-271	283-350	463-531
C10-C12	2,8	18,2-30,8	50,4-67,2	70-86,8	115-132
C16-C21	0,6	3,9-6,6	10,8-14,4	15-18,6	24,6-28,2
Аценафтилен	0,3	1,95-3,3	5,4-7,2	7,5-9,3	12,3-14,1
Антрацен	0,1	0,65-1,1	1,8-2,4	2,5-3,1	4,1-4,7
Бензо(а)пирен	0,2	1,3-2,2	3,6-4,8	5-6,2	8,2-9,4
Бензо(б)флуорантен	0,1	0,65-1,1	1,8-2,4	2,5-3,1	4,1-4,7
Бензо(г,и)перилен	0,1	0,65-1,1	1,8-2,4	2,5-3,1	4,1-4,7
Бензо(к)флуорантен	0,1	0,65-1,1	1,8-2,4	2,5-3,1	4,1-4,7
Хризен	0,4	2,6-4,4	7,2-9,6	10-12,4	16,4-18,8
Дибензо(а,и)антрацен	0,2	1,3-2,2	3,6-4,8	5-6,2	8,2-9,4
Флуорантен	0,3	1,95-3,3	5,4-7,2	7,5-9,3	12,3-14,1
Флуорен	0,3	1,95-3,3	5,4-7,2	7,5-9,3	12,3-14,1
Индено(1,2,3-с,д)пирен	0,1	0,65-1,1	1,8-2,4	2,5-3,1	4,1-4,7
Фенантрен	1,1	7,15-12,1	19,8-26,4	27,5-34,1	45,1-51,7
Пирен	0,1	0,65-1,1	1,8-2,4	2,5-3,1	4,1-4,7

В результате оценки экологического риска установлено, что при дозах нефти 1,0-3,0 г/кг прогнозные уровни суммарного канцерогенного риска и интегрального индекса опасности ниже максимально допустимых значений ( $\leq 10^{-4}$  для канцерогенов и  $\leq 1$  для неканцерогенов соответственно). Данные риски классифицируются как приемлемые, не представляют серьезной угрозы здоровью населения, включая чувствительную подгруппу – детей. При более высокой (5,0 г/кг) дозе нефтезагрязнения почв суммарные уровни канцерогенного риска для ребенка составляют от  $0,95 \times 10^{-4}$  для пойменной и темно-серой почвы до  $1,098 \times 10^{-4}$  для светло-серой почвы, и, следовательно, прогнозируются как повышенные. При этом интегральные индексы опасности составляют от 0,75 для

пойменной почвы до 0,86 для светло-серой почвы, что ниже порогового значения. В структуре формирования риска здоровью населения при дозе 5,0 г/кг нефтепродуктов в почвах ведущее место занимают полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), обуславливающие канцерогенный риск, а также производные бензола и нафталиновые арены (ароматические фракции C5-C7 и C10-C12), вызывающие повышение интегрального индекса опасности.

Наиболее значимый путь поступления нефтезагрязнителей к рецепторам для развития канцерогенного риска – ингаляционный (вдыхание почвенных паров). Риск развития неканцерогенного вреда здоровью будет наиболее выражен при употреблении в пищу продуктов растениеводства, выращенных на нефтезагрязненной почве при использовании для полива нефтезагрязненной воды.

## 18. Прогноз и оценка состояния видов из Красной книги РФ и Пермского края при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края

**Общая характеристика.** Сведения о состоянии, распространении, мерах охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения видов (подвидов, популяций) диких животных, дикорастущих растений и других организмов (далее – редкие и исчезающие виды), постоянно или временно обитающих (произрастающих) в естественных условиях региона содержится в Красной книге Пермского края.

В обновленную редакцию Красной книги Пермского края (Красная книга..., 2018) вошли, в том числе и виды, включенные в Красную книгу РФ, обитающие на территории Пермского Прикамья.

Итоговый перечень редких и исчезающих видов биоты (таблица 17.1) региона включает 144 вида. В перечень видов, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в окружающей среде (Приложение к Красной книге) внесен 201 вид живых организмов.

Таблица 17.1 – Представленность основных таксономических групп живых организмов в Красной книге Пермского края

Таксономические группы	Число видов в Красной книге Пермского края	
	Основной список	Приложение к Красной книге
<b><i>Животные</i></b>	<b>47</b>	<b>61</b>
Млекопитающие	1	5
Птицы	38	26
Рептилии	1	-
Амфибии	1	2
Рыбы	2	3
Беспозвоночные	4	25
<b><i>Растения</i></b>	<b>75</b>	<b>121</b>
Покрытосеменные	70	108
Папоротниковидные	4	11
Плауновидные	1	2
<b><i>Лишайники</i></b>	<b>10</b>	<b>3</b>
<b><i>Грибы</i></b>	<b>12</b>	<b>16</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>144</b>	<b>201</b>

Для сохранения редких и исчезающих видов (а также мест их обитания (произрастания)) проводятся ежегодные работы по ведению кадастра, мониторинга состояния популяций таких живых организмов, а также разработка программ их сохранения и специальных мер охраны.

Использование (изъятие) редких и исчезающих видов из естественной природной среды строго ограничено и допускается лишь в исключительных случаях, в целях сохранения и восстановления их численности.

**Сравнение воздействия на состояние видов, занесенных Красные книги РФ и Пермского края, при внедрении нормативов ДОСНП и при нулевом варианте.**

*Воздействие на состояние видов, занесенных Красные книги РФ и Пермского края, при нулевом варианте.* Нулевой вариант (отказ от использования нормативов ДОСНП в почвах) может привести к существенным негативным последствиям на состояние редких и исчезающих видов.

Это выражается в отсутствии научно-обоснованной, нормативно-утвержденной основы для проведения мероприятий по сохранению и восстановлению численности видов, включенных в Красные книги РФ и Пермского края, на участках, загрязненных нефтью. Места обитания редких и исчезающих видов могут быть уничтожены или существенно нарушены в результате загрязнения нефтью. В таком случае, одним из вариантов по сохранению и восстановлению численности таких видов будет рекультивация почвенного покрова на загрязненных участках. В случае отказа от использования предлагаемых ДОСНП возникает проблема определения уровня остаточного содержания нефти в почвах, приемлемого для реинтродукции редких и исчезающих видов.

Отсутствие законодательно утвержденного норматива ДОСНП может привести к существенному снижению качества рекультивационных мероприятий. Как следствие возможна гибель, снижение численности видов, включенных в Красные книги РФ и Пермского края.

*Воздействие на состояние видов из Красной книги РФ и Пермского края при внедрении нормативов ДОСНП.* Наличие нефти в почвах, в пределах предлагаемых нормативов ДОСНП (согласно проведенной оценке фитотоксичности (раздел 10), не вызывает негативного влияния на вегетационные особенности высших растений. Фоновое состояние растений-продуцентов обуславливает отсутствие негативного воздействия предлагаемых концентраций нефти и на другие группы живых организмов (консументы, редуценты), занесенные в Красные книги РФ и Пермского края.

В тоже время, существование законодательно утвержденного норматива ДОСНП в почвах региона будет способствовать повышению эффективности мероприятий, направленных на сохранение и восстановление численности редких и исчезающих видов на участках, рекультивированных после загрязнения нефтью.

Внедрение ДОСНП также повысит эффективность ведения кадастра и мониторинга редких и исчезающих видов биоты. Предлагаемые нормативы могут служить методической основой для процедуры, разъясняющей порядок действий в случае обнаружения загрязнения нефтью местообитания видов, занесенных в Красную книгу РФ



и Пермского края. Соответствующим разделом следует дополнить приказ Министерства природных ресурсов Пермского края от 1 июня 2018 г. N СЭД-30-01-02-751 «Об утверждении Порядка ведения государственного учета, мониторинга и кадастра объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Пермского края и приложение к ней» (Об утверждении..., 2018).

Анализ воздействия на состояние видов, занесенных Красные книги РФ и Пермского края, при внедрении нормативов ДОСНП и при нулевом варианте показал следующее.

Отказ от внедрения нормативов ДОСНП может привести к существенным негативным последствиям – гибели и снижению численности редких и исчезающих видов, обусловленную низким качеством мероприятий по рекультивации нефтезагрязненных почв.

Внедрение нормативов ДОСНП не приведет к негативным последствиям. Напротив, наличие утвержденных нормативов будет способствовать повышению эффективности мероприятий, направленных на сохранение и восстановление численности редких и исчезающих видов биоты.

## 19. Прогноз и оценка состояние ООПТ в Пермском крае при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края

**Общая характеристика.** Современная сеть особо охраняемых природных территорий (далее – ООПТ) Пермского края достаточно широка и развита как в количественном, так и в качественном отношении. Современная сеть охраняемых территорий (таблица 18.1) региона включает 361 объект федерального, регионального и местного значения. Их площадь составляет 10,7% от территории Пермского края.

Таблица 18.1 – Состав сети ООПТ Пермского края

Категория и значение ООПТ	Число, шт.	Площадь, тыс. га	Доля от площади Пермского края, %
<i>Федерального значения</i>	<b>2</b>	<b>280,5</b>	<b>1,8</b>
Государственные природные заповедники	2	280,5	1,8
<i>Регионального значения</i>	<b>257</b>	<b>1 412,3</b>	<b>8,8</b>
Природный парк	1	130,7	0,8
Охраняемые ландшафты	96	728,9	4,5
Заказники:	21	537,3	3,4
<i>в том числе ландшафтные</i>	<i>1</i>	<i>2,3</i>	<i>0,01</i>
<i>в том числе биологические (охотничьи)</i>	<i>20</i>	<i>535,1</i>	<i>3,3</i>
Природные резерваты	46	8,6	0,1
Памятники природы	88	6,3	0,04
Историко-природные комплексы	5	0,4	< 0,01
<i>Местного значения</i>	<b>102</b>	<b>16,6</b>	<b>0,1</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>361</b>	<b>1 709,4</b>	<b>10,7</b>

К ООПТ федерального значения относятся 2 государственных природных заповедника: «Басеги» и «Вишерский». Это крупнейшие охраняемые территории региона, они приурочены к горной части Пермского края.

В Прикамье хорошо развита сеть ООПТ регионального значения, значительную часть которой составляют памятники природы. Эта категория ООПТ призвана сохранить небольшие уникальные природные объекты. Общая площадь памятников природы сравнительно невелика.

Также многочисленны охраняемые ландшафты. В отличие от памятников природы, они создаются для сохранения крупных природных комплексов, ландшафтов, эталонов зональных экосистем. Средняя площадь охраняемого ландшафта в Пермском крае составляет более 7 500 га. К наиболее крупным относятся: «Большое Камское болото», «Кваркуш», «Адово озеро», «Нишневишерский», «Верхнейвинский», «Джурич-Нюр», «Ослянский», «Селищенское болото», «Куединский».

Организовано достаточно много природных резерватов, необходимых для сохранения небольших и средних участков, занятых типичными экосистемами, ценными

природными сообществами. Их площадь, также, как и памятников природы, сравнительно мала.

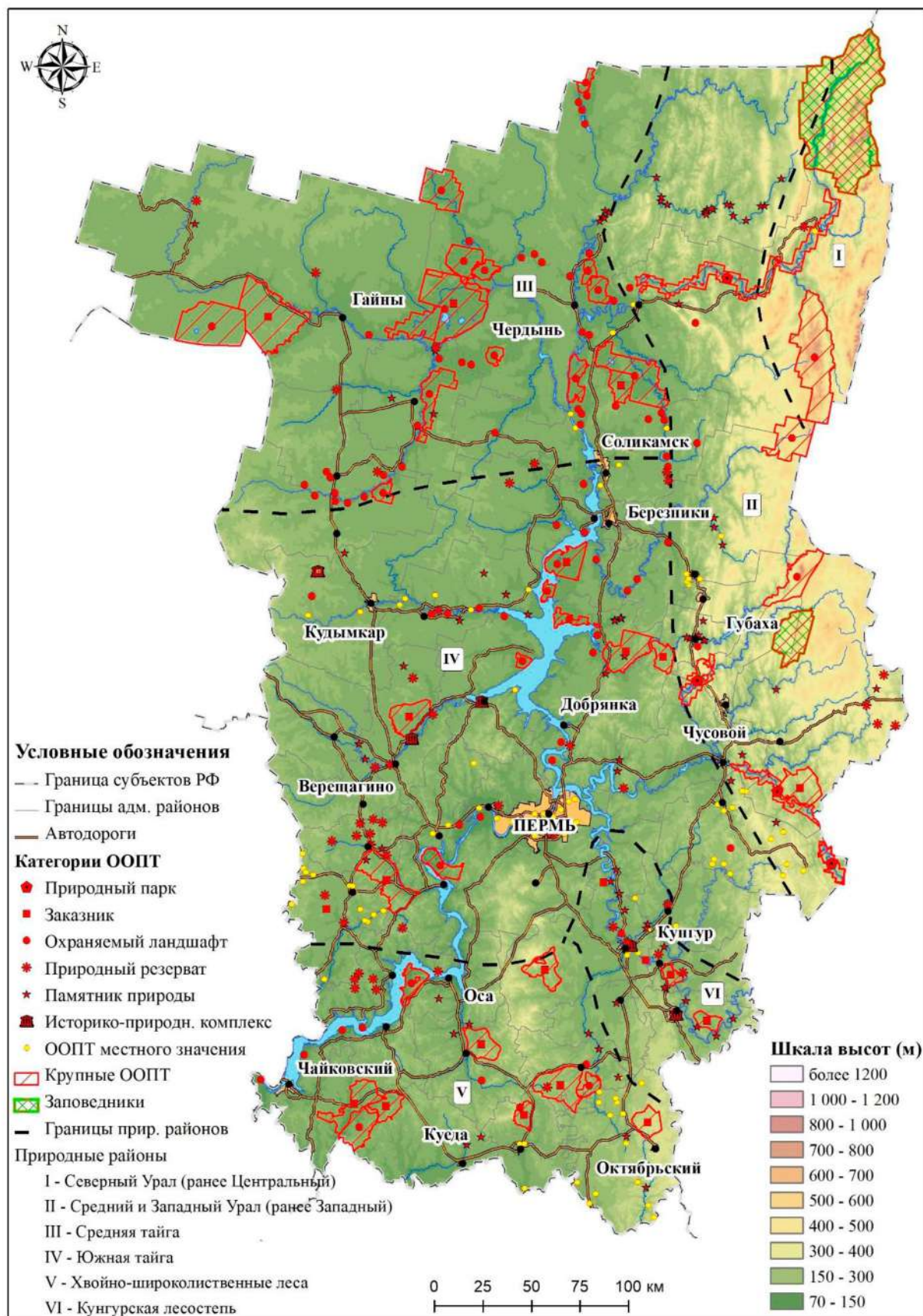


Рисунок 18.1 – Сеть ООПТ Пермского края

Условия необходимые для устойчивого существования основных охотничье-промысловых видов животных создает сеть заказников. Они охватывают обширные территории. Несмотря на небольшое число, общая площадь заказников достаточно велика. К этой категории также относится ООПТ «Предуралье», являющаяся учебно-научной базой Пермского государственного национального исследовательского университета.

Для сохранения ценных природных комплексов, образованных при участии человека, создаются историко-природные комплексы. Охраняемые территории такой категории немногочисленны и невелики по площади.

Последняя по времени создания (30.01.2018) региональная ООПТ в Пермском крае – природный парк «Пермский». Эта крупнейшая охраняемая территория расположена в долинах рек Вишеры, Усьвы и Чусовой. Природный парк создан для сохранения типичных и уникальных природных комплексов, экологического просвещения населения, создания условий для регулируемого туризма и отдыха.

Сеть ООПТ местного значения достаточно многочисленна, но мала по площади. Местные охраняемые территории распределены по региону крайне неравномерно. Наибольшее число местных ООПТ организовано в Большесосновском, Октябрьском, Лысьвенском районах и в г. Перми. В большинстве муниципальных образований региона местные ООПТ не созданы.

По общности природных условий и особенностям истории формирования сети ООПТ Пермский край поделен на 6 природных районов: Средняя тайга, Южная тайга, Смешанные хвойно-широколиственные леса, Кунгурская лесостепь, Средний и Западный (ранее Западный) Урал, Северный (ранее Центральный) Урал. Распределение ООПТ по территории региона (рис. 1) достаточно неравномерно.

Так, наибольшая доля ООПТ отмечена для Северного (ранее Центрального) Урала. Достаточно высокая обеспеченность охраняемыми территориями (соответствующая среднероссийскому показателю) характерна для Среднего и Западного (ранее Западного) Урала, а также Средней тайги. Явный дефицит ООПТ испытывают природные районы Смешанных хвойно-широколиственных лесов и Южной тайги. Самый низкий показатель (менее 1%) характерен для наиболее освоенного района Кунгурской лесостепи.

**Сравнение воздействия на состояние ООПТ при внедрении нормативов ДОСНП и при нулевом варианте.**

*Воздействие на ООПТ при нулевом варианте.* Нулевой вариант (отказ от использования нормативов ДОСНП в почвах) может привести к ряду существенных негативных последствий на ООПТ.

Использование ООПТ. В настоящее время в Пермском крае имеется несколько разрабатываемых нефтяных месторождений, расположенных в границах ООПТ. Также имеется ряд охраняемых территорий, в пределах которых проходят трассы магистральных нефтепроводов.

В условиях отсутствия принятых нормативов нефтедобывающие компании не будут иметь однозначного представления о допустимых пределах загрязнения на промысловых участках. Следовательно, эти организации не смогут включить подобные нормативы в свои внутренние правила осуществления нефтедобычи, не будут проводить экологический мониторинг, производственный контроль параметров загрязнения почвы.

Восстановление ООПТ. Пермский край – один из регионов, где ведется активная нефтедобыча. Существование действующих нефтепромыслов неизбежно приводит к возникновению аварийных ситуаций, сопровождающихся разливами нефти.

При отсутствии нормативов ДОСНП возникает проблема определения достаточной меры очистки в ходе ликвидации аварии, а также рекультивации почвы, загрязненной нефтью. В конечном счете это может привести к снижению качества работ по устранению аварий и рекультивационных мероприятий.

Сохранение ООПТ. Для сохранения ООПТ в Пермском крае предусмотрены ежегодные работы по экологическому мониторингу. В связи с отсутствием законодательно утвержденных нормативов ДОСНП, в процедуре мониторинга отсутствует и методическая часть, разъясняющая порядок действий в случае обнаружения нефтяного загрязнения. Это приводит к тому, что время с момента обнаружения разлива до момента подтверждения этого факта (со стороны природопользователя) и начала принятия конкретных управленческих мер, может затягиваться до нескольких лет. За это время значительно меняются параметры загрязнения, сама нефть мигрирует и претерпевает существенные трансформации в природных средах. В результате ликвидация разлива становится гораздо более затруднительной и менее эффективной.

Таким образом, отказ от нормативов ДОСНП создает объективные предпосылки для интенсификации загрязнения нефтью на особо охраняемых природных территориях и снижению эффективности мероприятий, направленных на сохранение и восстановление среды в границах ООПТ.

*Воздействие на ООПТ при внедрении нормативов ДОСНП.* Для оценки состояния ООПТ в Пермском крае используются методические указания «Экологическая оценка состояния ООПТ регионального значения» (Бузмаков и др., 2011). Основными показателями, определяющими состояние ООПТ служат степени деградации природных компонентов (почва, растительность, животный мир) и комплексов (экосистем) ООПТ.

Наличие нефти в почвах, в пределах предлагаемых нормативов ДОСНП (согласно проведенной оценке фитотоксичности (раздел 10), не вызывает негативного влияния на вегетационные особенности высших растений. Фоновое состояние растений-продуцентов обуславливает отсутствие негативного воздействия и на другие группы живых организмов (консументы, редуценты). Такая реакция биоты индицирует отсутствие влияния предлагаемых концентраций нефти на абиотические компоненты (вода, почва, атмосферный воздух) и природные комплексы (экосистемы). Таким образом, внедрение предлагаемых нормативов ДОСНП в почвах не приведет к негативным последствиям на ООПТ.

В тоже время, внедрения ДОСНП приведет к некоторым положительным последствиям для ООПТ.

Использование ООПТ. Законодательное утверждение ДОСНП в почвах Пермского края позволит компаниям, осуществляющим нефтепромысел, внедрить предлагаемые нормативы в свои внутренние правила и стандарты. Наличие однозначной нормы загрязнения почвы нефтью (не вызывающей негативной реакции в природных компонентах и комплексах) может способствовать поддержанию необходимого качества окружающей среды на ООПТ.

Восстановление ООПТ. Норматив ДОСНП в почвах может служить ясным количественным параметром необходимой степени очистки почвы в случаях ликвидации разливов нефти или рекультивации загрязненной почвы на ООПТ.

Сохранение ООПТ. Внедрение ДОСНП может повысить эффективность экологического мониторинга ООПТ. Предлагаемые нормативы могут служить методической основой для процедуры, разъясняющей порядок действий в случае обнаружения загрязнения нефтью на ООПТ. Соответствующим разделом следует дополнить постановление Правительства Пермского края от 17 октября 2013 N 1433-п «Об утверждении Порядка ведения мониторинга особо охраняемых природных территорий регионального значения» (Об утверждении..., 2013).

Анализ воздействия на состояние ООПТ при внедрении нормативов ДОСНП и при нулевом варианте показал следующее.

Отказ от внедрения нормативов ДОСНП может привести к существенным негативным последствиям – интенсификации загрязнения нефтью на ООПТ, снижению качества мероприятий по ликвидации аварий и рекультивации, снижению эффективности производственного контроля и экологического мониторинга.

Внедрение нормативов ДОСНП не приведет к негативным последствиям. Напротив, наличие утвержденных нормативов может способствовать повышению эффективности мероприятий, направленных на сохранение и восстановление качества окружающей среды на ООПТ.

## **20. Разработка природоохранных мероприятий при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края**

При внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края необходимо разработать и утвердить методические указания по определению типов почв для применения региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края.

Для установления типа почв необходимо проведение почвенного обследования, выполненного в соответствии с Общесоюзной инструкцией по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований, утвержденной Министерством сельского хозяйства СССР 23 июня 1972 г.

**Определение типа почв** на основании почвенного обследования – наиболее важный аспект при применении региональных нормативов ДОСНП. Общесоюзной инструкцией по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований выделяются следующие этапы работ: подготовительный, полевой и камеральный, включающий лабораторные анализы.

Полевые обследования складываются в том числе из следующих элементов работ:

- общего маршрутного знакомства с территорией;
- полевого изучения почв, заложения и описания почвенных разрезов с предварительным определением (названием) почв;
- взятия почвенных образцов для последующих исследований;
- сбора сведений об использовании земель и агропроизводственных свойствах почв;
- просмотра почвенных образцов и отбора их для лабораторных анализов;
- изучения физических свойств почв.

Окончательная диагностика типа почвы проводится в соответствии с «Классификацией и диагностикой почв России» (Смоленск: Ойкумена, 2004. 232 с.). Основным материалом для определения типа почвы служит достоверная информация о морфологии почвы и иных ее характеристиках полученная в результате предыдущих этапов (исследования и описания почвенного профиля в полевых условиях, результаты лабораторных анализов отобранных образцов).

В соответствии с вышеуказанной классификацией почва как трехмерное природное тело, диагностируется на основании исследования генетических горизонтов на вертикальной стенке почвенного разреза.

Система взаимосвязанных генетических горизонтов и образует почвенный профиль, на основании которого производится диагностика и классификация почв.



В результате анализа и обобщения материалов дается заключение о соответствии или несоответствии обследованной почвы нормативно обеспеченной.

Полноценность почвенных исследований зависит в первую очередь от качества полевых работ.

Лабораторные анализы почв служат для всесторонней генетической характеристики почв, уточнения и наименования и определения важнейших свойств. Для различных почв рекомендуются разные виды и методы основных (общих) анализов.

Почвенные обследования могут проводиться различными организациями, имеющих в своем штате специалистов-почвоведов и соответствующую лабораторную базу. Почвенные обследования также могут выполнять специалисты-экологи, прошедшие повышение квалификации по курсу «Определение типа почв на основании почвенного обследования».

Рекомендуется уполномоченному органу государственной власти Пермского края организовать курсы повышения квалификации по теме «Определение типа почв на основании почвенного обследования» для заинтересованных организаций, надзорных ведомств, сотрудников муниципальных образований.

## Резюме

Материалы оценки воздействия на окружающую среду проекта по дополнению региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края, утвержденных постановлением Правительства Пермского края от 20.12.2018 № 813-п, подготовлены в соответствии с Федеральным законом от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей природной среды», Федеральным законом от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе»; Приказом Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. № 372 «Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации», Приказом Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации от 29 декабря 1995 года № 539 «Об утверждении «Инструкции по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности».

Допустимое остаточное содержание нефти и продуктов ее трансформации в почве (ДОСНП) – определенное по аттестованным в установленном порядке методикам содержание в почве нефти и продуктов ее трансформации после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ, при котором (Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 12 сентября 2002 года № 574):

- исключается возможность поступления нефти и продуктов ее трансформации в сопредельные среды и на сопредельные территории;

- допускается вовлечение земельных участков в хозяйственный оборот по основному целевому назначению с возможными ограничениями (не природоохранного характера) режима использования или вводится режим консервации, обеспечивающий достижение санитарно-гигиенических нормативов содержания в почве нефти и продуктов ее трансформации или иных установленных в соответствии с действующим законодательством нормативных значений в процессе самовосстановления, т.е. без проведения дополнительных специальных ресурсоемких мероприятий.

Нормативы допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почве – установленные и введенные в действие на территории отдельного субъекта Российской Федерации значения допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах земельных участков, рекультивируемых под различные виды использования.

**Действующие нормативы** допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края установлены постановлением

Правительства Пермского края от 20 декабря 2018 г. № 813-п «Об утверждении региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края и Порядка их применения».

Региональные нормативы ДОСНП применяются для трех типов почв: дерново-подзолистых, преимущественно глубокоподзолистых; подзолов иллювиально-железистых (подзолы иллювиально-малогумусовые); торфяных болотных верховых, двух категорий земель: лесного фонда и земель сельскохозяйственного назначения.

Постановлением правительства от 20.12.2018 № 813-п также утвержден Порядок применения региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края. Порядком предусмотрен мониторинг применения региональных нормативов ДОСНП на территории Пермского края с целью изучения их влияния на окружающую среду, который осуществляет Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края.

Региональные нормативы ДОСНП для продуктов трансформации нефти принимаются на уровне установленных предельно-допустимых концентраций соответствующих веществ.

Нормативы ДОСНП разработаны для наиболее распространенных типов почв в Пермском крае, однако этого недостаточно, чтобы покрыть всю территорию нефтепромыслов в Пермском крае. Для почв южных районов региона нормативы не установлены.

**Анализ применения** региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации (ДОСНП) на территории Пермского края показал следующее:

1. Сравнение нормативов, разработанных для субъектов Российской Федерации, показал, что нормативы ДОСНП для Пермского края одни из самых жестких. Утвержденные значения позволяют установить более высокие требования к качеству почв, повысить уровень экологической безопасности.
2. Нормативов ДОСНП для 3 типов почв недостаточно, чтобы покрыть всю территорию нефтепромыслов в Пермском крае. Для почв южных районов региона нормативы не установлены.
3. Предприятиям-недропользователям, уполномоченным органам государственной власти сложно самостоятельно определять тип почв.

В качестве предложений по дополнению региональных нормативов ДОСНП на территории Пермского края рекомендовано следующее:

1. Разработать нормативы ДОСНП для почв южных районов Пермского края.

2. С целью упрощения работ по установлению типа почв разработать и утвердить приказом Минприроды Пермского края Методические указания по определению типов почв для применения региональных нормативов ДОСНП.
3. Организовать курсы повышения квалификации по теме «Определение типа почв на основании почвенного обследования».

Анализ структуры почвенного покрова Пермского края и размещения в нём объектов нефтепромыслов показал, что целесообразно включить в перечень основных почв региона, для которых разрабатываются единые значения допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации, преобладающие в местах развитого нефтепромысла нижеследующие почвы:

1. Дерново-подзолистые преимущественно неглубокоподзолистые
2. Дерново-карбонатные (включая выщелоченные и оподзоленные)
3. Светло-серые лесные
4. Темно-серые лесные
5. Пойменные

Для проведения экспериментов необходимо использовать тяжелую сернистую нефть, содержащую высокие концентрации смол и асфальтенов.

Целесообразно отбирать сырую нефть для экспериментов с территории, где распространены все предложенные типы почв. Анализ схемы размещения объектов нефтепромыслов и распространения предложенных типов почв показал, что такой территорией является участок на границе Уинского и Октябрьского муниципальных районов вблизи Соловатовского и Лесного месторождений.

Для дополнения нормативов ДОСНП в почвах Пермского края рассчитаны показатели вредности по итогам следующих экспериментов:

1. Оценка хронической фитотоксичности в отношении высших растений.
2. Биотестирование на тест-объектах *Chlorella vulgaris* и *Daphnia magna*.
3. Определение миграционного водного показателя вредности.
4. Определение транслокационного показателя вредности.
5. Оценка влияния нефтяного загрязнения на жизнедеятельность почвенного микробиоценоза.
6. Оценка экологического риска.

По результатам экспериментов сделан вывод, что допустимое остаточное содержание нефти и продуктов ее трансформации в почвах на территории Пермского края целесообразно установить на уровне:

- в дерново-подзолистых, преимущественно неглубокоподзолистых почвах для земель сельскохозяйственного назначения – 2,3 г/кг почвы;
- в дерново-подзолистых, преимущественно неглубокоподзолистых почвах для земель лесного фонда – 2,1 г/кг почвы;
- в дерново-карбонатных для земель сельскохозяйственного назначения – 2,5 г/кг почвы;
- в дерново-карбонатных для земель лесного фонда – 2,4 г/кг почвы;
- в светло-серых лесных почвах для земель сельскохозяйственного назначения – 2,4 г/кг почвы;
- в светло-серых лесных почвах для земель лесного фонда – 2,2 г/кг почвы;
- в темно-серых лесных почвах для земель сельскохозяйственного назначения – 2,6 г/кг почвы;
- в темно-серых лесных почвах для земель лесного фонда – 1,9 г/кг почвы;
- в пойменных почвах для земель сельскохозяйственного назначения – 3,9 г/кг почвы;
- в пойменных почвах для земель лесного фонда – 3,3 г/кг почвы.

Региональные нормативы ДОСНП для продуктов трансформации нефти предлагаются на уровне установленных предельно-допустимых концентраций соответствующих веществ.

**Оценка воздействия** проектируемых нормативов на окружающую среду выполнена с использованием методических рекомендаций, инструкций и пособий, регламентированных российским экологическим законодательством; нормативными правовыми актами в области регулирования природопользования и охраны окружающей среды.

В настоящем томе ОВОС сравниваются экологические последствия двух альтернативных подходов: при внедрении нормативов ДОСНП и отказе от их внедрения.

Для определения уровня воздействия проектируемых нормативов ДОСНП на окружающую среду проведен комплекс исследований:

- вегетационный хронический эксперимент;
- биотестирование;
- определение миграционного водного показателя вредности нефти и продуктов ее трансформации;
- определение содержания в почве нефти и продуктов ее трансформации;
- расчет экологического риска;
- микробиологическое исследование почвы;

- определение валового содержания микроэлементов в почве;
- оценка степени загрязнения атмосферы.

**Результат оценки воздействия на окружающую среду показал следующее.**

Внедрение предлагаемых нормативов ДОСНП для почв Пермского края, дифференцированных с учетом типов (подтипов) и основного хозяйственного использования почв позволит исключить поступление из загрязненных почв нефтепродуктов в воды водных объектов, в атмосферный воздух, в растения после проведения рекультивационных и других восстановительных работ. Также данный вариант позволит снизить негативное воздействие на почвенные организмы, при этом воздействие на растительный и животный мир будет в пределах допустимого уровня.

Анализ нормативов, разработанных для субъектов Российской Федерации, показал, что проектные нормативы ДОСНП для Пермского края в целом соответствуют аналогичным для земель сельскохозяйственного назначения. Для земель лесного фонда разработанные нормативы в Пермском крае более жесткие, чем в других нефтедобывающих регионах. Рекомендуемые значения позволяют установить более высокие требования к качеству рекультивации почв, повысить уровень экологической безопасности.

Результат оценки состояния микробного сообщества при внедрении нормативов ДОСНП показал, что негативного воздействия концентраций нефти и продуктов ее трансформации, рекомендуемых для нормативов для почв Пермского края на почвенные микроорганизмы не прогнозируется.

На основании результатов прогнозного определения водно-миграционного показателя вредности нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края, можно утверждать, что остаточное загрязнение почвы нефтью при внедрении нормативов ДОСНП не будет представлять существенной опасности с точки зрения возможного загрязнения грунтовых и поверхностных вод.

Расчеты канцерогенных эффектов и интегрального индекса опасности прогнозируют отсутствие риска здоровью населению при внедрении предлагаемых нормативов.

Внедрение предлагаемых нормативов ДОСНП будет способствовать повышению эффективности мероприятий, направленных на сохранение и восстановление численности редких и исчезающих видов биоты.

Внедрение предлагаемых нормативов ДОСНП в почвах не приведет к негативным последствиям на ООПТ.

По результатам оценки воздействия разработаны природоохранные мероприятия при внедрении нормативов ДОСНП для почв Пермского края.

Проект по дополнению региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Пермского края, утвержденных постановлением Правительства Пермского края от 20.12.2018 № 813-п, соответствует экологическим требованиям, установленным техническими регламентами и законодательством в области охраны окружающей среды, в целях предотвращения негативного воздействия такой деятельности на окружающую среду.

## Библиография

1. Абдуев М.Р., Аскеров А.О. Рекультивация нефтезагрязненных земель в Азербайджане // Вестник с-х. науки. 1979. № 1. С. 57–61.
2. Агроклиматический справочник по Пермской области. Л.: Гидрометеорологич. изд-во, 1959. 132 с.
3. Алиев С.А., Гвозденко Д.б., Бабаев М.П., Гаджиев Д.А. Рекомендации по рекультивации нефтезагрязненных земель. Баку, 1981. 26 с.
4. Алексеева Т.П. Перспективы использования торфа для очистки нефтезагрязненных почв // Алексеева Т.П., Бурмистрова Т.И., Терещенко Н.Н., Стахина Л.Д., Панова И.И. Биотехнология. 2000. №1. С. 58-64.
5. Алексеенко В.А. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов: монография / В. А. Алексеенко, А. В. Алексеенко. Ростов н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2013. 380 с.
6. Ананько Г.Г., Пугачев В.Г., Тотменина О.Д., Репин В.Е. Устойчивость нефтеокисляющих микроорганизмов к низким температурам // Биотехнология. 2005. № 5. С. 63-69.
7. Аниськина М.В. Мутагенный и токсический эффекты у растений *Tradescantia* (clon 02) и *Arabidopsis thaliana* (L.) Heunh., индуцированные нефтью и нефтепродуктами: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Сыктывкар, 2006. 20 с.
8. Антропогенная нагрузка на территории Пермского края. Ранжирование территорий // Сайт Государственной инспекции по экологии и природопользованию. URL: <http://giep.permkrai.ru/antropogennaya-nagruzka-na-territorii-permskogo-kraya/ranzhirovanie-territoriy/> (дата обращения: 19.05.2018).
9. Артемьева Т.И. Комплексы почвенных животных и вопросы рекультивации техногенных территорий. М.: Наука, 1989. 111 с.
10. Артемьева Т.И., Жеребцов А.К., Борисович Т.М. Влияние загрязнения почвы нефтью и нефтепромышленными сточными водами на комплекс почвенных животных // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем: сб. науч. тр. М., 1988. С. 82-98.
11. Атлас Пермского края / Под общей редакцией А. М. Тартаковского. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь: 2012. – 124 с.
12. Бабкина, В.Л. Влияние нефтезагрязнения почвы на структуру популяций клещей-орibatид / В.Л. Бабкина // Наука и образование XXI века: сборник тезисов докладов II окружной конференции молодых ученых ХМАО. Ч.1. – Сургут: Изд-во СурГУ, 2001. – С. 3-5.
13. Бакина Л.Г., Капелькина Л.П., Чугунова М.В., Бардина Т.В., Герасимов А.О. О разработке региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Ленинградской области // Региональная экология. 2010. №1-2, С. 33-40.
14. Баландина А.В., Жилкин С.М., Кузнецов Д.Б., Дубровина С.С. Восстановительная способность нефтезагрязненных почв при использовании различных препаратов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 5, С. 716-724.
15. Баженова О.К. Геология и геохимия нефти и газа / О.К. Баженова, Ю.К. Бурлин // М.: Академик, 2004. – 415 с.
16. Баширова Р.М.; Григориади А.С.; Киреева Н.А.; Юмагужин М.С.; Тимербаева Г.Р.; Долотовская Л.З. Влияние загрязнения почвы нефтью на дягиль лекарственный *Archangelica officinalis* // Аграрная Россия. 2009. № 2. С. 42-44.
17. Бачурин Б.А., Авербух Л.М., Одинцова Т.А. Особенности нефтезагрязнения природных геосистем Западной Сибири // Горные науки на рубеже 21 века: Материалы международной конференции, Екатеринбург, 12-19 сент.1997. Екатеринбург, 1998. С.400-408.



18. Беляев А.Ю., Юшков В.И. О создании искусственного растительного покрова на обнаженных грунтах в нижнем Приобье /Проблемы рекультивации нарушенных земель. Свердловск, 1988. С.107-108.
19. Буадзе О.А. Ультраструктурные и цитологические основы действия ксенобиотиков на растительные клетки // Биотрансформация ксенобиотиков в растениях. Тбилиси: Менциерба, 1988. С.248–284.
20. Бузмаков С.А. Географическая изменчивость морфофизиологических и фенетических показателей под влиянием техногенных загрязнений // Материалы VI Сессии «Вид и его продуктивность в ареале». С.-Пб.: Гидрометеиздат. 1993. С.39.
21. Бузмаков С.А. Возможность оценки качества природной среды фенетическими методами // Природные ресурсы Западно-Уральского Нечерноземья, их рациональное использование и охрана. Межвуз. сб. научн. трудов. Пермь. 1995. С. 18-23.
22. Бузмаков С.А. Морфофизиологические изменения популяций рыжей полевки на территории нефтяных месторождений // Экология и охрана окружающей среды. Тез. докл. 2-й Межд. научно-практической конф. Ч. 2. Морфофизиологические адаптации организмов, популяций, видов. Пермь. ПГПУ. 1995. С.21-22.
23. Бузмаков С.А. Трансформация биоты в условиях эксплуатации нефтяных месторождений // Экологические основы стабильного развития Прикамья: Материалы научно-практической конференции. Перм. ун-т. Пермь, 2000. С.304-306.
24. Бузмаков С.А. Сохранение биоразнообразия на территории нефтяных месторождений// География и регион.V.Биогеография и биоразнообразии Прикамья: Материалы Междунар. науч.-практ.конф. (30 сент.-4окт.2002г. г.Пермь). Перм.ун-т. Пермь, 2002. С.50-54.
25. Бузмаков С.А. Геоэкологический способ разработки нормативов предельно допустимого содержания нефтепродуктов в почвах. Свидетельство о регистрации интеллектуального продукта №7320030012 от 30.10.2003. М. ВНИИЦ.
26. Бузмаков С.А. Геоэкологические закономерности техногенной трансформации наземных экосистем под воздействием эксплуатации месторождений нефти Дис. д-ра геогр. наук / Пермь, 2005. 405 с.
27. Бузмаков С.А. Региональные закономерности техногенной трансформации природной среды при эксплуатации месторождений нефти// Геохимия ландшафтов (к 100-летию А.И.Перельмана). Доклады Всероссийской научной конференции. М., 18-20 октября 2016г., М.: Географический факультет МГУ, 2016. – 32 Мб. С.141-144.
28. Бузмаков С.А., Башин Г.П. Метод оценки воздействия остаточных нефтепродуктов на почвы// География и природные ресурсы. 2004. №2. С.119-122.
29. Бузмаков С.А., Башин Г.П., Воронов Г.А. Расчет норм допустимого содержания остаточных нефтепродуктов в почвенных экосистемах на основе геоэкологического подхода// Современные методы эколого-геохимической оценки состояния и изменений окружающей среды: Доклады Международной школы. Научно-исследовательский институт Геохимии биосферы РГУ, 15-20 сентября 2003. С.28-35.
30. Бузмаков С.А., Башин Г.П., Воронов Г.А. О моделировании влияния нефтепродуктов на почву (по результатам биотестирования) // География и окружающая среда. СПб.: Наука, 2003. С.34-37.
31. Бузмаков С.А., Башин Г.П., Каменщикова В.И., Кувшинская Л.В. Количественные критерии предельно допустимого содержания остаточных нефтепродуктов в почвах Пермской области. Свидетельство о регистрации интеллектуального продукта №7320030013 от 30.10.2003. М. ВНИИЦ.
32. Бузмаков С.А., Воронов Г.А. Влияние нефтепромысловых загрязнений на популяции мелких млекопитающих// Тез. докл. межд. конф. Загрязнение окружающей среды. Проблемы токсикологии и эпидемиологии. М.-Пермь. 11-14 мая 1993г.

33. Бузмаков С.А., Егорова Д.О., Гатина Е.Л. Доза-эффект нефтезагрязнения почв на биотический компонент экосистем // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2017 Т. 25 N 2. С.217—229. DOI 10.22363/2313-2310-2017-25-2-217-229.
34. Бузмаков С.А., Костарев С.М. Техногенные изменения компонентов природной среды в нефтедобывающих районах Пермской области. Пермь. Перм. ун-т, 2003. 171с.
35. Бузмаков С.А., Костарев С.М. Трансформация геосистем в районах нефтедобычи// Известия вузов. Нефть и газ. 2004. №5. С.124-131.
36. Бузмаков С.А., Костарев С.М., Ладыгин И.В. Изучение техногенного воздействия нефтепромысловых объектов на растительный и животный мир // Геология и минеральные ресурсы. Тез. докл. научн. конф. Пермь. ПГУ. 13-15 апреля 1993. С.65.
37. Бузмаков С.А., Овеснов С.А., Шепель А.И., Зайцев А.А. Методические указания «Экологическая оценка состояния особо охраняемых природных территорий регионального значения» // Географический вестник. 2011, №2 (17). С. 49-59.
38. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвоведение / Учебник для вузов – М.: МарТ, Ростов н/Д: МарТ, 2004. – 496 с.
39. Веселовский В.А., Вшивцев В.С. Биотестирование загрязнения среды нефтью по реакции фотосинтетического аппарата растений // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988, С. 99–112.
40. Викторов С.В. Ботанические признаки битуминозности пород и почв на Южном Устьюрте и в северо-восточной Турмении // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1957. Вып. 3. С.181–182.
41. Виноградов Б.В., Орлов В.П., Снакин В.В. Биотические критерии выделения зон экологического бедствия России // Изв. РАН. Сер. геогр. 1993. № 5. С. 77–89.
42. Водяницкий Ю.Н. Об опасных тяжелых металлах/металлоидах в почвах // Бюллетень Почвенного института В.В. Докучаева. 2011. Вып. 68. С. 56-82.
43. Водяницкий Ю.Н. Формулы оценки суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами и металлоидами // Почвоведение. 2010. № 10. С. 1276-1280
44. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем: Сб. науч. тр. / АН СССР, Научный совет по проблемам биосферы. М.: Наука, 1988.
45. Востокова Е.А., Вышивкин Д.Д., Касанова М.с. геоботанические показатели битуминозности // Труды Всесоюзн. аэрогеолог. треста. 1955. Вып. 1. С. 99–117.
46. Временная методика определения предотвращения экологического ущерба. Госкомэкология России. Утверждена Председателем Госкомэкологии России 09 марта 1999 г. М., 1999.
47. Временный регламент приемки нарушенных и загрязненных нефтью и сопутствующими пластовыми водами земель после проведения восстановительных работ для Усинского района Республики Коми. Сыктывкар, 1995.
48. Гайнутдинов М.З., Гайсин И.А., Храмов И.Т., Гилязов М.Ю. О токсичности нефти // Проблема разработки автоматизированных систем наблюдения, контроля и оценки состояния окружающей среды: Материалы Всесоюз. науч.-техн. конф. Казань. 1979. С. 128–129.
49. Гайнутдинов М.З., Самосова С.М., Артемьева Т.И. и др. Рекультивация нефтезагрязненных земель лесостепной зоны Татарии // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем.: сб. науч. тр. М.: Наука, 1988. С. 82-98.
50. Гашев С.Н. Влияние нефтяного загрязнения на мелких млекопитающих // V Съезд Всесоюзного териологического общества АН СССР. М. Т.3. С. 142-143.
51. Гашев С.Н. Фауна мелких млекопитающих нефтезагрязненных территорий Среднего Приобья // Млекопитающие в экосистемах. Свердловск. 1990. С. 18-20.

52. Гашев С. Н. Динамика численности млекопитающих в экологическом мониторинге// Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Вып.1. Тюмень. ИПОС СО РАН, 2000. С. 70-78.
53. Гашев С.Н., Казанцева М.Н. и др. Деградиционно-восстановительные процессы в лесных биоценозах, загрязненных нефтью // Экология, труд, здоровье нефтехимиков. Уфа. 1990. С. 20-22.
54. Гашев С.Н., Казанцева М.Н., Соромотин А.В. Влияние нефти на наземные экосистемы: от деградации к восстановлению (на примере нефтезагрязненных биогеоценозов в районе Среднего Приобья Тюменской области). – Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2012. – 69 с.
55. Гашева М.Н., Гашев Н.С., Соромотин А.В., Состояние растительности как критерий нарушенности лесных биоценозов при нефтяном загрязнении // Экология. 1990, № 2. С. 77–78.
56. Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Флоровская В.Н., Алексеева Т.А., Козин И.С., Оглоблина А.И., Раменская М.Е., Теплицкая Т.А., Шурубор Е.И. Геохимия полициклических ароматических углеводородов в горных породах и почвах. М.: Изд-во МГУ. 1996. 196 с.
57. Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И. Карты устойчивости почв к загрязнению нефтепродуктами и полициклическими ароматическими углеводородами: метод и опыт составления // Почвоведение. 2015. № 1. С. 80-92).
58. Геннадиев А.Н., Пиковский Ю.И., Цибарт А.С., Смирнова М.А.. Углеводороды в почвах: происхождение, состав, поведение (обзор)// Почвоведение. 2015. № 10. С. 1195-1209.
59. Герасимова, М.И. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация: учебное пособие / М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Н.В. Можарова, Т.В. Прокофьева; под редакцией академика РАН Г.В. Добровольского. – Смоленск: Ойкумена, 2003. – 268 с.
60. Гилязов М.Ю. Изменение некоторых биохимических свойств выщелоченного чернозема при загрязнении его нефтью // Агрохимия. 1980. № 12. С. 72–75.
61. Гилязов М.Ю., Гайсин И.А., Рязанов В.И. Рекультивация земель, нарушенных нефтяной промышленностью // Проблемы рекультивации нарушенных земель. Тез. Докл. У Уральского совещания. Свердловск, 1988. С.133-134.
62. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высшая школа, 1988, 328 с.
63. Глазовская М.А. Методологические основы эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997, 102 с.
64. Головченко А.В. Влияние нефти на численность, биомассу и жизнеспособность грибов в верховьях торфяника / А.В. Головченко, Л.М. Полянская // Микробиология. – 2001. – Т. 70, № 1. – С. 111-117.
65. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.
66. ГОСТ 17.4.3.01-83. Общие требования к отбору проб почвы.
67. ГОСТ 17.4.3.03-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
68. ГОСТ 17.4.4.02-84. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
69. ГОСТ Р 54039-2010 Качество почв. Экспресс-метод ИК-спектроскопии для определения количества и идентификации загрязнения почв нефтепродуктами.
70. ГОСТ Р ИСО 22033-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая токсичность в отношении высших растений.– М.: Стандартиформ, 2010. – 15 с.
71. Гриценко А.И. Экология. Нефть и газ / А.И. Гриценко, Г.С. Акопов, В.М. Максимов. – М.: Наука, 1997. 598 с.

72. Грищенко О.М. Ботанические аномалии как поисково-разведочный критерий нефтегазоносности // Экология. № 1. 1982. С. 18–22.
73. Грищенков В.Г. Бактериальные штаммы-деструкторы топочного мазута: характер деградации в лабораторных условиях / В.Г. Грищенков, Р.Р. Гаязов, В.Г. Токарев и др. // Прикл. биохим. и микробиол. – 1997. – Т. 33, № 4. – С. 423-427.
74. Гузев В.С. Перспективы эколого-микробиологической экспертизы состояния почв при антропогенных воздействиях // Вестн. Моск. ун-та. – Сер. 17. Почвоведение. – 1991. – №9. – С. 50–62.
75. Гузев В.С. Роль почвенной микробиоты в рекультивации нефтезагрязненных почв / В.С. Гузев, С.В. Левин, Г.И. Селецкий и др. // Микроорганизмы и охрана почв. – М., 1989. – С. 129-150.
76. Гузев В.С., Левин С.В. Техногенные изменения сообщества почвенных микроорганизмов // Перспективы развития почвенной биологии / Под ред. Звягинцева Д. Г. М.: Изд-во МАКС Пресс, 2001. С. 178–219.
77. Гусейнов Д.М., Гвозденко Д.В. Опыты по рекультивации нефтезагрязненных земель, расположенных на окраинах г. Баку // Тез. докл. X научной сессии. Баку, 1973. С. 84–86.
78. Давыдова С.Л. Нефть как топливный ресурс и загрязнитель окружающей среды / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов. – М.: Изд-во РУДН, 2004. – 131 с.
79. Дедков В.П., Масленников П.В., Гребенев Н.Н. Содержание антоцианов как показатель нефтяного загрязнения растений и растительных сообществ дюн Куршской косы // Вестн. РГУ им. И. Канта, 2006. № 1. С. 102-108.
80. Демиденко А.Я., Демурджан В.М. Пути восстановления нефтезагрязненных почв черноземной зоны Украины. // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: наука, 1988, С.197–206.
81. Демиденко А.Я., Демурджан В.М., Шеянова А.Д. Изучение питательного режима почв, загрязненных нефтью // Агрохимия. 1983. № 9. С. 100–103.
82. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Пермского края в 2018 году» // Природа пермского края. Пермь, 2019. URL: <http://www.permecology.ru/ежегодный-экологический-доклад-2018/> (дата обращения: 20.04.2020).
83. Дьяконов К.Н., Дончева Л.В. Экологическое проектирование и экспертиза: Учебник для вузов. М.: Аспект Пресс, 2005. 384 с.
84. Ежелев З.С. Свойства и режимы рекультивированных после разливов нефти почв Усинского района Республики Коми. Дис. канд-та биол. н. М., 2015
85. Етеревская Л.В., Шеянова п.д. Изменения свойств почвы в связи с загрязнением их при разведке и добыче нефти и газа // Агрохимия и почвоведение. Вып. 29. Киев, 1975. С. 3–7.
86. Етеревская Л.В., Яранцева Л.Д., О влиянии на растения загрязнений почвы при бурении и разведке на нефть и газ // Растения и промышленная среда. Киев: Наук. думка, 1976. С.73–75.
87. Звягинцев Д.Г. Диагностические признаки различных уровней загрязнения почв нефтью / Д. Г. Звягинцев, В. С. Гузев, С. В. Левин, А. А. Оборин // Почвоведение. – 1989. – № 1. – С. 72–78
88. Звягинцев Д.Г., Гузев В.С., Левин С.В. и др. Диагностические признаки различных уровней загрязнения почвы нефтью // Почвоведение. 1989. №1. С. 72-78.
89. Звягинцев Д.Г., Гузев В.С., Левин С.В. Изменения в комплексе почвенных микроорганизмов при антропогенных воздействиях // Успехи почвоведения: Советские почвоведы к 13 международному конгрессу почвоведов. Гамбург, М., 1986. С. 64-68.
90. Иванова Н.А. Особенности фотосинтетической активности и пигментного аппарата растений в условиях нефтяного загрязнения на территории Среднего Приобья // Естеств. науки, 2012. № 1. С.37-46.

91. Ившина И.Б. Бактерии рода *Rhodococcus*: биоразнообразие, иммунодиагностика, детекция, дис. ... д-ра биол. наук / И.Б. Ившина. – Пермь, 1997. – 197 с.
92. Ившина И.Б. Фенотипическая характеристика алканотрофных родококков из различных экосистем / И.Б. Ившина, М.В. Бердичевская, Л.В. Зверева и др. // Микробиология. – 1995. – Т. 64, № 4. – С. 507-513.
93. Ившина И.Б., Куюкина М.С., Костарев С.М. Применение экологически безопасной экспресс-технологии очистки нефтезагрязненных почв и грунтов (на примере районов нефтедобычи Пермской области) // Нефтяное хозяйство. – 2003. – № 9. – С. 116-118.
94. Игошева Н.И. Влияние нефтяного загрязнения на растительность пойменных лугов р. Оби // Экологические основы рационального использования и охраны природных ресурсов Свердловск, 1987. С. 164.
95. Иларионов С.А., Назаров А.В., Калачникова И.Г. Роль микромицетов в фитотоксичности нефтезагрязненных почв // Экология. №5. 2003. С. 341–346.
96. Иларионов, С.А. Восстановление почвенного биоценоза, подвергнутого нефтяному загрязнению / С.А. Иларионов, С.Ю. Иларионова, А.В. Назаров, И.Г. Калачникова // Письма в международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология». – 2005. – №1. – С. 56-59.
97. Ильичев Р.Б. Природные битумоиды в зональном ряду почв Европейской России // Тез. докл. III съезда Докучаев. общ-ва почвоведов (11-15 июля 2000г. Суздаль). М., 2000. Кн.1. С.255.
98. Кабиров, Т.Р. Использование многоуровневой системы индикации биологической активности почв для оценки эффективности методов биорекультивации нефтезагрязненных территорий: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16, 03.00.23 / Кабиров Тагир Рустэмович. – Уфа, 2009. – 16 с.
99. Каменщикова В.И., Кувшинская Л.В. Влияние высоких температур на динамику свойств серых лесных почв агроценозов // Вестник Пермского ун-та. 2001. Вып. 4. Биология. С. 71-84.
100. Киреева Н.А., Галимзянова А.М., Мифтахова А.М. Микромицеты почв, загрязненных нефтью, и их фитотоксичность // Микология и фитопатология. Т. 34. Вып.1. 2000. С. 36-41.
101. Киреева Н.А., Мифтахова А.М., Кузяхметов Г.Г. Влияние загрязнения нефтью на фитотоксичность серой лесной почвы // Агрехимия. 2001b. № 5. С. 64-69.
102. Киреева Н.А., Мифтахова А.М., Кузяхметов Г.Г. Рост и развитие сорных растений в условиях техногенного загрязнения почвы. // Вест. Башкирского ун-та. 2001a. №1. С. 32–34.
103. Киреева Н.А.; Новоселова Е.И.; Григориади А.С. Влияние загрязнения почв нефтью на физиологические показатели растений и ризосферную микробиоту // Агрехимия. № 7. 2009. С. 71-80.
104. Киреева Н.А. Комплексное биотестирование для оценки почв, загрязненных нефтью / Н.А. Киреева, М.Д. Бакаева, Е.М. Тарасенко // Экология и промышленность. – 2004. – № 2. – С. 26-29.
105. Киреева Н.А., Бакаева М.Д., Галимзянова Н.Ф. Влияние биоремедиации на условно-патогенные микромицеты нефтезагрязненных почв // Проблемы медицинской микологии. - 2005. - Т.7, № 2, С.40-41.
106. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 341 с.
107. Ковалев Б.И. Мониторинг состояния еловых лесов Западного Урала. Санкт-Петербург, 2001. 91 с.
108. Козлов, К.С. Дождевые черви (*Lumbricus rubellus*) – биоиндикационный тест почв, загрязненных нефтью / К.С. Козлов // Всероссийская научно-техническая конференция «Наука и образование-2003»: материалы конференции. Ч.4. – Мурманск, 2003. – С. 92-94.

109. Коновалова Е.В. Влияние цеолитов и фитомелиоранта на агроэкологические показатели нефтезагрязненных почв в криоаридных условиях забайкалья: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.03 / Коновалова Елена Викторовна. Улан-Удэ: 2009.
110. Колесников, С. И. Изменение комплекса почвенных микроорганизмов при загрязнении чернозема обыкновенного нефтью и нефтепродуктами / С. И. Колесников, К. Ш. Казеев, Н. В. Велигонова, Е. В. Патрушева, Д. К. Азнаурьян, В. Ф. Вальков // *Агрохимия*. – 2007. – № 12. – С. 44–48.
111. Колесников, С.И. Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на биологическое состояние чернозема / С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, М.Л. Татосян, В.Ф. Вальков // *Почвоведение*. - 2006. - № 5. - С. 616-620.
112. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф., Азнаурьян Д.К., Жаркова М.Г. Биодиагностика экологического состояния почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростиздат. 2007. 192 с.
113. Корнейкова, М.В. Комплексы потенциально патогенных микроскопических грибов в антропогенно загрязненных почвах Кольского Севера / М.В. Корнейкова, Г.А. Евдокимова, Е.В. Лебедева // *Микология и фитопатология*. - 2012. - Т.46, № 5. - С.323-328.
114. Коронелли Т.В. Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводов в окружающей среде / Т.В. Коронелли // *Микробиология*. – 1996. – Т. 32, № 6. – С. 579-585.
115. Кортаев Н.Я. Почвенное районирование Пермской области // *Почвенное районирование СССР*. М.: Изд-во МГУ, 1961. Вып. II. 268 с.
116. Кортаев Н.Я. Почвы Пермской области. Пермь: Пермское книжное изд-во, 1962. 280 с.
117. Красная книга Пермского края / под общ. ред. М.А. Бакланова. Пермь: Алдари, 2018. 232 с.
118. Кувшинская Л.В. Изменение свойств дерново-подзолистых почв при загрязнении нефтью // *Вестник Пермского ун-та*. 2001. Вып. 4. Биология. С. 63-70.
119. Кузьмин, Е.В. Скорость закапывания и выживаемость дождевых червей в условиях нефтяного загрязнения различной интенсивности / Е.В. Кузьмин // *Актуальные проблемы экологии Ярославской области: материалы IV научно-практической конференции*. Вып. 4. Том 1. – Ярославль: Издание ВВО РАЭ, 2008. – 332 с.
120. Кулакова С.А. Трансформация природной среды Пермского края // *Географический вестник*. 2015. № 3 (34). С. 74-85.
121. Лапина Г.П., Чернавская Н.М., Литвиновский М.Е. и др. Влияние нефти на пигментный состав сосны обыкновенной — *Pinus sylvestris* // *Электронный научный журнал «Исследовано в России»*. 2007. С. 569-580.
122. Левин С.В., Халимов Э.М., Гузев В.С. Эколого-микробиологическое нормирование содержания нефти в почве // *Токсикологический вестник*. 1995. № 1. С. 11-15.
123. Леонтьев А.А., Ким В.И. Новые методы закрепления и облесения песков // *Защитное лесоразведение на песчаных территориях Средней Азии*. Вып. XV. Ташкент: СредазНИИЛ, 1973. С. 43–48.
124. Лысак Л.В. Бактериальные сообщества городских почв: Дис. д-ра биол. наук : 03.02.03 : / Лысак Людмила Вячеславовна. Москва, 2010.
125. Маганов Р.У., Маркарова М.Ю., Муляк В.В., Загвоздкин В.К., Заикин И.А. Природоохранные работы на предприятиях нефтегазового комплекса. Ч. 1. Рекультивация загрязненных нефтью земель в Усинском районе Республики Коми. Сыктывкар, 2006, 208 с.
126. Максименко О.Е., Червяков Н.А., Каркишко Т.И., Глотов Н.В. Динамика восстановления растительности антропогенно нарушенного сфагнового болота на территории нефтепромысла в Среднем Приобье // *Экология*. 1997. №4. С. 243–247.



127. Максимович Г.А. Геоморфологическая карта Пермской области / Г.А. Максимофич, Е.И. Вохмятина // Информационный листок. ЦНТИ, Пермь, 1979. - № 179.
128. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. - М. Медицина для всех. - 2005. - 196 с.
129. Маслова С.П., Табаленкова Г.Н. Реакция корневищного злака *Phalaroides arundinacea* на загрязнение почвы нефтью // Агрехимия. 2010. №8. С.66-71.
130. Матвеев А.Н., Самусенок В.П., Юрьев А.Л. Оценка воздействия на окружающую среду: учеб. пособие. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. 179 с.
131. Местная флора. Флора Пермского края и её анализ : учебное пособие по спецкурсу / С. А. Овеснов ; Федер. агентство по образованию, Перм. гос. ун-т. Пермь : Изд-во Перм. ун-та, 2009. 215 с.
132. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель от 15 февраля 1995 года, [Электронный ресурс], режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902101153> (Дата обращения: 29.01.2018).
133. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. Издание второе. [Электронный ресурс], режим доступа: <http://lawru.info/dok/1982/08/05/n1184252.htm> (Дата обращения: 12.02.2018).
134. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д. Г. Звягинцева, МГУ, Москва, 1991. 304 с.
135. Морозов А.Е., Залесов С.В., Морозов Р.В. Эффективность применения различных способов рекультивации нефтезагрязненных земель на территории ХМАО-Югры // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2010. № 5. С. 36-42.
136. Морозов Н.В., Петров Г.Н. Опыты по самоочищению воды от нефти в присутствии водной растительности. // Теория и практика биологического самоочищения загрязненных вод. М.: Наука, 1972. С. 53–59.
137. Морозов Н.В., Петрова Р.Б., Петров Г.Н. Роль высшей волной растительности в самоочищении рек от нефтяного загрязнения // Гидробиол. журн. 1969, т. 5, вып. 4, с. 134–149.
138. Мотузова Г.В. Загрязнение почв и сопредельных сред. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000.
139. МР 2.1.7.2297-07. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности. 2.1.7. Почва. Очистка населенных мест. Бытовые и промышленные отходы. – М: 2007. – 7 с.
140. МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. [Электронный ресурс], режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003852> (Дата обращения: 20.05.2018).
141. МУ № 4266-87. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами.
142. МУК 4.1.1956-05 Определение концентрации нефти в почве методом инфракрасной спектрофотометрии.
143. Муравьева Д.А., Бубенчикова В.Н., Беликов В.В. Спектрофотометрическое определение суммы антоцианов в цветах василька синего // Фармация. 1987. №5. С. 28-29.
144. Назаров А.В. Влияние нефтяного загрязнения почв на растения // Вестн. Перм. Ун-та. 2007 Вып. 5(10). С. 134–139.
145. Назаров А.В., Иларионов С.А. Изучение причин фитотоксичности нефтезагрязненных почв // Альтернативная генетика и экология. 2006. №1. С. 60–65.
146. Назаров А.В., Иларионов С.А., Азизова Э.А. Формирование растительности на экспериментальных загрязненных площадках // Вестник Пермского государственного университета. Вып. 2: Биология. 2000. С. 121–125.
147. Назаров А.В., Иларионов С.А., Сергеев В.А., Калачникова И.Г., Фусс В.А. Способ фиторекультивации нефтезагрязненных почв. Патент РФ № 2225086 С1. 2004.
148. Национальный атлас почв Российской Федерации / М.: Астрель: АСТ, 2001. – 632 с.

149. Невзоров В.М. О вредном воздействии нефти на почву // Изв. вузов. Лесн. журн. 1976. № 2. с. 164–165.
150. Несветайлова Н.Г. О растительности битуминозных грунтов // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1953. Вып. 6. С. 55–62.
151. Нефтезагрязненные биогеоценозы (Процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы) / А. А. Оборин, В.Т. Хмурчик, С.А. Иларионов [и др.] // Ин-т экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН, Пермский гос. ун-т, Пермский гос. техн. ун-т. — Пермь, 2008. — 511 с.
152. Нефти, газы и битумоиды Пермского Прикамья и сопредельных районов. Каталог физико-химических свойств. – Пермь, 1977. – 567 с.
153. Нефтяные месторождения Пермского края // Сайт Пермская нефть URL: <http://permneft-portal.ru/infogr/> (дата обращения: 19.05.2018).
154. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск. 1979. 278 с.
155. Об утверждении Порядка ведения государственного учета, мониторинга и кадастра объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Пермского края и приложение к ней // Приказ Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края от 1 июня 2018 г. N СЭД-30-01-02-751.
156. Об утверждении Порядка ведения мониторинга особо охраняемых природных территорий регионального значения // Постановление Правительства Пермского края от 17 октября 2013 N 1433-п (в редакции от 31.01.2018 г.).
157. Оборин А.А., Хмурчик В.Т., Иларионов С.А. и др. Нефтезагрязненные биогеоценозы (Процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы). Пермь: Издательство Пермского государственного университета; Издательство Пермского государственного технического университета, 2008. С. 511.
158. Обухов А.И., Ефремова Л.Л. Охрана и рекультивация почв, загрязненных тяжелыми металлами // Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы. М.: 1988. С. 23–36.
159. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользований / Москва: Колос, 1973. - 48 с.
160. Овеснов, С.А. Ботанико-географическое районирование Пермской области // Вестн. Перм. ун-та. 2000. Вып. 2. Биология. С. 13 -21.
161. Овеснов С.А., Бузмаков С.А., Кувшинская Л.В. К вопросу об организации и ведении импактного биомониторинга // Вестник Пермского ун-та. 2000. Вып.2. Биология. С.72-79.
162. Овеснов С.А., Бузмаков С.А., Кувшинская Л.В. Современное состояние экосистем на нефтяном месторождении юга Пермской области // Мат. Науч.-практ. конф. «Экологические основы стабильного развития Прикамья». Пермь:Изд-во Пермского ун-та. 2000. С. 307-310.
163. Овеснов С.А., Ефимик Е.Г. Биоразнообразие и экология высших растений: учеб. пособие по учебной практике. Перм. гос. ун-т. Пермь, 2009. 129 с.
164. Овчинникова М.Ф. Особенности трансформации гумусовых веществ в разных условиях землепользования (на примере дерново-подзолистой почвы). Дис. ... д\_ра биол. н. М., 2007.
165. Осипова Е. С. Влияние нефтяного загрязнения на биохимические и морфофизиологические показатели растений: автореферат дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Осипова Елена Сергеевна. – Тюмень, 2013. 18 с.
166. Охрана окружающей природной среды: почвы. М.: ВНИИ природы, 2001. С. 65–110.
167. Охрана окружающей среды // Сайт Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края URL: <http://priroda.permkrai.ru/environment-control/> (дата обращения: 19.05.2018).



168. Оценка почв и грунтов в ходе проведения инженерно-экологических изысканий для строительства. Основные термины и определения (1-я редакция). [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/Ocenkapochvigruntovvxodep.html> (Дата обращения: 20.05.2018).
169. Павлов П.Н., Крамкова Т.В., Мартьянов Г.А. Современное земельное законодательство. М.: Элит, 2005.
170. Петухова Е.С., Петухова Г.А., Перекупка А.Г. Анализ биохимических и морфофизиологических изменений растений при действии нефтяного загрязнения воды и парааминобензойной кислоты // Окружающая среда и менеджмент природных ресурсов: Тез. докл. междунар. конф. Тюмень: Изд-во Тюменского ГУ, 2010. С. 139-140.
171. Печеркин И.А. Геодинамика побережий Камских водохранилищ. Т.1. - Пермь, 1966. - 198 с.
172. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. 208 с.
173. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н., Чернянский С.С., Сахаров Г.Н. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами // Почвоведение. 2003. № 9. С. 1132–1140.
174. Плеханова И.О. Трансформация соединений тяжелых металлов в почвах при увлажнении. Дис. ... д-ра биол. н. М., 2008.
175. ПНД Ф 16.1.38-02 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почвы методом капиллярной газожидкостной хроматографии.
176. ПНД Ф 16.1.41-04 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах почв гравиметрическим методом.
177. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.79-2013 (НДП 30.5.102-2011) Методика измерений массовых долей ароматических углеводородов в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах производства и потребления газо-хроматографическим методом с масс-спектрометрическим детектированием.
178. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.64-10 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, осадков сточных вод, отходов производства и потребления гравиметрическим методом.
179. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:81-2013 (МУ 03/2012) Методика измерений массовых долей полиароматических углеводородов в пробах почв, грунтов, донных отложений, отходов производства и потребления хромато-масс-спектрометрическим методом.
180. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органоминеральных почвах.
181. Попов М.Г. Эндемичные виды грязевого вулкана Макутан // Бот. журн. 1949. № 5. с. 486–492.
182. Постановление Администрации Ненецкого автономного округа от 15 декабря 2011 г. № 293-п «Об утверждении региональных нормативов допустимого остаточного содержания нефтяных углеводородов и продуктов их трансформации в почвах и в донных отложениях водных объектов на территории Ненецкого автономного округа» (с изменениями на: 21.12.2016), [Электронный ресурс], режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/460401802> (Дата обращения: 19.01.2018).
183. Постановление от 10.12.2004 г № 466-П «Об утверждении регионального норматива «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры», [Электронный ресурс], режим доступа: <http://khm-gov.ru/doc/16685> (Дата обращения: 19.01.2018).
184. Постановление правительства Республики Коми от 20 ноября 2007 года № 268 «О нормативах допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее

- трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Республики Коми» (с изменениями на: 23.08.2017), [Электронный ресурс], режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/424055601> (Дата обращения: 19.01.2018).
- 185.** Почвенная карта Пермского края. 1:700 000. М.: ГУГК, 1989.
- 186.** Практикум по биологии почв: Учеб. пос. / Зенова Г.М., Степанов А.Л., Лихачева А.А., Манучарова Н.А. М.: Изд-во МГУ, 2002. 120 с.
- 187.** Предварительные материалы оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) проектируемого норматива допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Сахалинской области [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.aleks-sakh.ru/novosti/2015/09/normativadopustimogoostatochnogosoderzhanijaneftii.pdf> (Дата обращения: 28.01.2018).
- 188.** Приказ Госкомэкологии РФ от 16 мая 2000 г. № 372 «Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации»
- 189.** Приказ Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Удмуртской Республики от 11 сентября 2015 года № 179 «Об установлении нормативов допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в торфяных почвах на территории Удмуртской Республики», [Электронный ресурс], режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/430544669> (Дата обращения: 22.01.2018).
- 190.** Приказ министерства природных ресурсов Российской Федерации от 12 сентября 2002 года № 574 «Об утверждении Временных рекомендаций по разработке и введению в действие нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ», [Электронный ресурс], режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/424055601> (Дата обращения: 19.01.2018).
- 191.** Приказ Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан от 14 мая 2012 г. 173-п «Об утверждении региональных нормативов «Допустимое остаточное содержание нефти и продуктов ее трансформации в светло-серых и серых лесных почвах Республики Татарстан после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ для земель особо охраняемых территорий и объектов» (с изменениями на 7 мая 2013 года), [Электронный ресурс], режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/917050153> (Дата обращения: 19.01.2018).
- 192.** Приказ от 27.04.2017 г № 73 «Об установлении норматива допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в дерново-подзолистых суглинистых почвах на территории Удмуртской Республики», [Электронный ресурс], режим доступа: <http://udmurtia-gov.ru/doc/53534> (Дата обращения: 19.01.2018).
- 193.** Проект Норматива допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах Сахалинской области после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ, [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.aleks-sakh.ru/novosti/2015/09/normativadopustimogoostatochnogosoderzhanijaneftii.pdf> (Дата обращения: 28.01.2018).
- 194.** Просянкин Е.В. Влияние загрязнения нефтью на почвы Юго-Запада Нечернозёмной зоны России / Е.В. Просянкин, Е.В. Смольский, А.С. Гуца // «Агрохимия», – 2012, – № 7. – С. 74-86.
- 195.** Распоряжение Председателя правительства Санкт-Петербурга от 30 августа 1994 года № 891-р «О введении регионального норматива по охране почв в Санкт-Петербурге», [Электронный ресурс], режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9102762> (Дата обращения: 28.01.2018).

196. РД 52.18.647-2003 Определение массовой доли нефтепродуктов в почвах. Методика выполнения измерений гравиметрическим методом.
197. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990, 637с.
198. Рыбак В.К. Микрофлора почвы, загрязненной нефтью / В.К. Рыбак, Е.П. Овчарова, Э.З. Коваль // Микробиол. журн. – 1984. – Т. 46, № 4. – С. 29-33.
199. Рысин Л.П. Сукцессионные процессы в лесах центральной части Русской равнины // Успехи современной биологии. 2009. Т. 129. № 6. С. 578-587.
200. Савкина Т., Боярский З., Стжыщ З. Повреждения почвы, вызванные загрязнением нефтью // Матер. симп. по вопросам рекультивации нарушенных промышленностью территорий. Лейпциг. 1970. Ч. 1. С. 199-205.
201. Салангинас Л.А. Изменение свойств почв под воздействием нефтезагрязнения и разработка системы мер по их реабилитации: Дис. д-ра биол. наук : 06.01.03 : / Салангинас Людмила Алексеевна. Екатеринбург, 2003. - 486 с.
202. Семенова И.Н., Ильбулова Г.Р., Суяндукоев Я.Т. Изучение эколого-трофических групп почвенных микроорганизмов в зоне влияния горнорудного производства // Фундаментальные исследования / Биологические науки. 2011. № 11. С. 410–414.
203. Середина В.П., Андреева Т.А., Алексеева Т.П., Бурмистрова Т.И., Терещенко Н.Н. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация. Томск: Изд-во ТПУ, 2006. 270 с.
204. Скрыбина, О.А. Структура почвенного покрова, методы ее изучения // Пермь, ПГСХА, 2007. - 206 с.
205. Смольникова, В.В. Влияние нефтяного загрязнения на почвенный биоценоз / В.В. Смольникова // XXXVII научно-техническая конференция по итогам работы профессорско-преподавательского состава СевКавГТУ за 2007 год. Том 1. Естественные и точные науки. Технические и прикладные науки: материалы конференции. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2008. – 236 с.
206. Сморгалов И.А. Роль фотогетеротрофных пурпурных бактерий в самоочищении почвы от углеводородов. Дис. канд-та биол. н. Екатеринбург, 2008.
207. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998, 369 с.
208. Солнцева Н.П. Проблемы загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами: геохимия, экология, рекультивация / Н.П. Солнцева, Ю.И. Пиковский, Е.И. Никифорова и др. // Докл. симпоз. VII делегатского съезда Всесоюз. об-ва почвоведов. – Ташкент, 1985. – С. 246-254.
209. Соромотин, А.В. Влияние нефтяного загрязнения на почвенных беспозвоночных (мезофауны) в таежных лесах Среднего Приобья / А.В. Соромотин // Сибирский экологический журнал. – 1995. – №6. – С. 549-552.
210. Софроницкий Т.А. Геологический очерк // Химическая география вод и гидрохимия Пермской области. - Пермь, 1967. - С. 26-41.
211. СТ СЭВ 4470-84 Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.
212. Суржко Л.Ф. Утилизация нефти в почве и в воде микробными клетками / Л.Ф. Суржко, З.Н. Финкильштейн, Б.П. Баскунов, и др. // Микробиология. – 1995. – Т. 64, вып. 3. – С. 393-398.
213. Тарасенко Е.М. Биологическая активность и токсичность нефтезагрязненных и рекультивируемых почв : дис. ... : канд. биол. наук. / Е. М. Тарасенко. – Уфа, 2006. – 140 с.
214. Таскаев А.И., Маркарова М.Ю., Заикин И.А. Восстановление нефтезагрязненных земель на Севере // Экология и промышленность России. 2004. Спец. вып. С. 19–23.
215. Торопов Л.И. Характеристика загрязнения земельных ресурсов Пермского края тяжелыми металлами Вестник Пермского университета. Серия: Химия. 2015. № 1 (17). С. 44-50.

216. Третьяков Н.Н., Карнаухов Т.В., Паничкин Л.А. и др. Практикум по физиологии растений / под общей ред. Н.Н. Третьякова. М.: Агропромиздат. 1990. 271 с.
217. Трофимов С.Я., Аммосова Я.М., Орлов Д.С. и др. Влияние нефти на почвенный покров и проблема создания нормативной базы по влиянию нефтезагрязнения на почвы // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17, Почвоведение. 2000. № 2. С. 30–34.
218. Трофимов С.Я., Розанова М.С. Изменение свойств почв под влиянием нефтяного загрязнения // Дegradaция и охрана почв. М., 2002. С. 359-374.
219. Трофимов С.Я., Фокин А.Д., Купряшкин А.А., Дорофеева Е.И. Миграция нефти и ее компонентов по профилю торфяной верховой почвы в условиях модельного эксперимента // Вестник Моск. ун-та. Сер. 17, почвоведение. 2008. № 1. С. 19–24.
220. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от № 7-ФЗ
221. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ "О техническом регулировании".
222. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения"
223. Хазиев Ф.Х., Тишкина Е.И., Киреева Н.А., Кузяхметов Г.Г. Влияние нефтяного загрязнения на некоторые компоненты агроэкосистемы // Агрoхимия. 1988. №2. С. 56–61.
224. Халимов Э.М., Левин С.В., Гузев В.С. Экологические и микробиологические аспекты повреждающего действия нефти на свойства почвы // Вестн. МГУ. Сер. 17. 1996. №2. С. 59–64.
225. Ханин А.А. Породы-коллекторы нефти и газа нефтегазоносных провинций СССР. – М.: Недра, 1973. – 299 с.
226. Характеристика состояния и использования минерально-сырьевой базы на территории Пермского края по видам ресурсов // Сайт Управления Росприроднадзора по Пермскому краю URL: <http://59.rpn.gov.ru> (дата обращения: 19.05.2018).
227. Химия нефти / Под ред. Сюняева З.И. — Л.: Химия, 1984. — 343 с.
228. Чистые земли, [Электронный ресурс], режим доступа: [http://www.transneft.ru/u/section\\_file/484/24.pdf](http://www.transneft.ru/u/section_file/484/24.pdf) (Дата обращения: 28.01.2018).
229. Чупахина Г.Н., Масленников П.В. Адаптация растений к нефтяному стрессу // Экология. 2004. № 5. С. 330–335.
230. Шамаева, А.А. Исследование процессов биоремедиации почв и объектов, загрязненных нефтяными углеводородами: автореф. дис. ... канд. биол. наук. 03.00.23 / Шамаева Алия Азатовна. – Уфа, 2007. – 23 с.
231. Шепель А.И. Животные Прикамья. Пермь: Книжный мир, 2001. Т. 2. 166 с.
232. Шилова И.И. Биологическая рекультивация нефтезагрязненных земель в условиях таежной зоны // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. С. 159–168.
233. Шилова И.И. Влияние загрязнения нефтью на формирование растительности в условиях техногенных песков нефтегазодобывающих районах Среднего Приобья // Растения и промышленная среда. Свердловск, 1978. Вып. 5. С. 44–52.
234. Шилова И.И. Первичные сукцессии растительности на техногенных песчаных обнажениях в нефтегазодобывающих районах Среднего Приобья // Экология. 1977. №6. С. 5–15.
235. Шилова И.И., Маковский В.И. Воздействие загрязнения окружающей среды при нефтедобыче на некоторые компоненты биogeоценозов Среднего Приобья // Общие проблемы биogeоценологии: Тез. Докл. П Всесоюз. совещ., М., нояб. 1986. С. 57-59.
236. Шимановский Л.А. Пресные подземные воды Пермской области // Л.А. Шимановский, И.А. Шимановская. - Пермь: Перм. книжн. Изд-во, 1973. - 196 с.
237. Шкляев, А.С. Климат Пермской области // А.С. Шкляев, В.А. Балков. Пермь: Кн. изд-во, 1963. 192 с.

238. Шор Е.Л., Хуршудов А.Г. Оценка средних фоновых концентраций нефтепродуктов в почвах и поверхностных водах нефтяных месторождений Нижневартовского района // Исследования эколого-географических проблем природопользования для обеспечения территориальной организации и устойчивости развития нефтегазовых регионов России. Нижневартовск: НГПИ, ХМРО РАЕН, ИОА СО РАН, 2000. С. 147–148.
239. Шуйцев Ю.К. Деграция и восстановление растительных сообществ тайги в сфере влияния нефтедобычи // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. М.: Наука, 1982. С. 70–81.
240. Шураков А.И., Воронов Г.А., Каменский Ю.Н. Животный мир Прикамья. Пермь: кн. изд-во, 1989. 193 с.
241. Эколого-географические аспекты развития нефтегазового комплекса на Дальнем Востоке России / И. С. Арзамасцев [и др.]; ред. П. Я. Бакланов; Рос. акад. наук, Дальневост. отд-ние, Тихоокеан. ин-т географии. - Владивосток: Дальнаука, 2007. - 325 с.
242. Электронная версия Красной книги Пермского края [Электронный ресурс] URL:[http://info.permecology.ru/REDBOOK/008\\_main.html](http://info.permecology.ru/REDBOOK/008_main.html) (дата обращения: 27.05.2018)
243. Юдкин В.А., Вартапетов Л.Г., Козин В.Г. Изменения населения наземных позвоночных при освоении нефтяных и газовых месторождений на севере Западной Сибири//Сибирский экологический журнал. 1996. №6. С. 573-583
244. Яковлев А.С. Проблемы экологического нормирования и экологического аудита в нефтедобывающей отрасли // Бюл. «Использование и охрана природных ресурсов в России». 2005. № 6. С. 56–60.
245. Яковлев А.С., Евдокимова М.В. Экологическое нормирование почв и управление их качеством // Почвоведение. 2011. № 5. С. 582–596.
246. Яковлев А.С., Никулина Ю.Г. Определение нормы допустимого остаточного содержания нефти в почве в соответствии с принципами экологического нормирования // Мат-лы V Всерос. съезда общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Ростов-на-Дону, 2008. С. 67.
247. Яковлев А.С., Никулина Ю.Г. Экологическое нормирование допустимого остаточного содержания нефти в почвах земель разного хозяйственного значения. Почвоведение. 2013. № 2. – С. 234-239.
248. Яковлев А.С., Плеханова И.О., Кудряшов С.В., Аймалетдинов Р.А. Оценка и нормирование экологического состояния почв в зоне деятельности предприятий металлургической компании «Норильский никель» // Почвоведение. 2008. № 6. С. 737–750.
249. Abbasian F., Lockington R., Mallavarapu M., Naidu R. A comprehensive review of aliphatic hydrocarbon biodegradation by bacteria // Appl. Biochem. Biotechnol. 2015. V. 176. P. 670–699.
250. Alvarez H.M., Silva R.A. Metabolic diversity and flexibility for hydrocarbon biodegradation by Rhodococcus. In: Amoroso, M.J., Benimeli, C.S., Cuozzo, S.A. (Eds.), Actinobacteria. Application in Bioremediation and Production of Industrial Enzymes. CRC Press, London, New York, 2013. pp. 241–273.
251. Atlas R.M., Schofield E.A., Morelli F.A., Cameron R.S. Effects of petroleum pollutants on Arctic microbial populations // Environ. Pollut. 1976. V. 10. № 1. P. 35–43.
252. Atlas R.M. Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: an environmental perspective / R.M. Atlas // Microbiol. Rev. – 1981. – V. 45. – P. 180-209.
253. Atlas R.M. Response of microbial populations to environmental disturbance / R.M. Atlas, A. Horowitz, M. Krichevsky, A.K. Bej // Microbial Ecology. – 1991. – V. 22. – P. 249-256.

254. Baker J.M. Seasonal effects of oil pollution on salt marsh vegetation // *Oikos*. 1971. V. 22. № 1. P. 106–110.
255. Baker J.M. The investigation of oil industry influences on tropical marine ecosystems // *Mar. Pollut. Bull.* 1981. V. 12. № 1. P. 6–10.
256. Baker J.M. Comparative toxicities of oils, oil fraction and emulsifiers // The ecological effects of oil pollution on littoral communities. L.: Inst. of Petrol. 1971. P. 78-87.
257. Baker J.M. The effects of oil pollution and cleaning on salt marsh ecology // *Ann. rep., 1969: Field Stud. Counc. Oil Pollut. Res. Unit. Orienton Field Centre. S.L., S.a.P.* 3-26.
258. Blankenship D.W., Larson R.A. Plant growth inhibition by the water extract of a crude oil // *Water, Air and Soil Pollut.* 1978. V. 10. № 4. P. 471–472.
259. Bundt M., Krauss M., Blaser P. and Wilcke W. Effect on the distribution and storage of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and polychlorinated biphenyls (PCBs) // *J. Environmental Quality*. 2001. V. 30. P. 1296-1304.
260. Burk C.J. A four year analysis of vegetation, following an oil spill in a freshwater marsh // *J. Appl. Ecol.* 1977. V. 14, № 2. P. 515–522.
261. Cameron, P. Liability for catastrophic risk in the oil gas industry // *Int. Energ. Law Rev.* 2012. V. 6. P. 207–219.
262. Catalogue of Strains of Regional Specialized Collection of Alkanotrophic Microorganisms, 2018. <http://www.iegmc.ru/strains/index.html>.
263. CMR 40.0996(7), USA: Upper concentration levels (UCLs) in groundwater and soil.
264. De Carvalho C.C.C.R., Wick L.Y., Heipieper H.J. Cell wall adaptations of planktonic and biofilm *Rhodococcus erythropolis* cells to growth on C5 to C16 n-alkane hydrocarbons // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2009. V. 82. P. 311–320.
265. Dellagnezze B.M., de Sousa G.V., Martins L.L., Domingos D.F., Limache E.E.G., de Vasconcellos S.P., da Cruz G.F., de Oliveira V.M. Bioremediation potential of microorganisms derived from petroleum reservoirs // *Marine Pollut. Bull.* 2014. V. 89 (1–2). P. 191–200.
266. Deubel, A. Influence of microorganisms on phosphorus bioavailability in soils. *Microorganisms in soils: roles in genesis and functions* / A. Deubel, W. Merbach // Ed. F. Buscot, A. Varma. - Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2005. - P. 177-191.
267. Duarte H.O., Droguett E.L., Araújo M., Teixeira S.F. Quantitative ecological risk assessment of industrial accidents: the case of oil ship transportation in the coastal tropical area of northeastern Brazil // *Hum. Ecol. Risk Assess.* 2013. V. 19 (6). P. 1457–1476.
268. Duke N. C., Watkinson A. J. Chlorophyll-deficient propagules of *Avicennia marina* and apparent longer term deterioration of mangrove fitness in oil-polluted sediments // *Marine Pollution Bulletin*. 2002. V. 44. P. 1269–1276
269. Evdokimova, G.A., Complexes of potentially pathogenic microscopic fungi in anthropogenic polluted soils / G.A. Evdokimova, M.V. Korneykova, E.V. Lebedeva // *J. Environ. Sci. Health. Part A. Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng.* -2013. - V. 48. - P. 746-752.
270. Federal soil protection and contaminated sites ordinance. Berlin: Federal Law Gazette I, 1999. P. 1554.
271. Freedman W., Hutchinson T.C. Physical and biological effects of experimental crude oil spills on Low Arctic tundra in the vicinity of Tuktoyaktuk, N.W.T. Canada // *Canad. J. Bot.* 1976. V. 54, № 19. P. 2219–2230.
272. Gilfillan E.S., Page D.S., Bass A.E. et al. Use of Na/K ratios in leaf tissues to determine effects of petroleum on salt exclusion in marine halophytes // *Marine Pollut. Bull.* 1989. № 6. V. 20. P. 272-276.
273. Gomez R.B., Lima F.V. The use of respiration indices in the composting process: a review // *Waste Manage. Res.* - 2006. - V. 24. - P. 37–47.

274. Gondal M.A., Siddiqui M.N., Nasr M.M. (2010) Detection of trace metals in asphaltenes using an advanced laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS) technique // *Energy Fuels*. 24, 1099–1105.
275. Grosswell I.W. The fate of petroleum in a soil environment // *Oil spill conf.* New Orleans, 1977. P. 449-482.
276. Gupta S., Pathak B., Fulekar M.H. Molecular approaches for biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbon compounds: a review // *Rev. Environ. Sci. Biotechnol.* 2015. V. 14. P. 241–269.
277. Hunt P.G., Ricard W.E., Denece F.J. Terrestrial oil spills in Alaska: Environmental effects and recovery // *Proc. of joint conf. on prevention and control of oil spills.* Washington, 1973. P. 733–740.
278. Ivshina, I.B., Kuyukina, M.S., Krivoruchko, A.V. (2017) Hydrocarbon-oxidizing bacteria and their potential in eco-biotechnology and bioremediation. In: *Microbial Resources: From Functional Existence in Nature to Industrial Applications*. Ed. I. Kurtböke, Elsevier. 2017. P. 121-148.
279. Ivshina, I.B., Kuyukina, M.S., Krivoruchko, A.V., Barbe, V., Fischer, C., 2014. Draft genome sequence of propane and butane oxidizing actinobacterium *Rhodococcus ruber* IEGM 231 // *Genome Announc.* 2 (6.).
280. Ivshina, I.B., Kuyukina, M.S., Krivoruchko, A.V., Elkin, A.A., Makarov, S.O., Cunningham, C.J., Peshkur, T.A., Atlas, R.M., Philp, J.C. (2015). Oil spill problems and sustainable response strategies through new technologies // *Environmental Sciences: Processes and Impacts*. V. 17. P. 1201-1219.
281. Kuyukina M.S., Ivshina I.B. Application of *Rhodococcus* in bioremediation of contaminated environments. In: Alvarez, H.M. (Eds.), *Biology of Rhodococcus*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. pp. 231–232.
282. Kuyukina M.S., Ivshina I.B. *Rhodococcus* biosurfactants: biosynthesis, properties and potential application. Alvares, H.M. (Ed.), *Microbiology Monographs. Biology of Rhodococcus*, vol. 16, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2010. pp. 292–313.
283. Kuyukina M.S., Ivshina I.B., Kamenskikh T.N., Bulicheva M.V., Stukova G.I. Survival of cryogel-immobilized *Rhodococcus* cells in crude oil-contaminated soil and their impact on biodegradation efficiency // *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 2013. V. 84. P. 118-125.
284. Kuyukina M.S., Ivshina I.B., Makarov S.O., Philp J.C/ Risk assessment and management of terrestrial ecosystems exposed to petroleum contamination. In: *Environmental Contamination*. Ed. J. K. Srivastava. InTech, 2012. P. 177-198.
285. Lin Q., Mendelsohn I.A. A comparative investigation of the effects of South Louisiana Crude oil on the vegetation of fresh, brackish, and salt marshes // *Marine Pollut. Bull.* 1996. № 2. V. 32. P. 202-209.
286. Malallah G., Afzal M., Gulshan S., et al *Vicia faba* as a bioindicator of oil pollution // *Environmental Pollution*. 1996. V. 92, № 2. P. 213-217.
287. Marinescu M., Toti, M., Tanase, V., Plopeanu, G., Calciu, I., Marinescu, M., 2001. The effects of crude oil pollution on physical and chemical characteristics of soil. *Research Journal of Agricultural Science*, 43(3), 125-129.
288. Mitchell W.W., Lounachan T.Z., Mikendrick J.D. Effects of tillage and fertilization on persistence of crude oil contamination in an Alaskan soil // *J. Environ. Quality*. 1979. Vol. 8. P. 525–532.
289. Nyman J.A. Effect of Crude Oil and Chemical Additives on Metabolic Activity of Mixed Microbial Populations in Fresh Marsh Soils // *Microb. Ecol.* 1999. V. 37. P. 152–162.
290. Odu C.T.I. Biological aspects of land rehabilitation following hydrocarbons contamination // *J. Inst. Petrol.* 1972. V. 58. P. 201–206.
291. Orisakwe, O.E., Akumka, D.D., Njan, A.A., Afonne, O.J. Testicular toxicity of Nigerian bonny light crude oil in male albino rats // *Reproductive Toxicology*. 2004. P. 439-442.

292. Pikovskii Y., Oborin A., Veselovskii V., Veselova T. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and photosynthetic activity of perennial cereals as markers of soil remediation after petroleum hydrocarbons pollution (field experience) // *Novel Approaches for Bioremediation of organic pollution: Proc. of the 42-nd OHOLO Conf. 3-7 May. Eliat, 1998. P. 22.*
293. Pucci O.H. Influence of crude oil contamination on the bacterial community of semi-arid soils of Patagonia (Argentina) / O.H. Pucci, M.A. Bak, S.R. Peressutti et al. // *Acta Biotechnologica. – 2000. – V. 10. – P. 129-146.*
294. Radwan S., Sorkhoh N., El-Nemr I. Oil biodegradation around roots // *Nature. 1995. Vol. 376. № 27. P. 302.*
295. Saul D.J., Aislabie J.M., Brown C.E., Harris L., Foght, J.M. Hydrocarbon contamination changes the bacterial diversity of soil from around Scott Base, Antarctica // *FEMS Microbiol. Ecol. 2005. V. 53. P. 141-155.*
296. Scarlett A.G., Reinardy H.C., Henry T.B., West C.E., Frank R.A., Hewitt L.M., Rowland S.J. Acute toxicity of aromatic and non-aromatic fractions of naphthenic acids extracted from oil sands process-affected water to larval zebrafish // *Chemosphere. 2013. V. 93(2). P. 415-420.*
297. *Sediment Toxicity of Petroleum Hydrocarbon Fractions. – Batelle, Duxbury, 2007. – 89 pp.*
298. Simanzhenkov V., Idem R. *Crude Oil Chemistry. Marcel Dekker, New York, 2003. – 411 pp.*
299. Sorkhoh N.A. Establishment of oil-degrading bacteria associated with cyanobacteria in oil-polluted soil / N.A. Sorkhoh, R.H. Al-Hasan, M. Khanafer, S.S. Radwan // *J. Appl. Bacteriol. – 1995. – V. 78. – P. 194-199.*
300. *Toxicological Profile for Total Petroleum Hydrocarbons (TPH). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. - Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 1999. – 315 pp.*
301. Udo E.J., Fayeni A.A. The effect of oil pollution of soil on germination, growth and nutrient uptake of corn // *J. Environ. Quality. 1975. V. 4, № 4. P. 537–540.*
302. Unlü K., Kemblowski M.W., Parker J.C., Stevens D., Chong P.K., Kamil I. A screening model for effects of land-disposed wastes on groundwater quality // *J. Contam. Hydrol. – 1992. – V. 11. – P. 27-49.*
303. Valiola I., Vince S., Teal J.M. Assimilation of sewage by wetlands // *Estuar. Proceed. 1976. №. 1. P. 234–253.*
304. Wein R., Bliss L.C. Experimental crude oil spills on Arctic plant communities // *J. Appl. Ecol. 1973. Vol. 10. № 3. P. 671-682.*
305. William J.N. An overview of the USEPA national oil and hazardous substances pollution contingency plan. Subpart J. Product Schedule (40 CFR 300.900) // *Spill Science & Technology Bulletin. 2003. V. 8. Iss. 5–6. P. 521–527.*