

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Казанский государственный аграрный университет»**

**Агрономический факультет**

**Кафедра агрохимии и почвоведения**

ДОПУЩЕНА К ЗАЩИТЕ  
Зав. выпускающей кафедры  
к. с. х. н., доцент  
Р.В. Миникаев  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.



**Осипова Регина Анатольевна**

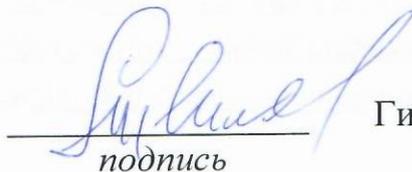
**ДЕЙСТВИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ,  
АГРОХИМИКАТОВ И МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ  
ПШЕНИЦЫ**

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**  
на соискание степени магистра по направлению подготовки

35.04.03 – Агрохимия и агропочвоведение

по магистерской программе «Воспроизводство плодородия почв в условиях  
усиления антропогенной нагрузки»

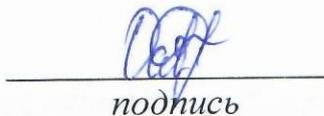
Научный руководитель  
профессор, д.с.-х. н.



подпись

Гилязов М.Ю.

Автор работы студент



подпись

Осипова Р.А.

Казань – 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ .....	3
1	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	5
	1.1 Источники и причины загрязнения почв нефтью .....	5
	1.2 Действие нефти и нефтепродуктов на свойства почв и продуктивность растений .....	10
	1.3 Естественная реабилитация нефтезагрязненных почв и возможность её ускорения .....	19
2	МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	28
3	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	39
	3.1 Влияние однократного нефтяного загрязнения на урожайность яровой пшеницы в зависимости от давности загрязнения .....	39
	3.2 Влияние приемов рекультивации на урожайность яровой пшеницы .....	44
	3.3 Влияние старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на содержание основных макроэлементов в урожае яровой пшеницы .....	49
	3.4 Действие старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на хозяйственный вынос, КИП, КИУ основных макроэлементов яровой пшеницей .....	53
	3.5 Нефтяное загрязнение почвы и содержание гомологов бенз(а)пирена в урожае яровой пшеницы .....	59
	3.6 Влияние приемов рекультивации старозагрязненной серой лесной почвы на экономическую эффективность возделывания яровой пшеницы .....	63
4	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	66
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	68
	ПРИЛОЖЕНИЯ .....	77
	Приложение 1 .....	78
	Приложение 2 .....	79
	Приложение 3 .....	80
	Приложение 4 .....	81
	Приложение 5 .....	82
	Приложение 6 .....	83
	Приложение 7 .....	84
	Приложение 8 .....	85
	Приложение 9 .....	86
	Приложение 10 .....	87
	Приложение 11 .....	88
	Приложение 12 .....	89
	Приложение 13 .....	90

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день процесс деградации почв является глобальной проблемой экологии и почвоведения. Из множества факторов деградации почв особое место занимает загрязнение ее нефтью [Воеводина, Русанов, Васильченко, 2015]. Почва, которая загрязнена нефтью, становится неспособной полноценно выполнять свои экологические функции в ландшафте. Ведь любое негативное воздействие человека на окружающую среду обладают неконтролируемыми последствиями. Проблема загрязнения почв нефтью остается актуальной и труднорешаемой для Российской Федерации [Кротова, Петерс, Терещенко, 2014].

Известно, что поверхностные воды, реки, озера и суши в большой или меньшей степени загрязнены нефтью и нефтепродуктами. Нефть и нефтепродукты обнаруживаются почти в каждом водоеме, в том числе и в озере Байкал. Существует различные виды проникновения загрязнителя на окружающую среду, как, например, при ее добычи, транспортировке и перегрузке, или же вследствие утечек из нефтепроводов. Загрязнение нефтью с каждым годом только увеличивается, предпосылками к этому являются изношенностью оборудования, несоблюдением технологических дисциплин, а также в местах прохождения технологических эстакад и трубопроводов возможны значительные разливы нефти и нефтепродуктов [Тучкова, 2017]. При добыче нефти в Российской Федерации каждый год происходит более 20 тысяч аварий. Если обратить внимание на оценки экспертов, то ежегодно в природную среду попадает более 45 млн. тонн нефти и нефтепродуктов или 2 % от ежегодной мировой добычи. Потери при добыче и хранении нефти на суше составляют 5 млн. тонн в год. При переработке и транспортировки нефти теряется еще 8 млн. тонн углеводородов, из которых 3 млн. тонн попадают в почву. Потери нефтепродуктов составляют до 27 млн. тонн в год, из которых 9 млн. тонн инфильтруются в почву [Смольникова, Емельянов, 2010].

Нефтяное загрязнение снижает качество воздуха, приводит к накоплению тяжелых металлов в воде и в почвах. Вследствие этого накапливаются растениями и животными техногенные поллютанты и все это может привести к экогенотоксическому эффекту [Хусайнова, 2016].

В общем, нефтепродукты обладают высокой токсичностью и предполагают большую опасность, как для человека, так и для биосферы в целом. [Васильев, Быков, Пименов, 2015].

В 80-90 годах прошлого века к таким загрязненным регионам Российской Федерации относилась и Республика Татарстан. Это было связано, главным образом, аварийными прорывами трубопроводов. В те годы ежегодно 10-15 тысяч случаев загрязнения нефтью и другими поллютантами было связано с прорывами и утечками различных трубопроводов [Гилязов, Гайсин, 2003].

На загрязненных территориях снижаются урожаи сельскохозяйственных культур или же полностью отсутствуют. Поэтому вопросы изучения и реабилитации нефтезагрязненных земель актуальны для всех нефтедобывающих районов, в том числе для Республики Татарстан, где нефтедобыча ведется с 1943 года. В настоящее время на территории Татарстана ежегодно добывается около 25-28 млн. т. нефти, и значительная часть перерабатывается в республике.

Несмотря на принимаемые нефтяниками республики меры по предотвращению загрязнения окружающей природы, полностью исключить случаи загрязнения не удастся. Для реабилитации нефтезагрязненных почв предложены различные способы восстановления их плодородия, среди которых наиболее доступными и экологически безопасными считаются агроэкологические приемы. Имеющиеся публикации о влиянии агротехнических и агрохимических приемов реабилитации нефтезагрязненных почв отрывочны и достаточно противоречивы, что и является основанием для наших исследований.

# 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1 Источники и причины загрязнения почв нефтью

Загрязнение окружающей среды – это изменение экологической системы, внесением различных не свойственных ей живых или неживых компонентов, структурных и физических изменений, приводящих к нарушению круговорота и обмена веществ, снижению продуктивности или же разрушению самой экосистемы [Панин, 2008].

Одним из наиболее опасных веществ, загрязняющих нашу окружающую среду, являются нефть и продукты ее переработки, своего рода ядовитыми для всех живых организмов [Давыдова, Тагасов, 2004].

Нефть – это смесь огромного количества химических соединений на основе углеводородов, образовавшегося из исходного органического вещества под действием многих факторов и взаимодействием со средой залегания. Основные химические элементы, входящие в состав нефти, являются С, Н, S, N и O<sub>2</sub> [Глаголева, Капустина, 2006].

Нефть и нефтепродукты являются сложным продуктом, в основном состоят из множества углеводородов, от соотношения которых зависит их растворимость в воде, испаряемость, способность проникновения в почву [Яковлев, 2007].

Принято считать основными этапами жизненного цикла нефти и газа, это добыча, транспортировка, далее переработка и использование. Но эти этапы сопровождаются огромными потерями и катастрофическими последствиями воздействий на природу [Яковлев, 2007].

Токсичное воздействие природных углеводородов обусловлено большим разнообразием химических веществ, которые используются в технологических процессах [Бондалетова, Бондалетов, 2008].

На сегодняшний день особенно актуальны проблемы охраны почв от нефтяного загрязнения. Известно, что самым известным энергоносителем,

которое применяется в транспорте, это нефть и нефтепродукты. Большие участки земель в большей или меньшей мере загрязнены нефтепродуктами, особенно в нефтедобывающих регионах [Мотузова, Карпова, 2013].

Воздействие нефти на почву и другие элементы ландшафта определяется количеством, составом и свойствами как органических, так и неорганических соединений [Гольдберг, Зверев, Арбузов, 2001].

Загрязнение природной среды нефтью вызывает резкие ответные реакции во всех компонентах экосистем, в том числе и в почве. Нефтяное загрязнение приводит к токсичности плодородных слоев почвы и к потере плодородия. Этапы восстановления таких загрязненных почв требуют длительного времени, связано это с замедленным темпом природных биогеохимических процессов [Глазовская, 1997].

Проблема загрязнения нефтью и нефтепродуктами остро отражено в нефтедобывающих районах. Часто причинами таких загрязнений являются аварии на магистральных и внутрипромысловых нефтепроводах. Вследствие этого, в почвах по сравнению с фоном, превышает концентрация нефтяных углеводородов в сотни раз [Денисова, 2009].

Загрязняется природная среда при добыче нефти и газа. Часть таких территорий может быть выведена из биологического круговорота. Поэтому использование земель и других ресурсов должно быть оптимизировано для сохранения экологического равновесия в природе [Глазовская, 1997].

В настоящее время спрос на нефть с каждым днем увеличивается в год примерно на восемь процентов, соответственно и растет добыча нефти в среднем на пять процентов в год. При добыче, транспортировке, переработке, использовании нефти и нефтепродуктов потери их составляют примерно пятьдесят миллион тонн в год. Основными причинами потерь являются: аварии на нефтепромыслах, разрывы нефтепроводов [Мотузова, Карпова, 2013].

Ежегодно происходит более 60 крупных аварий и около 20 тысяч случаев, сопровождающихся разливами нефти и попаданием ее в водоемы,

огромные материальными затратами и даже гибелью людей [Абросимов, 2002].

Именно транспорт и переработка нефти довольно часто сопровождается значительными потерями, следовательно, воздействует на окружающую среду, а именно в почву. При нефтедобыче основными загрязнителями считаются: сырая нефть и последующие ее переработки, как жидкие продукты, содержащие углеводородов и сопутствующие им соединения. Например, промышленные и атмосферные сточные воды, фильтрующие в почву вблизи нефтяных объектов [Давыдова, Тагасов, 2004].

Источниками загрязнения являются – добывающие предприятия, система перекачки и транспортировки, нефтяные терминалы и нефтебазы, различные хранилища нефтепродуктов, речные и морские нефтеналивные танкеры, автозаправочные комплексы и станции. Аварийные разливы данных предприятий приводят к загрязнению наших почв и в целом экосистемы [Киреева, Ханисламова, Тарасенко, 2005].

К основным сооружениям нефтепромысла относятся скважины, компрессорно-насосные станции, нефтехранилища, пункты первичной подготовки нефти, трубопроводы, амбары, отстойники. Каждое из этих сооружений можно отнести к потенциальным источникам химического загрязнения [Поляков, Лушников, Негодяев, 2005].

На обустройство одной скважины отчуждается два или три гектара земли. Бурение способствует образованию буровых сточных вод (в среднем 4-5 тысяч м<sup>3</sup> на одну скважину) и бурового раствора (до одной тысячи м<sup>3</sup> на одну скважину). Буровые стоки содержат нефтепродукты, различные органические вещества, соли, химические реагенты, щелочи, тяжелые металлы. В процессе бурения извлекается так же выбуренные породы или буровые шламы. Далее они поступают для хранения в амбары глубиной до 2 метров и объемом не менее двух тысяч м<sup>3</sup>. В пределах буровой площадки размещается два-три таких земляных котлован (амбара), которые являются источником загрязнения почв, поверхностных и грунтовых вод [Гусев, 2008].

Загрязняющие вещества могут поступать не только в качестве буровых растворов, но и при использовании горюче-смазочных материалов, химреагентов и дизельных установок [Вержбицкий, Андрианов, Полтавская, 2014].

Нужно отметить, бурение нефтяных скважин нарушает растительный покров, особенно это заметно на начальном этапе строительства: при вырубке леса, прокладывании дорог, коммуникаций, трубопроводов, засыпке естественных элементов рельефа [Гусев, 2008].

Немало важный фактор загрязнения природы нефтью является износ внутрипромысловых трубопроводов. Частота их разрывов на два порядка выше, чем на магистральных, и составляет полтора или в два разрыва на один км, или около тридцати тысяч в год [Поляков, Лушников, Негодяев, 2005].

По мнению В.С. Курасова с соавторами (2013), естественные потери нефтепродуктов при транспортировке и хранении и применении не велики, но при непригодности оборудования и нарушении правил эксплуатации потери намного увеличиваются. Большое количество нефтепродуктов попадают в почву и в водоемы со сточными водами с нефтебаз и мастерских.

Многие производства не отвечают современным требованиям безопасности, четыреста тысяч объектов около сорок три тысячи требуют улучшению коренную конструкцию, а около двенадцать тысяч подлежат выводу из эксплуатации. По данным Министерства природных ресурсов Российской Федерации потери из-за аварий колеблются от семнадцати до двадцати миллион тонн ежегодно, что составляет семь процентов от добычи нефти. На сегодняшний день одна тонна нефти стоит около двести долларов. Отсюда видно, какой огромный ущерб приносит утечки нефти экономике России, около четырех миллиардов долларов ежегодно. Одновременно это и большой вред для окружающей среды [Муравьева, 2001].

Нефть просачивается в почву, несмотря на свою большую вязкость, далее проникает в грунтовые воды, перемещается в направлении их движения и может распространяться на большие расстояния. Нефть

считается гидрофобной, на поверхности воды он образует тонкую пленку [Соколова, 2008].

В состав нефти входят различные химические соединения, как смолисто-углеводородные компоненты. Определить их предельно-допустимые концентрации в почвах очень трудно, из-за строго неопределенного химического состава [Афанасьев, Мерзлая, 2006].

Некоторые исследователи предлагают считать высоким уровнем загрязнения земель нефтепродуктами уже при содержании в ней нефти более 5000 мг/кг. Такие уровни легко достижимы в результате разливов нефти при ее транспортировке, в результате аварий и эксплуатации складов ГСМ, космодромов [Другов, Родин, 2000].

По данным Ю.И.Пиковского (1988), содержание нефти в почве в первые месяцы загрязнения наблюдается резкое снижение на сорок или пятьдесят процентов. Однако в дальнейшем это снижение идет очень медленно.

Как правило, в результате аварийных разливов в почву поступает не только нефть, но и высокоминерализованные пластовые воды, которые сами по себе оказывают большой вред, чем собственно сама нефть. Поэтому оценка воздействий химических загрязнений в такой ситуации еще сложнее [Добровольский, 2002].

Пластовые и сточные воды нефтяных промыслов, отличаются содержанием различных вредных веществ, как газ, нефть и соли. Они обладают токсичными физико-химическими свойствами и негативно влияют на живые организмы, а так же на растения [Мотузова, Безуглова, 2007].

Потоки нефти и нефтепродуктов могут быть видимыми и скрытыми (внутрипочвенными). При видимых потоках загрязнения нефтью можно выделить визуально и они определяются без затруднений. Что касается скрытых потоков, они возникают в результате аварий трубопроводов, проходящих на некоторой глубине. Появления их можно увидеть по резкому увеличению содержания в грунтовых водах, в реках, ручьях, каналах, озерах,

прудах. Выходы внутрипочвенных потоков проявляются на склонах, на стенках, канав, кюветах. Скрытое загрязнение можно увидеть по изменению растительного покрова, например, пожелтение травы, засыхание кустарников и деревьев [Мотузова, Карпова 2013].

## **1.2 Действие нефти и нефтепродуктов на свойства почв и продуктивность растений**

Почва подвержена к различным внешним воздействиям. Всевозможные изменения, которые приводят к нарушению физических, физико-химических, химических, биологических и биохимических функций почвы, вызывают ее загрязнение [Муха, Картамышев, Муха, 2003].

Почва, загрязненная нефтью, содержит в себе повышенное количество углеводов. Обусловлено это с тем, что нефть представляет собой смесь углеводов, в среднем содержит 83-87% углерода. Например, в незагрязненной почве содержалось 4,75% углерода, но при загрязнении девонской нефтью в дозах 5 и 60 г/кг, содержание углерода увеличилось до 5,09 и 8,22 %. Более ошутимое возрастание содержания углерода в почве было при загрязнении почвы сернистой нефтью [Гилязов, 1980]. В результате включения продуктов биорасщепления алифатических компонентов нефти состав гуминовых кислот, в нефтезагрязненных почв гумусовых веществ наблюдается увеличение доли негидролизуемого остатка [Андреева, 2005].

Воздействия загрязнений нефти и нефтепродуктов на почву многогранны, и отражается это изменением свойств загрязненных почв и определением тех или иных характеристик загрязнений, что является основным источником информации об уровне загрязнения [Пиковский, 1988].

Характер функционирования нефти в почве определяется дифференцированием веществ по плотности, вязкости, активностью взаимодействия с почвенной массой. Почва, играя роль

хроматографической колонки, разделяет нефтяные потоки по слоям, задерживая в верхних почвенных горизонтах нефтяные компоненты и на минеральные воды, которые в свою очередь проникают в нижние горизонты [Пиковский, 1993].

В загрязненной нефтью почве происходят глубокие и часто необратимые процессы, как например, перестройка всего почвенного профиля [Середина, 2006; 2015].

Нефть может распространяться на огромные территории по средствам грунтовых вод. По своей природе нефть является гидрофобной, она образует тонкую пленку на поверхности воды, которая становится негодной для использования в количестве одного литра нефти на сто литров воды [Давыдова, Тагасов, 2004].

Нефтяное загрязнение способствует изменению физических, физико-химических характеристик почв и подавляет биологическую активность.

При нефтяном загрязнении заполняется поровое пространство почвы, вытесняется почвенный воздух и в следствие наблюдается нарушение естественной аэрации, что приводит к оглеению [Середина, 2015].

Создаются анаэробные условия, наблюдается изменение окислительно-восстановительного потенциала. В составе почвенного воздуха преобладают легкие токсичные фракции нефти, вредные как для растений, так и для большинства микроорганизмов [Трофимов и др., 2000].

Загрязнение сырой нефтью и нефтепродуктами представляет собой большую опасность для почв. Изменяются физико-химические свойства, приводит к торможению биологические процессы, снижается растворимость микроэлементов и резко увеличивается соотношение между С и N. Загрязнение нефтью препятствует тепловому и газообмену почвы. В результате поступления в почву повышенных доз нефти механические элементы и структурные агрегаты почвы покрываются нефтяной пленкой, которая в свою очередь блокирует питательные вещества от корней растений. Наблюдается слипание почвенных частиц, через некоторое время

они при частичном окислении компонентами нефти становится густой, следовательно, почвенный слой преобразуется в асфальтоподобную массу, которая совсем не подходит для роста и развития растений. Структура почвы ухудшается, реакция почвенного раствора становится щелочной, общее содержание углерода увеличивается в 2-10 раз, а количества углеводов в 10-100 раз. Что касается почвенных микроорганизмов, общая численность и видовое разнообразие значительно изменяются [Зволинский, Батовская, Черных, 2005].

Просачивается нефть через верхние части почвенного профиля и равномерно пропитывается в почвенной толще. А в более глубокие слои нефть проникает по ходам корней, трещинам или же по другим ослабленным зонам. В глубоких горизонтах прослеживается неравномерное распределение нефти. Если же почва имеет легкий гранулометрический состав, то, как правило, нефть просачивается на глубину до 1 м и больше, при этом нефть подвергается своего рода фракционированию [Добровольский, 2002].

Нефти и нефтепродукты неоднозначно действуют на почвенные ферменты. Поскольку это зависит от вида и дозы поллютанта, типа почв, условий природной среды, групп почвенных ферментов. Ферментативная активность почв зависит от продолжительности загрязнения, она может повышаться или же уменьшаться [Колесников, Казеев, Вальков, 2007].

Кроме того на нефтезагрязненных почвах уменьшается доступные элементы минерального питания для растений, как азот, фосфор и калий. Из-за иммобилизаций микроорганизмов под воздействием высокого соотношения С и N, обволакивания нефтью почвенных частиц, которое затрудняет поступлению подвижных форм элементов минерального питания в раствор, а также негативного влияния нефти и нефтепродуктов на бактерии, которые участвуют в круговороте азота в почве [Оборин и др., 2008].

Вследствие загрязнения почв нефтью накапливаются микроскопические грибы, вызывающие заболевание у растений и фитотоксины [Киреева и др., 2003].

Также существенные изменения происходят в содержании углерода в почве. Изменения прослеживаются во фракционно-групповом составе гумуса. В нефтезагрязненных почвах в гумусовом составе повышается доля гумина, и уменьшаются процессы минерализации органического вещества, вследствие все это сказывается на азотном режиме почв. [Шаркова, Надежкина, 2008].

В почвенном профиле возможно изменение окислительно-восстановительных условий, увеличение содержания подвижных форм гумусовых компонентов и микроэлементов [Мотузова, Карпова, 2013].

Любая почва содержит некоторое количество природных углеводородов, однако после загрязнения почв нефтью доля углеводородов резко возрастает до полного изменения водно-воздушного режима почвы [Добровольский, 2002].

Под воздействием техногенных потоков нефти меняется и морфологический облик почвы. Окраска становится сравнительно темнее. По данным Л.В. Кувшинской с соавторами (2001), в нефтезагрязненной почве увеличивается количества охристых, ржаво-бурых пятен, примазок и степень сегрегации железа. Происходит повышение процессов кутанообразования.

В нефтезагрязненных почвах снижается парциальное давление кислорода, из-за резкого снижения нитратов и уменьшения процесса нитрификации [Середина и др., 2006].

В начале загрязнения происходит незначительное снижение содержания нитратного азота, а потом начинается постепенное накопление и уже на третий год достигает максимального уровня. Это объясняется тем, что в почву этот элемент поступает вместе с нефтью, а так же в результате процессов денитрификации, то есть снижением почвенного азота [Назарюк, 2007].

В исследованиях В.М.Назарюкова (2007) содержание в нефтезагрязненной почве доступных для растений соединений, как фосфор и калий практически не изменилось. Изменения наблюдается только спустя

несколько лет. Повышения содержаний зольных элементов в почве происходит в результате применений фосфорно-калийных удобрений.

Важной характеристикой нефти является соотношение в ней легких и тяжелых фракций. Повышенную токсичность для обитателей почвы представляют легкие фракции почвы, но влияние их кратковременны. А тяжелые фракции нефти являются малоподвижными, поэтому создается устойчивый очаг загрязнения. Компоненты нефти, такие как богатые смолы, асфальтены, парафины, закупоривают поры и каналы почвы и связывают почвенные частицы, играя роль цемента. Таким образом, они препятствуют влагообменному процессу в почве и тем самым нарушают водно-физические свойства. Тяжелые фракции нефти облакаивают корни растений и соответственно снижают поступление к ним влагу [Мотузова, Безуглова, 2007].

Особенность легких фракций нефти заключается в том, что они содержат 50-70% низкомолекулярных нормальных алканов, которые хорошо растворимы в воде и с легкостью проникают в клетки через мембраны, оказывая отрицательное влияние на живые организмы. Большая часть легких фракций нефти разлагаются и улетучиваются еще на поверхности почвы. С уменьшением содержания легких фракций, уменьшается и токсичность, однако увеличивается доля и токсичность полиароматических углеводородов (ПАУ) [Гольберг, Зверев, Арбузов, 2001].

Углеводороды пагубно влияют неустойчивым видам растений. На основании этого, обедняется видовой состав растительности, изменяется нормальное развитие водных организмов, формируются специфические ассоциации рядом с техническими объектами. Появляются галофитные ассоциации, формируется болотная растительность, происходит олуговение. А так же изменяется химический состав растений, в них накапливаются органические (включая полиароматические углеводороды) и неорганические загрязняющие вещества. В конечном итоге растения погибают [Мотузова, Карпова, 2013].

В результате загрязнения почвы нефтью происходит деградация растительного покрова. Наблюдается замедления роста растений, хлороз, некроз, нарушается функции фотосинтеза и дыхания. Как говорилось ранее, тяжелые фракции почвы снижают поступление влаги, и растение в результате погибает. Эти вещества малодоступны микроорганизмам, поэтому разложение этих веществ идет очень медленно, а иногда и десятки лет. В результате происходит недоразвитие растений, включая и генеративных органов [Мотузова, Карпова, 2013].

Ингибирующее влияние нефтезагрязненной почвы на все исследуемые виды растений, повлияло на уменьшении числа соцветий и количества семян в среднем на одно соцветие и в снижении всхожести семян. В нефтезагрязненных территориях было установлено, что количество цветков на одно растение уменьшилось в среднем в 1,2-2,3 раза, а семян — в 1,3-2,1 раза. У отдельных растений отмечены минимальные значения этих признаков, в то же время они имели наибольшую высоту. Самые существенные изменения были обнаружены в изменениях всхожести семян, в тех зонах она снизилась в 2,9-5,5 раза. Снижение всхожести наблюдалось у одуванчика лекарственного [Джамбетова, 2005].

Изменения наблюдаются также в морфологических признаках растений. Загрязнение нефтью подавляет ростовые процессы, уменьшается рост стебля в высоту, а также его радиальный рост. Наблюдается снижение площади ассимиляционной поверхности растений. Корневая система так же меняет морфологию, переходит от мочковатого типа к стержневому типу, то есть уменьшаются его размеры. Прекращается формирование клубеньков и развития корневых волосков. Подвергаются к изменению и анатомические особенности растений, то есть увеличивается толщина листовой пластинки, исчезает кутикула, уменьшаются размеры клеток и количество хлоропластов. В корневой системе растений происходят утолщения эпидермы, увеличиваются количестваксилемных элементов и размеры центральных цилиндр и объем воздухоносных тканей. Все изменения

анатомии и морфологии направлены к формированию защитных механизмов и осуществляет компенсаторную функцию в ответ на загрязнение нефтью. Прослеживается повышение ксероморфных признаков у устойчивых видов растений на загрязнение. Что дает им возможность защитить себя от токсичности действия нефти [Мазунина, 2010].

По исследованиям Н.А. Киреевой и др. (2006), при концентрации в почве 1% нефти происходило увеличение рост корней пшеницы в длину, особенно повысился объем корневой системы. При повышении концентрации загрязняющего вещества ухудшилось прорастание семянчатой пшеницы и уменьшились прямолинейные объемы растений. Так же наблюдалось изменение морфофизиологических показателей, подавление роста и развития. При высоких дозах нефти в почве снижается у яровой пшеницы сумма хлорофиллов, тем самым усугубляется состояние растений.

Многими исследованиями установлено, что загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами приводит к замедлению роста и развития растений. Главными причинами таких изменений и гибели растений являются: уменьшение поступления воды и питательных веществ, а так же кислородное голодание [Колесников, Казеев, 2007].

В то же время, некоторыми исследователями было установлено, что нефть в малых количествах стимулируют рост растений. Решающими факторами здесь является степень загрязнения поллютанта и агрохимический фон [Зильберман, Порошина, Зырянова, 2005].

Когда нефть поступает в клетки и сосуды растений вызывает различные токсичные эффекты. Многими работами показано, что негативные влияния нефти на растение проявляется уже при внесении ее в дозе пятьдесят мг/кг. Токсичные воздействия, как повреждение, разрушение и отмирание живых и интенсивно функционирующих тканях растений проявляются, сразу после попадания ее брызгов. Нефть негативно влияет на рост, метаболизм и развитие растений, а также на молодые проростки, уменьшает рост надземных и подземных частей растений, затормаживает начало цветения,

при загрязнении нефтью цветки очень редко образуют семя [Зильберман, Порошина, Зырянова, 2005].

Под влиянием нефти уменьшается максимальная молекулярная влагоемкость (ММВ). При загрязнении нефтью ослабляются межмолекулярные силы между частицами почвы и водой. Поэтому в почвах зоны нефтяного загрязнения влажность увядания увеличиваются почти в два раза, что свидетельствует об увеличении в техногенно загрязненных почвах недоступной для растений влаги и указывает на то, что растения начинают увядать при сравнительно высоком содержании почвенной влаги. Одновременно эти изменения сопровождаются негативными процессами: резким уменьшением порозности агрегатов, водопроницаемости и, как следствие, резким уменьшением мобильности воды внутри почвы, ранним завяданием растений в тех случаях, когда на отдельных участках есть еще запас усвояемой влаги, отсутствием активных пор, ингибирующих микробиологическую деятельность [Середина, 2015].

В большинство проведенных исследований выявлено, что под воздействием битумов у множества растений проявляются различные выраженные аномалии, как в биологических, так и в морфологических изменениях. Примером таких признаков у растений могут быть, как карликовость, искривление стеблей, скручивание листьев. Объяснениями таких изменений служат накопление в клетках растений полиароматических углеводородов, обладающими канцерогенными и мутационными свойствами [Иларионов, 2004].

Углеводороды повреждают мембраны хлоропластов, митохондрий, мембраны клеток корня [Оборин и др., 2008].

Чувствительным к загрязнению нефтью являются нитрофицирующие бактерии. В последствие загрязнения нефтепродуктами снижается численность нитрифицирующих бактерий, что является результатом снижения кислорода в почве. Второй причиной является процесс нитрофикации – то есть нитрификаторы - хемолитрофы восприимчивы к

присутствию в среде органических веществ, которые задерживают их развитие. Когда нефть и нефтепродукты разлагаются, там увеличивается содержание водорастворимых продуктов метаболизма, тем самым ограничивая рост и развитие нитрифицирующих бактерий [Колесников, Казеев, Вальков, 2007].

Изменение экологической обстановки подавляет фотосинтетическую активность растительных организмов. В первую очередь от этого страдают почвенные водоросли, от их частичного подавления или замены одних групп другими до выделения отдельной группы или же полной гибели в целом альгофлору. Наибольшей степени ингибирует развитие почвенных водорослей сырая нефть и минеральные воды [Зильберман, Порошина, Зырянова, 2005].

Индикационный признак экспериментальных условий, оказавшихся на грани толерантности и резистантности, представляет собой изменение видового состава водорослей. Степень самоочищения почвы от нефтяного загрязнения хорошо видно из численности водорослей в зоне толерантности [Другов, Родин, 2000].

В результате загрязнения нефтью и нефтепродуктами нарушается функционирование природных экосистем, происходит ужасающая деградация сельскохозяйственных угодий. На загрязненных территориях значительно снижается урожай сельскохозяйственных культур. В первую очередь это связано с непосредственным фототоксичным воздействием нефти на растение [Водопьянов, Киреева, Тарасенко, 2004].

Таким образом, влияние нефти и нефтепродуктов на растения можно разделить на прямое и косвенное воздействие. К прямому воздействию относится непосредственное токсичное или же стимулирующее влияние углеводов или других веществ, которое содержится в нефти или нефтепродуктов. Косвенное воздействие проходит через изменения физико-химических свойств почвы и по видоизменению почвенных микроорганизмов. Необходимо отметить опасность косвенных процессов,

так как их фитотоксичность зависит от других экологических факторов и способны сильно изменяться в зависимости от окружающих условий [Оборин и др., 2008].

Относительно устойчивыми к нефтяному воздействию растениями можно признать корневищные и корнеотпрысковые, так как они отмирают только после загрязнения всей зоны развития корневой системы. Защита живого надпочвенного покрова, зависит от глубины проникновения нефти и нефтепродуктов и размещения подземных органов растений [Шабанова, 2008].

Также стало известно, что уменьшается фитотоксичность нефти с увеличением размера семян. Растения, которые имеют крупные семена, при начальном периоде прорастания менее чувствительные к загрязнению нефтью, чем растения, которые имеют мелкие семена [Оборин и др., 2008].

По данным Н.А.Киреевой и др. (2006), в зерне яровой пшеницы под влиянием нефтяного загрязнения происходит снижение содержания сырого протеина, что указывает на нарушение азотного обмена в растениях. Это объяснялось тем, что при сокращении ассимиляционной поверхности листьев, вероятно, вырабатывалось меньшее количество азотистых веществ, для образования белка в зерне.

### **1.3 Естественная реабилитация нефтезагрязненных почв и возможность её ускорения**

Проблема нефтезагрязненных почв и их влияние на окружающую среду актуальна уже давно. В настоящее время обращают все больше внимание на средства очистки воды и почвы от нефтяных углеводородов. Однако и нельзя забывать, что нефть каждого региона имеет отличительный состав. А так же в каждой климатической зоне нефть будет проявлять различные эффекты [Киреева, Кабиров, Онегова, 2007].

Самоочищение почвы от нефти и нефтепродуктов зависит от количества осадков, температуры, то есть от климатических условий и от свойства почвы, от содержания гумуса, от кислотности, гранулометрического состава [Мотузова, Безуглова, 2007].

На различных стадиях распада нефти главную роль играют различные процессы, как физико-химическое выветривание, разрушение нефти в результате микробного метаболизма и, наконец, кометаболические процессы деструкции ксенобиотика. Эта очередность обуславливается своевременным применением тех или иных технологических операций. В этом и заключается улучшение рекультивационного процесса для нефтезагрязненных почв [Добровольский, 2002].

Формы нахождения углеводов в почве очень разнообразны. Основным абиотическим фактором естественного улучшения почвы от углеводов является ультрафиолетовое излучение, а главным механизмом является биоразложение [Михайлова, Попова, Наквасина, 2016].

Самоочищение и самовосстановление почвенных экосистем нефтезагрязненных земель – является стадийным биогеохимическим процессом изменения загрязняющих веществ с этапами восстановления биоценоза. Для различных природных зон продолжительность самоочищения отдельных этапов неодинаково, так как имеются разные почвенно-климатические условия. Здесь важную роль играют, как начальная концентрация загрязняющих веществ, так и наличия сопутствующих солей [Исмайлов, Пиковский, 1988].

В основном выделяют три этапа процесса самоочищения почвы от нефтяного загрязнения. Загрязнение нефтью начинается сразу после поступления в почву. Считается, что первый период загрязнения длится полтора года. Здесь в основном происходит физико-химические процессы, вымывание и проникновение все глубже, испарение легких фракций, окисление атмосферным кислородом, фотохимическое разложение углеводов. Происходит разрушение метан ароматических фракций,

сравнительно повышается доля смолистых веществ. Концентрация нефти в почве в среднем может уменьшиться на сорок или пятьдесят процентов. Устойчивость появляется на все компоненты нефти, относится сюда и полиароматические углеводороды и 3,4 бенз(а)пирен. Они разрушаются посредством фотохимических процессов, то есть под действием ультрафиолетовых лучей, а также при окислении многими окислителями. На этой стадии микробиологические процессы подавлены, из-за сильного воздействия токсичных подвижных компонентов нефти. А второй этап по времени длится 3-4 года. Но при этом снижается скорость процесса разрушения нефти. Однако на этой стадии разрушения нефти намного возрастает численность микроорганизмов, примерно до 25 раз, которые способны окислять углеводород. Активность их увеличивается в течение срока разложения нефти. Посредством этого разрываются С-С связи углеводородов и разрушаются при этом самые токсичные метано-нефтяные фракции, но увеличивается содержание более устойчивых соединений. Третья стадия начинается спустя 4,5-5 лет после разлива. На этом этапе разрушения нефти и его компонентов увеличиваются различные группы микроорганизмов. Начинают разлагаться более устойчивые смолисто-асфальтеновые компоненты. В целом они исчезают за 10-12 лет. Вследствие чего образуются конечные продукты разложения нефти, как оксикериты и гуминокуриты, которые участвуют в процессе гумусообразования [Мотузова, Карпова, 2013].

Действия нефти и нефтепродуктов, которые по содержанию одинаковы, но по-разному влияют на различные типы почв и на природно-климатические условия. По различным данным скорость самоочищения нефтезагрязненных почв при уровне загрязнения 5000 мг/кг нефтью среднего состава, плотностью 0,85-0,87 при различных климатических зонах колеблется от двух до тридцати лет и выше [Муравьева, 2001].

Да, действительно почва может самоочищаться, но продолжительность этого процесса длится десятки лет. По этой причине необходимо определить

диагностический критерий самовосстановления. Одним из критериев самоочищения можно использовать ферментативную активность почвы, потому что она остра, реагирует на перемены окружающей среды [Киреева, Новоселова, Ямалетдинова, 2001].

Самоочищение почвы зависит от скорости распада продукта. Согласно сведениям, изученных в разных странах мира, в том числе и в России, рекомендованы пороговые уровни концентрации нефтепродуктов для характеристик различного уровня техногенной загрязненности почв.

Существенно помогает процессу очищения почвы от нефтепродуктов дождевые осадки, посредством вымывания нефти и тем самым уменьшает концентрацию нефти в верхних слоях земли. Что касается тяжелых фракций нефти, они малоподвижны и мало подвергаются разрушению. По остаточному содержанию нефти, то есть по химическому составу, оно представляет собой битум материнских пород, что позволяет говорить о приближении загрязненной почвы к фоновому уровню [Давыдова, Тагасов, 2004].

С целью возобновить жизнедеятельность загрязненного участка, нужно полностью очистить нефтезагрязненную почву, или же всеми усилиями ускорить этот процесс восстановления [Кузнецов и др., 2003].

Одним из процессов ускорения самовосстановления почвы, является обработка нефтезагрязненной почвы. Обработка благоприятно влияет на микробиологическую и ферментативную активность, так как улучшается аэробный процесс для микроорганизмов, которые в свою очередь являются главными деструкторами углеводов. Рыхление - увеличивает содержания кислорода в почвенных агрегатах, а так же снижает концентрацию углеводов, что приводит к улетучиванию легких фракций почвы, что в свою очередь способствует разрыву поверхностных пор, насыщенных нефтью, однако равномерно распределяет нефтепродуктов в почве и увеличивает активную поверхность. Обработка почвы способствует улучшению агрофизических свойств почвы, тем самым создавая активный

биологический слой. В результате этого улучшается оптимальный водный, газо-воздушный и тепловой режим почв, повышается действенность почвенных ферментов, наблюдается повышение энергии биохимических процессов [Колесниченко и др., 2004].

А так же ускоряющим процессом восстановления почвы является внесение минеральных удобрений. Поскольку азот, фосфор и калий помогают интенсивно разлагать нефти ее компонентов. В многочисленных работах исследователей практически во всех вариантах внесение биогенных элементов в виде минеральных удобрений ускоряют разложение углеводов. Наиболее интенсивное разложение происходит ежегодным внесением комплекса азота, калия, фосфора содержащих удобрений в сочетании с навозом, так же внесением в почву биогумуса [Андерсон, Пропадушая, 1979].

Биогумус получают посредством переработкой навоза и опилок, измельченной вермикультурой соломы. Посредством биогумуса поддерживается численность бактерий, утилизирующих органические и минеральные формы азота, целлюлозоразрушающих микроорганизмов, нитрификаторов. Биогумус оказывает влияние на перестройку микробиологического ценоза нефтезагрязненной почвы, что в свою очередь расширяет видовую разнообразию бактериальной флоры. Компоненты биогумуса используются почвенной микрофлорой в качестве источника азота, фосфора и калия. Органические вещества биогумуса являются энергетическим материалом для почвенной микрофлоры, вследствие этого наблюдается повышение активности микробиологических процессов, а также увеличивается мобилизация питательных веществ [Логинов и др., 2000].

Известно, что посев люцерны и других бобовых культур, многолетних трав с разветвленной корневой системой на нефтяной загрязненной почве способствует ускорению распада углеводов. Это объясняется тем, что сельскохозяйственные растения и многолетние травы своими корневыми системами обогащают почву азотом и биологически активными

соединениями, а также улучшают газо-воздушный режим нефтезагрязненной почвы [Орлов, Садовникова, Лозановская, 2002].

В загрязненных почвах содержится канцерогенные углеводороды, а также азотфиксирующие, денитрифицирующие и сульфатредуцирующие микроорганизмы. Вследствие этого, для восстановления нефтезагрязненных почв вносятся органические азотсодержащие удобрения и специфические микроорганизмы, которые ускоряют процесс разложения соединений азота нефти. Создание оптимальных соотношений углерода и азота способствует минерализации нефтяных отходов [Добровольский, 2002].

К рекультивационным мероприятиям на нефтезагрязненных почвах можно отнести различные органические вещества, как, например, отходы пищевой промышленности и сельского хозяйства [Amadi, Dickson, Maate, 1993].

Для рекультивации необходимо использовать агротехнические мероприятия, которые не могут быть заимствованы из биотехнологии очистки вод. Исходя из того, что углеводороды, входящие в состав тяжелых фракций нефти, утилизируются не отдельными видами организмов, а сложноорганизованным микробным сообществом [Atlas, Bartha, Marshall, 1992].

С целью предотвращения нефтяных загрязнений накопилось немало способов борьбы с нефтяными разливами и ликвидации их последствий. Так называемый метод биоремедиация позволяет снизить нефтяное загрязнение только на поверхности почвы, с помощью нефтеразлагающих бактерий-биодеструкторов. К тому же процесс этот занимает примерно 2-3 сезона и имеет некоторое ограничение - температура почвы должна быть выше +15 °С. Существует и метод фитомелиорации, с помощью этого метода сеют нефтеустойчивые растения, они позволяют активизировать почвенную микрофлору. К ним можно отнести клевера ползучего, щавеля, осока и другие. Этот метод можно применить только в летнее время и на

окончательной стадии рекультивации загрязненных почв [Давыдова, Тагасов, 2004].

Работы первого уровня рекультивации направлены на активизацию почвенных микроорганизмов для разрушения углеводов. Сюда входят рыхление почвы, внесение извести, гипса, высоких доз органических и минеральных удобрений с последующей заправкой, создание мульчирующей поверхности из высокопитательных смесей, посев нефтетолерантных растений высокими нормами, а также возможно применение составных мелиорантов: NPK. + навоз; NPK + известь; NPK + известь + навоз [Денисов, Денисов, Молчанова, 2014].

Для очистки загрязненных почв углеводородами, рассматривают перспективные методы очистки загрязнений с помощью растений - фитодеградация, фитоиспарение, ризодеградация. В качестве устойчивых культур при среднем уровне загрязнения выращивают ежу сборную и полевицу белую. При низком загрязнении, еще выращивают тимофеевку, овсяницу красную, кострец безостый, люпин многолетний, бекманию восточную, канареечник, лядвенец рогатый, клевер и люцерну [Денисов, Денисов, Молчанова, 2014].

В рекультивационных работах нефтезагрязненных почв нужно учитывать особенности почвы, из-за отличительности почвы от других сред, например от гидросферы. По этой причине результативность того или другого мероприятия зависит от особенности почв [Добровольский, 2002].

Рекультивация с помощью микроорганизмов включает в себе планировку, выравнивание поверхности участков, рыхление на глубину корнеобитаемого слоя для улучшения физического режима влагоемкости и аэрации с одновременным внесением в почву культуры нефтеокисляющих бактерий рода *Pseudomonas*, разрушающих нефть. Далее проводят посев семян злаковых и бобовых культур, обработанным сухим биопрепаратом, содержащим азотфиксирующие и фосфатрастворяющие бактерии [Красавин и др., 2007].

Восстановление загрязненных нефтью и ее производными почвенных экосистем — сложный и длительный процесс, требующий строгого научного обоснования. Выявление общих закономерностей восстановления земель, путей их приложения к конкретным природным условиям и состояниям экосистем — важная задача, имеющая значение для сохранения биосферы в целом [Фахрутдинов, 2007].

Человечество превратилось в мощную силу, трансформирующую окружающую среду. Поэтому на сегодняшний день нужен разумный компромисс между окружающей средой и человеческой деятельностью. Именно проблема охраны окружающей среды должна стать главной государственной проблемой в стране. Единственным возможным путем спасения окружающей среды и самого человечества это - рационально использовать ресурсы биосферы, минеральные ресурсы Земли и бережно относиться к природе [Давыдова, Тагасов, 2004].

Исходя из вышеизложенного целью нашего исследования явилось изучение влияния нефтяного загрязнения, агрохимикатов и механической обработки почвы серой лесной почвы на продуктивность яровой пшеницы.

Основные задачи исследования сформулированы следующим образом:

1. Определить влияние однократного загрязнения почвы товарной нефтью на урожайность яровой пшеницы в зависимости от давности загрязнения;
2. Установить влияние минеральных и органических удобрений, известки и интенсивного рыхления нефтезагрязненной почвы на урожайность и структуру урожая яровой пшеницы;
3. Оценить действие старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на содержание NPK в урожае, хозяйственный вынос, КИП, КИУ основных макроэлементов яровой пшеницей;

4. Установить влияние различных уровней нефтяного загрязнения серой лесной почвы на содержание в зерне яровой пшеницы гомологов бенз(а)пирена;

5. Оценить влияние приемов рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы на экономическую эффективность возделывания яровой пшеницы.

## 2 МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводятся на опытном поле кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет». Почва опытного участка - серая лесная среднесуглинистая, которая является преобладающим типом и подтипом почв предкамской зоны Республики Татарстан (табл. 1).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка(2017 г.)

Тип, подтип почвы, слой (см)	Гумус, %	Общий азот, %	ЕКО	Нг	Подвижные формы (по Кирсанову), мг/кг		pH <sub>сол.</sub>
			ммоль./кг		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Серая лесная среднесуглинистая, 0-25	2,90	0,13	22,2	4,2	123	126	5,4

Как видно из таблицы, почва имеет низкое содержание гумуса и слабокислую реакцию среды. Почва отличается повышенным содержанием подвижного фосфора и обменного калия. Емкость катионного обмена – 22,2 ммоль/100 г. почвы, а гидролитическая кислотность равна 4,2 ммоль/100 г.

Агрохимические анализы проведены на кафедре агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ, ФГБУ ЦАС «Татарский» и ФГБУ Татарской межрегиональной ветеринарной лаборатории.

Методы анализа почвы следующие:

- содержание гумуса определялось по методу Тюрина, в модификации Симакова;

- величина рН солевой вытяжки определялась потенциометрическим методом;
- подвижные формы фосфора и калия по Кирсанову: фосфор при помощи ФЭЖ, калий – с использованием фотометра;
- емкость катионного обмена по Бобко-Аскинази в модификации Алешина;
- общий азот определялся по методу Кьельдаля;
- нефть определялась фотоколориметрическим методом в вытяжке толуола или рассчитывалась исходя из содержания техногенного углерода в почве по методу Тюрина.

В растительных пробах определяли общее содержание азота, фосфора, калия из одной навески после мокрого озоления: азот - по Кьельдалю (ГОСТ 26889-86), фосфор - фотоколориметрическим (ГОСТ 26657-97), калий – пламенно-фотометрическим (ГОСТ 30504-97) методами.

Определение гомологов бенз(а)пирена было проведено в ФГБУ Татарской межрегиональной ветеринарной лаборатории. Качественное определение гомологов бенз(а)пирена проводилось на ГХ МАЭСТРО 7820А с масс – детектором 5977. Количественное определение гомологов бенз(а)пирена проводилось на ВЭЖХ Agilent 1200 Series.

Статистическая обработка цифровых данных проведена по Б.А. Доспехову (1985) с помощью программного обеспечения Microsoft Office Excel 2007. Корреляционно-регрессионный анализ был выполнен с помощью программы Statisticaver. 5.5 AforWindows.

Для проведения опыта почва была искусственно загрязнена товарной нефтью заливкой микроделянок с поверхности. Микроделянки представлены в виде бездонных ящиков, которые углублены в почву на глубину 30 см. Площадь микроделянок 0,50 м<sup>2</sup> (0,71x0,71), ширина защитных полос – 1 м. Преднамеренное загрязнение почвы товарной нефтью с поверхности проведена 5 мая 2004 года.

Микрополевой опыт заложен в 4-х кратном повторений, с систематическим размещением делянок в 4 яруса. Опыт состоит из трех блоков. Блок, предназначенный для оценки эффективности некоторых агрохимических и агротехнических приемов рекультивации, заложен на микроделянках, которые получили дозу нефти - 20 л/м<sup>2</sup>, что соответствует, согласно [Гилязов, Гайсин, 2003], среднему уровню загрязнения. Схема опыта данного блока дана в табл. 2.

Таблица 2

Схема полевого опыта

1.	Незагрязненная почва (контроль)
2.	Нефтезагрязненная почва ( НЗП – 20 л/м <sup>2</sup> )
3.	НЗП+ рыхление
4.	НЗП+ известь + рыхление
5.	НЗП+ известь + рыхление + НРК
6.	НЗП+ известь + рыхление + биогумус

Влияние нефтяного загрязнения на урожайность полевых культур изучается в полевом севообороте, где возделываются однолетние травы, яровая пшеница, ячмень, яровой рапс и просо.

В мою задачу вошло изучение влияния нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на яровую пшеницу на основе обобщения данных, полученных сотрудниками и дипломниками кафедры агрохимии и почвоведения за предыдущие годы, и в годы моего исследования (2016-2017 гг.). За период 2004-2017 гг. яровая пшеница возделывалась четыре раза – в 2005, 2009, 2013 и 2017 годах.

Для исследований в 2017 году посеяли яровую пшеницу сорта «Йолдыз». Сорт пшеницы яровой «Йолдыз» сочетает не только высокую

продуктивность, но и средовую устойчивость. Потенциал продуктивности сорта «Йолдыз» составляет – 6 т/га. Известно, что сорт обладает высокой полевой устойчивостью к бурой ржавчине и твердой головне. В опыте применяются рекультивационные приемы, как рыхление почвы, внесения минеральных, известковых и органических удобрений.

Норма высева яровой пшеницы сорта «Йолдыз» 5 млн. шт. всхожих семян на гектар. Семена перед посевом обротали фунгицидом Доспех 3 из расчета 0,5 л/т при расходе рабочей жидкости 10 л/т. Посев провели 11 мая с заделкой семян на глубину 5 см.

Дозы внесения удобрений и химического мелиоранта были рассчитаны исходя из результатов предыдущих исследований сотрудников кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ. Дозу извести рассчитали по величине гидролитической кислотности, и она равнялась 6 т/га. В качестве органического удобрения использовали Биогумус из расчета 3 т/га.

В 2017 году нормы внесения минеральных удобрений рассчитали расчетно-балансовым методом для получения 3,0 т/га зерна яровой пшеницы (табл. 3) и они равнялись (кг д. в./га): азота 82, фосфора 51 и калия 52.

Таблица 3

Расчет норм минеральных удобрений для получения запланированной урожайности яровой пшеницы.

Показатели	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Потребление, кг/т	35	12	25
Хозяйственный вынос, кг/га	105	36	75
Содержание NPK в почве, мг/кг	22	123	126
Запасы NPK в почве, кг/га	66	369	378
КИП	0,85	0,07	0,13
Ожидаемое поступление из почвы, кг/га	56,1	25,8	49,1
Дефицит, кг/га	48,9	10,2	25,9
КИУ	0,60	0,20	0,50
Норма внесения питательных элементов, кг д.в./га	82	51	52

В опыте использовали: аммиачную селитру (34:0:0%), двойной аммонизированный суперфосфат (8:46:0%) и хлористый калий (0:0:60%). В соответствующих вариантах опыта удобрения вносили весной на глубину пахотного слоя.

Все работы в микрополевым эксперименте выполнены вручную. Некоторые моменты выполнения полевых работ зафиксированы на рисунках 1-7.



Рис 1. Общий вид поля



Рис 2. Рыхление почвы



Рис 3. Внесение удобрений



Рис 4. Посев



Рис 5. Уход за посевами

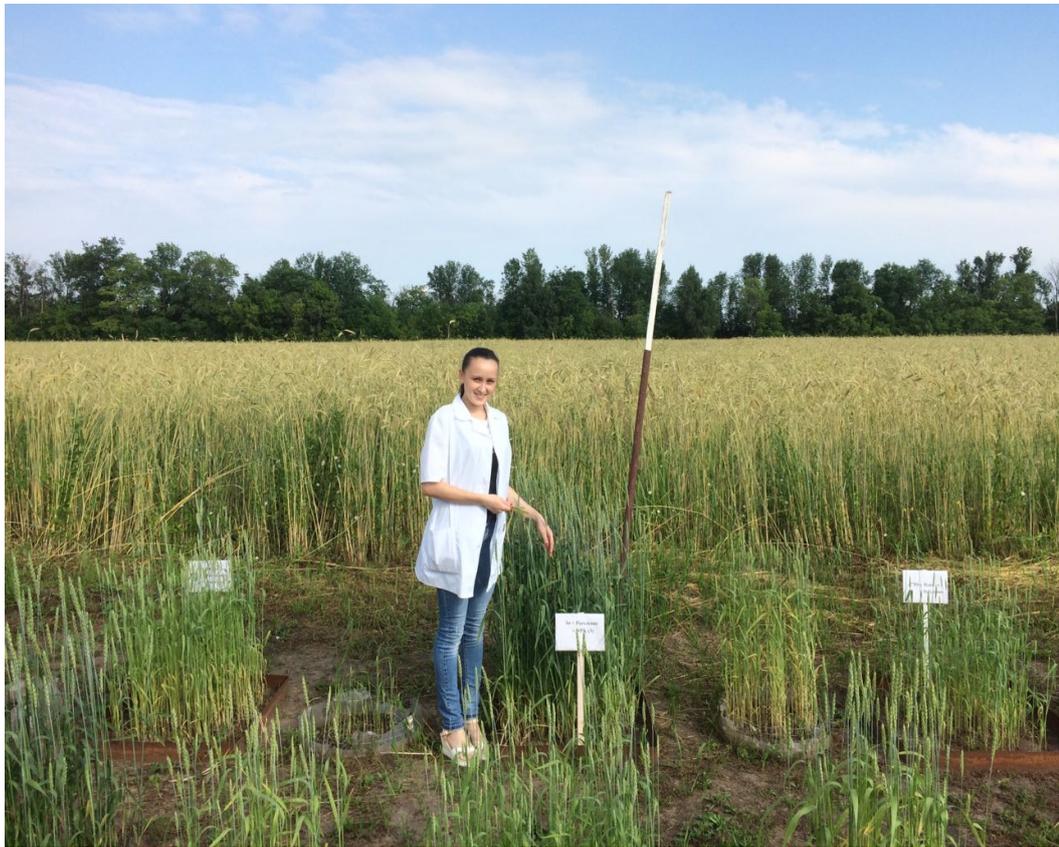


Рис 6. Приемка опытов



Рис 7. Уборка урожая

Большое влияние на рост и развитие растений, и, в конечном счете, на урожайность сельскохозяйственных культур оказывают погодноклиматические условия.

Количество осадков и среднемесячная температура воздуха являются основными метеорологическими показателями. На рисунках 8, 9 и в приложении 1 представлены эти данные за 2017 год в сравнении с многолетними зональными данными.

За май 2017 года, количество выпавших осадков не превысило норму и составило 32,1 мм. Если проанализировать осадки по декадам, то получается, что во второй декаде мая выпало лишь 6 мм осадков, это 18,7 % от общего объема. Самые большие осадки были в первой декаде мая - 14,2 мм, а на третью декаду выпало 11,9 мм осадков. Температура воздуха в среднем за май месяц была ниже, чем среднемноголетних данных и она составляла 11,0 °С. Средняя температура воздуха в июне так же не превышало среднемноголетних данных. Среднесуточная температура воздуха в июне

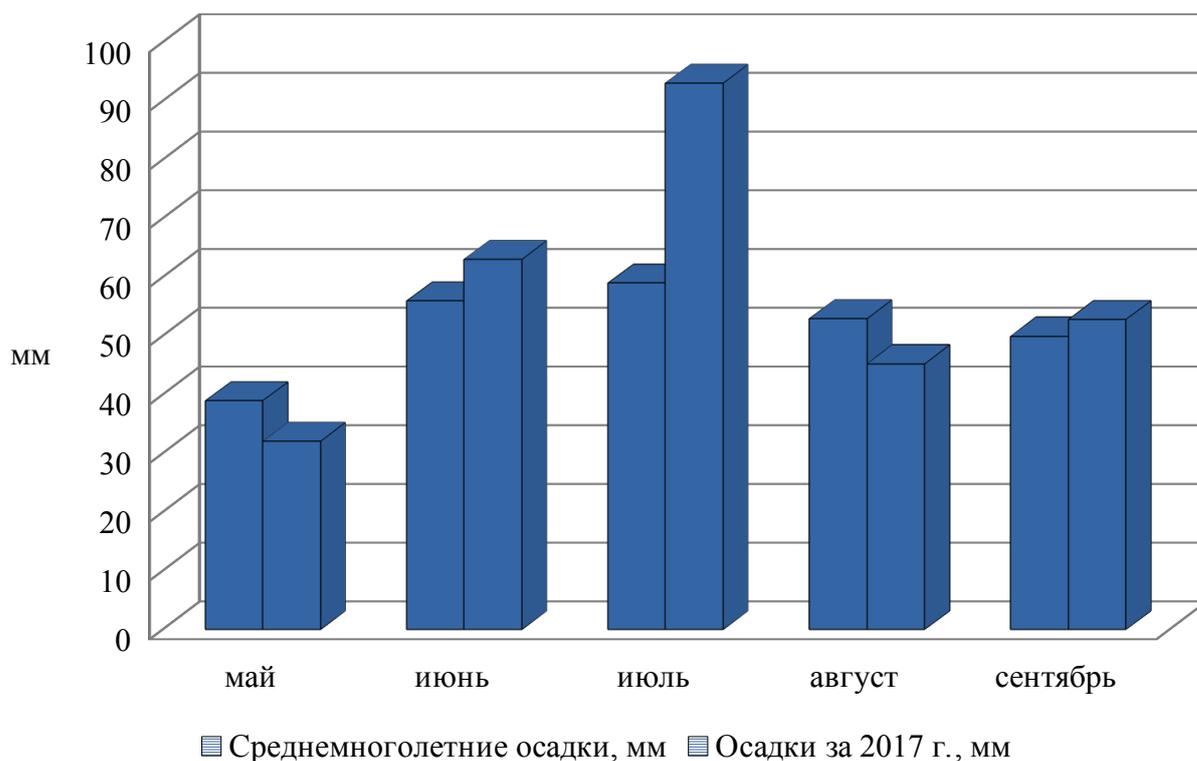


Рис. 8. Количество атмосферных осадков за вегетационный период, мм

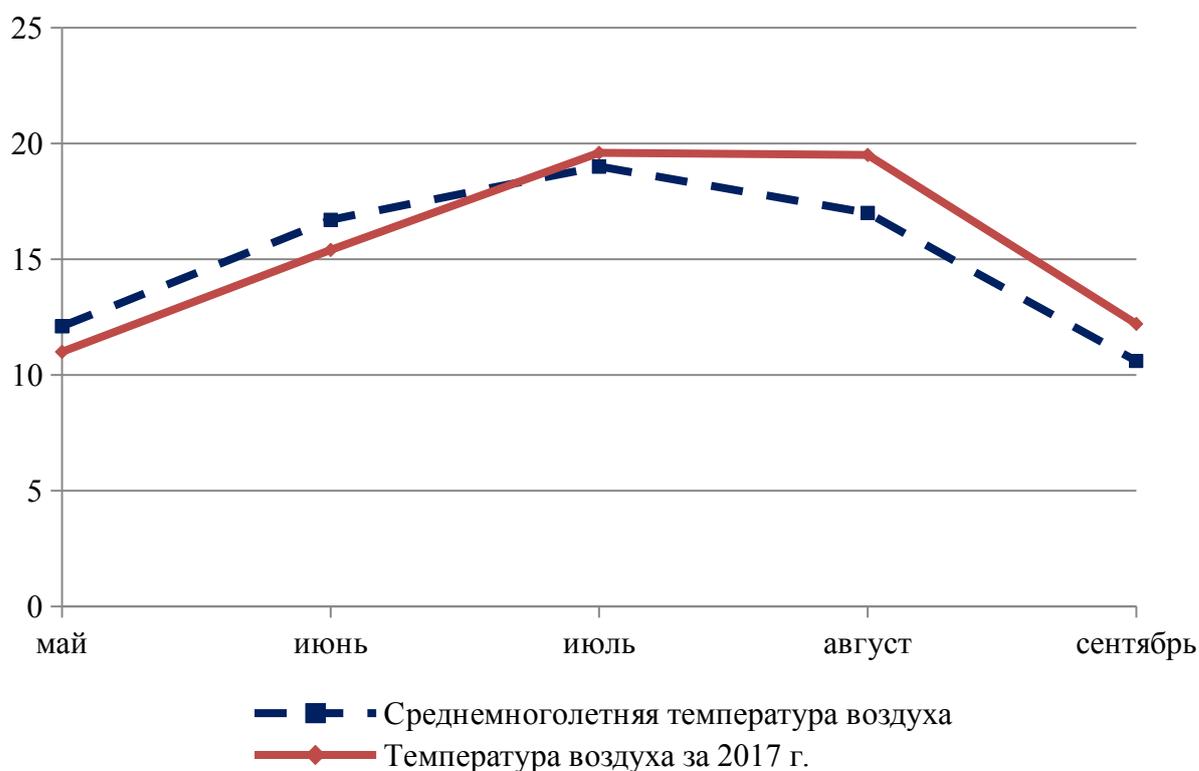


Рис. 9. Среднесуточная температура воздуха, °С

была 15,4 °С, в то время как среднемноголетняя температура воздуха равнялась 16,7 °С. Осадки же за июнь были выше, чем среднемноголетние данные. В первой декаде июня количество осадков было 10,1 мм, во второй декаде июня 18,7 мм, а в третьей декаде 34,3 мм, что в сумме дало 63,1, в то время как количество среднемноголетних осадков равно 56 мм.

Такая же закономерность наблюдалось и в июле месяце, где количество осадков за месяц было выше, чем среднемноголетние осадки. В июле 2017 года выпало в сумме 93,1 мм осадков, а среднемноголетние 59 мм. А температура воздуха была чуть выше на 0,6°С, чем среднемноголетние данные. Это означает, что июль месяц был относительно жарким, в среднем за месяц было 19,6 °С.

И в августе температура воздуха превышала средние многолетние показания и составила 19,5°С. Выпавшие осадки в августе не превысили среднемноголетние показатели и составили 45,3 мм, в то время как данные среднемноголетних осадков были равны 53 мм.

В сентябре температура воздуха так же превысила средние показатели, и составила  $12,2^{\circ}$  С, а среднемноголетние показатели были –  $10,6^{\circ}$  С. Количество же осадков снова превысило норму среднемноголетних показателей, и составило 52,8 мм (105,6 % к норме).

По основным показателям метеорологических данных можно сказать, что 2017 год был благоприятным для прорастания яровых зерновых и для получения высоких урожаев большинства сельскохозяйственных культур, в том числе яровой пшеницы.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 3.1 Влияние однократного нефтяного загрязнения на урожайность яровой пшеницы в зависимости от давности загрязнения

Урожайность сельскохозяйственных культур является качественным и комплексным показателем, который показывает результат проделанной работы. Результативный показатель - урожайность сельскохозяйственных культур, дает нам возможность оценить действие нефтяного загрязнения.

Влияние однократного нефтяного загрязнения на урожайность зерна яровой пшеницы по ротациям севооборота показано в табл. 4.

Таблица 4

Влияние однократного нефтяного загрязнения на урожайность зерна яровой пшеницы по ротациям севооборота

Почва	Урожайность, т/га			
	1-ая ротация (2005 г.)	2-ая ротация (2009 г.)	3-ая ротация (2013 г.)	4-ая ротация (2017 г.)
Незагрязненная (контроль)	<u>2,62</u> <b>100*</b>	<u>2,89</u> <b>100</b>	<u>1,93</u> <b>100</b>	<u>2,42</u> <b>100</b>
Нефтезагрязненная (исходная доза нефти 20 л/ м <sup>2</sup> )	<u>0</u> <b>0</b>	<u>0,61</u> <b>21</b>	<u>1,03</u> <b>53</b>	<u>1,81</u> <b>75</b>
НСР <sub>05</sub> (т/га)	0,22	0,19	0,11	0,12

Прим.: \* - в процентах к уровню контроля.

Из данной таблице видно, загрязнение почвы нефтью из расчета 20 л/м<sup>2</sup> привело к полной гибели или к угнетению яровой пшеницы во все годы

исследования. В 2005 году, то есть через год после загрязнения, семена не проросли, урожая не было.

В 2009 году урожайность зерна яровой пшеницы на нефтезагрязненной почве снизилась, по сравнению с контролем (незагрязненная почва), в 4,7 раза.

В третьей ротации севооборота (2013 г.) снижение урожайности зерна пшеницы, по сравнению с контролем, составило 0,9 т/га или на 47 %.

Отрицательное влияние однократного нефтяного загрязнения обнаружилось и в последний срок наблюдения – в 2017 г., спустя 13 лет после загрязнения. Урожайность яровой пшеницы на загрязненной почве составила 75 % к уровню контроля.

Следовательно, негативное влияние однократного нефтяного загрязнения из расчета 20 л/м<sup>2</sup> проявилась в течение 13 лет. В то же время обнаружилось постепенное снижение фитотоксичности нефтезагрязненной почвы, о чем красноречиво говорит факт постепенного повышения урожайности зерна и приближения её к уровню контроля.

Рассмотрим влияние однократного нефтяного загрязнения на урожайность соломы яровой пшеницы по ротациям севооборота (табл. 5). Динамика изменения урожайности соломы от давности загрязнения почвы нефтью не отличается от таковой зерна. Через год после загрязнения (2005 г.), как уже отмечалось, наблюдаем полное отсутствие урожая. В 2009 г. на нефтезагрязненной почве урожайность соломы составило 1,11 т/га, что в три раза меньше урожайности на контрольном варианте. Если сравнивать снижение урожайности соломы со снижением урожайности зерна (в 4,7 раза), то видно, что урожайность соломы от нефтяного загрязнения угнеталась в меньшей степени.

В последующие годы урожаи соломы на загрязненной почве постепенно приближались к уровню урожая на контрольной почве. В последний срок наблюдения (2017 г.) урожайность соломы на загрязненной почве была меньше контрольного уровня только на 12 %.

Влияние однократного нефтяного загрязнения на урожайность соломы  
яровой пшеницы по ротациям севооборота

Почва	Урожайность, т/га			
	1-ая ротация (2005 г.)	2-ая ротация (2009 г.)	3-ая ротация (2013 г.)	4-ая ротация (2017 г.)
Незагрязненная (контроль)	<u>3,04</u> <b>100*</b>	<u>3,35</u> <b>100</b>	<u>2,08</u> <b>100</b>	<u>2,50</u> <b>100</b>
Нефтезагрязненная (исходная доза нефти 20 л/ м <sup>2</sup> )	<u>0</u> <b>0</b>	<u>1,11</u> <b>33</b>	<u>1,63</u> <b>78</b>	<u>2,20</u> <b>88</b>
НСР <sub>05</sub> (т/га)	0,17	0,23	0,13	0,15

Прим.: \* - в процентах к уровню контроля.

Все это объясняется тем, что почва способна постепенно очищается от нефтяного загрязнения, хотя это, как видим, происходить долго.

Факт постепенного роста урожайности, как зерна, так и соломы на однократно загрязненной нефтью почве, особенно наглядно иллюстрируется графиками рисунка 10. Линейная зависимость урожаев зерна яровой пшеницы от давности загрязнения серой лесной почвы нефтью описывалась уравнением:

$$Y = 6,425 \cdot x - 7,725$$

где,  $Y$  – урожайность зерна, % к контролю;

$x$  – давность загрязнения почвы нефтью, год.

Величина коэффициента детерминации ( $R^2=0,9933$ ) указывает на наличие чрезвычайно тесной зависимости между этими двумя показателями.

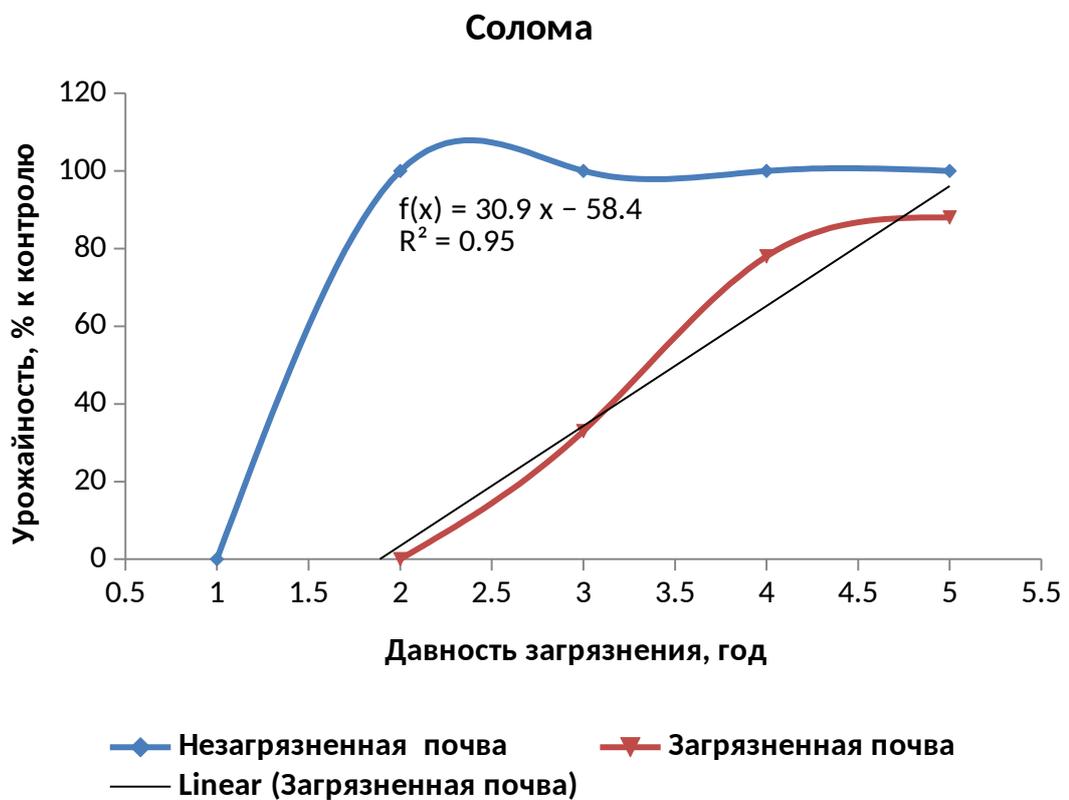
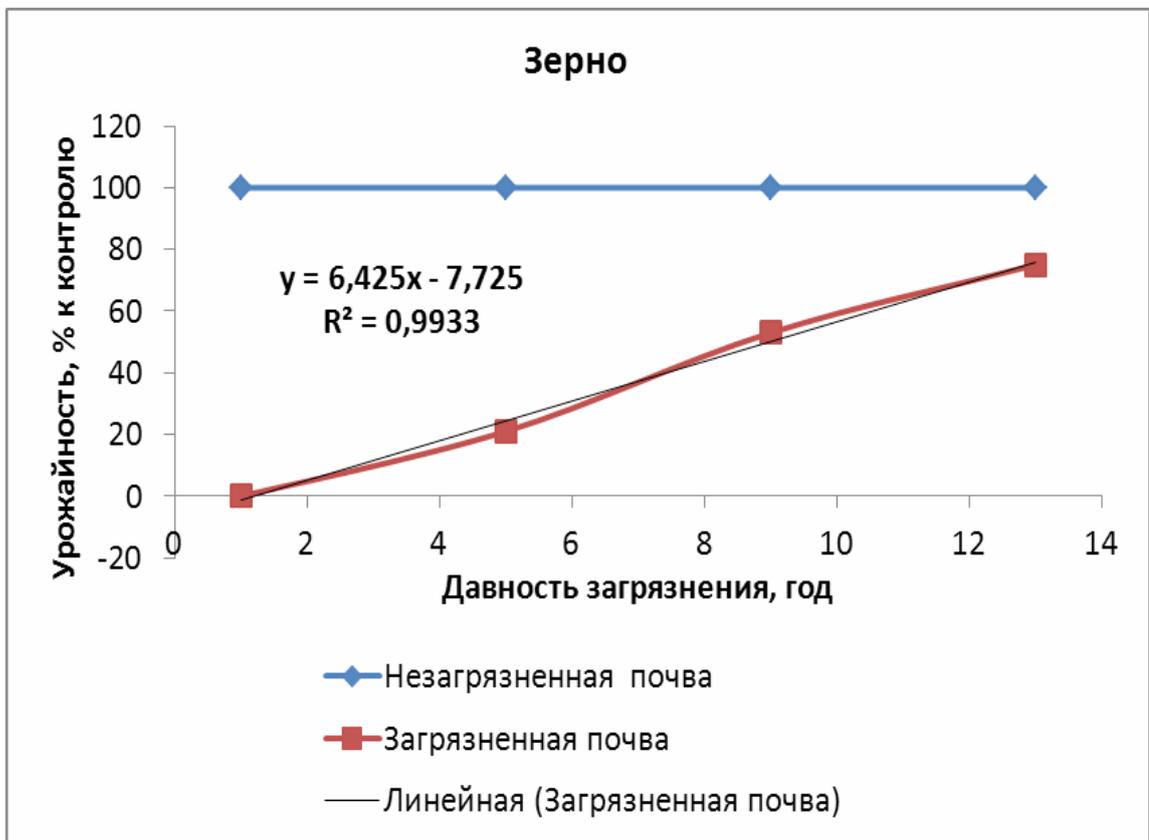


Рис. 10. Корреляция урожайности яровой пшеницы на нефтезагрязненной почве от давности загрязнения

Аналогичная картина наблюдается и в отношении урожаев соломы яровой пшеницы. Как видно, линия тренда в 2017 году вплотную приблизилась к контрольному уровню. Сравнивая две линии тренда и коэффициенты детерминации урожаев зерна и соломы от давности загрязнения почвы нефтью можно уверенно отметить то, что нефтяное загрязнение особенно большое негативное влияние оказывало на продуктивность генеративных органов, то есть на зерно, чем на солому.

Влияние однократного нефтяного загрязнения на урожайность надземной массы яровой пшеницы и соотношение «солома: зерно» яровой пшеницы по ротациям севооборота представлено в табл. 6.

Таблица 6

Влияние однократного нефтяного загрязнения на урожайность надземной массы яровой пшеницы и соотношение «солома: зерно» яровой пшеницы по ротациям севооборота

Почва	1-ая ротация (2005 г.)	2-ая ротация (2009 г.)	3-ая ротация (2013 г.)	4-ая ротация (2017 г.)
Урожайность надземной массы				
Незагрязненная(контроль)	<u>5,6</u> <b>100*</b>	<u>6,24</u> <b>100</b>	<u>4,01</u> <b>100</b>	<u>4,92</u> <b>100</b>
Нефтезагрязненная (исходная доза нефти 20 л/ м <sup>2</sup> )	<u>0</u> <b>0</b>	<u>1,73</u> <b>28</b>	<u>2,66</u> <b>66</b>	<u>4,01</u> <b>82</b>
Соотношение «солома: зерно»				
Незагрязненная(контроль)	1,16	<u>1,16</u> <b>100</b>	<u>1,08</u> <b>100</b>	<u>1,03</u> <b>100</b>
Нефтезагрязненная (исходная доза нефти 20 л/ м <sup>2</sup> )	-	<u>1,82</u> <b>157</b>	<u>1,51</u> <b>140</b>	<u>1,22</u> <b>118</b>

Прим.: \* - в процентах к уровню контроля.

Учет надземной массы яровой пшеницы, рассчитанная как сумма зерна и соломы, ещё раз явственно показывает, что серая лесная почва однократно загрязненная нефтью из расчета 20 л/м<sup>2</sup>, сохраняет фитотоксичность даже спустя 13 лет после загрязнения. В 2017 году надземная масса была на 18 % меньше контроля. Одновременно, эти же цифры указывают на постепенное самоочищение почвы без специальных приемов рекультивации.

Результаты исследования показывают влияние однократного нефтяного загрязнения на соотношение «солома: зерно» яровой пшеницы по ротациям севооборота. Во все годы наблюдения соотношения «солома: зерна» на нефтезагрязненной почве выше показателя незагрязненной почвы: 57 % в 2009 г., на – 40 % в 2013 г. и на 18 % в 2017 году. Это объясняется тем, что на загрязненной почве урожайность соломы угнетается в меньшей степени, чем урожайность зерна. Следовательно, по мере старения нефтяного загрязнения не только повышается продуктивность яровой пшеницы, и она приближается к уровню контроля, но и восстанавливается соотношение между генеративными и вегетативными органами. Так, если соотношение «солома: зерно» в 2009 году на загрязненной почве было в 1,57 раза больше контроля, то в 2017 году превышение над контролем было только в 1,22 раз.

### **3.2 Действие приемов рекультивации на урожайность яровой пшеницы**

Действие приемов рекультивации, которые используются в полевом опыте - рыхление почвы, внесения минеральных, известковых и органических удобрений, на урожайность зерна яровой пшеницы показано в табл. 7.

В результате исследований установлено, что на незагрязненной почве урожайность зерна составила 2,42 т/га, что следует считать неплохим результатом для относительно низкоплодородной серой лесной почвы. Данное обстоятельство было определено достаточно благоприятными

Влияние приемов рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы на урожайность зерна яровой пшеницы (2017 г.)

Варианты опыта	Урожайность	Прибавки зерна от, т/га			
		рыхл.	известь	НРК	биогумус
Незагрязненная почва (контроль)	$\frac{2,42}{100^*}$				
Нефтезагрязненная почва (НЗП)	$\frac{1,81}{75}$				
НЗП+Рыхление	$\frac{1,93}{80}$	0,12			
НЗП+Известь +Рыхление	$\frac{1,95}{81}$		0,02		
НЗП+Известь +Рыхление+НРК	$\frac{3,39}{140}$			1,44	
НЗП+Известь +Рыхление+Биогумус	$\frac{2,98}{123}$				1,03
НСР <sub>05</sub> (т/га)		0,12			

Прим.: \* - числитель – в т/га, знаменатель – в процентах к уровню контроля.

погодными условиями вегетационного периода.

Нефтяное загрязнение, произошедшее 13 лет тому назад, привело к снижению урожайности на 0,61 т/га или на 25 % по отношению к контролю.

Рыхление почвы обеспечило получение статистически значимой прибавки урожая (0,12 т/га).

Прибавка урожая зерна яровой пшеницы от известкования оказалась статистически недостоверной.

Главным рекультивирующим фактором, позволившим получить максимальную прибавку урожая, оказался внесение полного минерального удобрения. Данная прибавка урожая (1,44 т/га) в 12 раз больше прибавки от рыхления и составила 40 % к уровню контроля.

По сравнению с рыхлением почвы, внесение минеральных удобрений дала прибавку урожая зерна больше на 1,32 т/га.

По сравнению с полным минеральным удобрением, повышение урожайности зерна от биогумуса было относительно скромным. Как видно, от биогумуса урожайность выросла на 1,03 т/га, что в 1,4 раза меньше прибавки от полного минерального удобрения.

Влияние старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на урожайность соломы яровой пшеницы демонстрируется данными таблицы 8.

Урожайность соломы на нефтезагрязненной почве по отношению к уровню контроля снизилась на 12 %, что заметно меньше аналогичного снижения урожайности зерна (на 25 %), то есть фитотоксичность нефтяного загрязнения более заметно проявилась в продуктивности генеративных органов.

Рыхление и известкование загрязненной почвы, как в отдельности, так и в комплексе, не обнаружили статистически достоверного положительного действия на урожайность соломы.

Наибольшая прибавка урожайности соломы (1,59 т/га) получена от полного минерального удобрения, что составило 54 % к уровню урожайности на незагрязненной почве. Таким образом, действие минеральных удобрений на урожайность соломы было более заметным, чем на урожайность зерна. Прибавка урожая соломы от биогумуса равнялась 1,14 т/га, что в 1,4 раза меньше прибавки от полного минерального удобрения. Следовательно, повышение урожайности, как зерна, так и соломы яровой пшеницы от

Таблица 8

Влияние приемов рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы на урожайность соломы яровой пшеницы (2017 г.)

Варианты опыта	Урожайность	Прибавки соломы от, т/га			
		рыхл.	известь	НРК	биогумус
Незагрязненная почва (контроль)	$\frac{2,50^*}{100}$				
Нефтезагрязненная почва (НЗП)	$\frac{2,20}{88}$				
НЗП+Рыхление	$\frac{2,25}{90}$	0,05			
НЗП+Известь +Рыхление	$\frac{2,27}{91}$		0,02		
НЗП+Известь +Рыхление+НРК	$\frac{3,86}{154}$			1,59	
НЗП+Известь +Рыхление+ Биогумус	$\frac{3,41}{136}$				1,14
НСР <sub>05</sub>		0,15			

Прим.: \* числитель - в тоннах на гектар, знаменатель - в процентах к уровню контроля.

биогумуса существенно меньше роста урожайности от полного минерального удобрения.

Анализ данных по влиянию приемов рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы на структуры урожая яровой пшеницы показали, что снижение урожайности зерна обуславливалось ухудшением всех элементов

структуры урожая: числа растений и колосьев на единицу площади, числа зерен в колосе и массы 1000 зерен (табл. 9).

Таблица 9

Влияние приемов рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы на структуру урожая яровой пшеницы (2017 г.)

Варианты опыта	Число растений, шт./м <sup>2</sup>	Число колосьев, шт./м <sup>2</sup>	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Незагрязненная почва (контроль)	<u>344</u> <b>113*</b>	<u>351</u> <b>115</b>	<u>18,0</u> <b>105</b>	<u>38,3</u> <b>110</b>
Нефтезагрязненная почва (НЗП)	<u>304</u> <b>100</b>	<u>305</u> <b>100</b>	<u>17,1</u> <b>100</b>	<u>34,7</u> <b>100</b>
НЗП+Рыхление	<u>313</u> <b>103</b>	<u>313</u> <b>103</b>	<u>17,7</u> <b>104</b>	<u>34,8</u> <b>100</b>
НЗП+Известь +Рыхление	<u>311</u> <b>102</b>	<u>314</u> <b>103</b>	<u>17,8</u> <b>104</b>	<u>34,8</u> <b>100</b>
НЗП+Известь +Рыхление+ NPK	<u>347</u> <b>114</b>	<u>368</u> <b>121</b>	<u>22,3</u> <b>130</b>	<u>41,3</u> <b>119</b>
НЗП+Известь+ Рыхление+Биогумус	<u>334</u> <b>110</b>	<u>344</u> <b>113</b>	<u>21,4</u> <b>125</b>	<u>40,5</u> <b>117</b>

Прим.: \* - числитель – абсолютные значения, знаменатель – в процентах к контролю.

В наибольшей степени, в 1,13-1,15 раза по отношению к контролю, снизилось число растений и колосьев на единицу площади. Нефтяное загрязнение заметно (в 1,10 раза по отношению к контролю) снизило массу 1000 зерен. В наименьшей степени (в 1,05 раза по отношению к контролю) уменьшилось число зерен в колосе.

Рыхление и известкование почвы не повлияли на массу 1000 зерен, и некоторое повышение урожайности от рыхления было обусловлено ростом числа зерен в колосе и числа растений на единицу площади.

Повышение урожайности от полного минерального удобрения определялось, в первую очередь, увеличением числа зерен в колосе и числом колосьев на единицу площади, соответственно в 1,30 и 1,21 раза по отношению к контролю.

Рост урожайности пшеницы от биогумуса в первую очередь обуславливался также увеличением числа зерен в колосе (в 1,25 раза по отношению к контролю), однако вторым фактором, оказавшим существенное влияние на урожайность, оказалось повышение массы 1000 зерен (в 1,17 раза по отношению к контролю).

### **3.3 Влияние старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на содержание основных макроэлементов в урожае яровой пшеницы**

При оценке действия тех или иных факторов на сельскохозяйственные культуры важно знать не только изменение урожайности, структуры урожая, но и химического состава урожая. В агрохимических исследованиях, прежде всего, возникает необходимость определения содержания в растениях главных, абсолютно необходимых макроэлементов – азота, фосфора и калия. Информация о содержании этих элементов в урожае, в первую очередь, необходима для установления важнейших агрохимических показателей: нормативного, хозяйственного и биологического выносов. Кроме того, химический состав урожая необходим для оценки качества урожая.

Содержание общего азота, фосфора и калия на абсолютно сухой вес в зерна яровой пшеницы по вариантам опыта в 2017 году приведено в табл. 10

Влияние старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на содержание основных макроэлементов в зерне яровой пшеницы в 2017 г.

Варианты опыта	Содержание*, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Незагрязненная почва (контроль)	2,24	0,87	0,70
Нефтезагрязненная почва (НЗП)	2,30	0,89	0,74
НЗП+Рыхление	2,28	0,88	0,72
НЗП+Известь +Рыхление	2,28	0,87	0,72
НЗП+Известь +Рыхление+НРК	2,37	0,89	0,73
НЗП+Известь+ Рыхление+Биогумус	2,34	0,87	0,72

Прим.: \* - на абсолютно сухой вес.

На незагрязненной почве содержание общего азота, фосфора и калия в зерне равнялось соответственно 2,24; 0,87 и 0,70 %. Как видим, содержание азота в зерне в 2,6 и 3,2 раза выше, чем фосфора и калия.

Вопреки ожиданиям, под влиянием старого нефтяного загрязнения содержание азота, фосфора и калия в зерне не снижалось, наоборот, имелась тенденция некоторого повышения. Видимо, темпы накопления органических веществ под влиянием нефтяного загрязнения угнетались сильнее, чем темпы поступления в растения указанных питательных элементов.

Рыхление и известкование нефтезагрязненной почвы на содержание в зерне азота, фосфора и калия оказали слабое влияние, но, все же обнаружилась тенденция снижения их концентрации на 0,01-0,02 %. Это явление, возможно, связано так называемым «эффектом разбавления», то есть тем, что повышение урожая этими приемами без внесения NPK, как раз и приводит к снижению концентрации основных макроэлементов. Эта версия, в какой-то мере подтверждается изменениями химического состава зерна под влиянием минеральных и органических удобрений.

Внесение полного минерального удобрения увеличило, по отношению к варианту «НЗП+ Известь +Рыхление», содержание общего азота в зерне на 0,09 %, фосфора – 0,02 % и калия – 0,01 %. Как видим, повышение в зерне яровой пшеницы питательных веществ от NPK рельефнее проявилось в отношении содержания общего азота.

Внесение биогумуса на фоне рыхления и известкования привело к повышению содержания в зерне только азота, причем это повышение (0,06 %) меньше, чем повышение от минеральных удобрений (0,09 %).

Следовательно, содержание общего азота, фосфора и калия в зерне яровой пшеницы под действием старого нефтяного загрязнения имело тенденцию к повышению (по отношению к контролю). Приемы рекультивации, такие как рыхление и известкование, действовали в противоположном направлении, то есть снизили процентное всех трех элементов. Внесение полного минерального удобрения на старозагрязненную почву существенным образом повысило не только урожайность (см. табл. 7), но и содержание основных макроэлементов. Замена минеральных удобрений биогумусом способствовала повышению в зерне только общего азота, хотя при этом повышение урожайности яровой пшеницы было вполне приличным.

Рассмотрим влияние старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на содержание основных макроэлементов (NPK) в соломе яровой пшеницы (табл. 11).

Таблица 11

Влияние старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на содержание основных макроэлементов в соломе яровой пшеницы в 2017 г.

Варианты опыта	Содержание*, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Незагрязненная почва (контроль)	0,44	0,17	0,96
Нефтезагрязненная почва (НЗП)	0,44	0,18	0,98
НЗП+Рыхление	0,43	0,17	0,96
НЗП+Известь +Рыхление	0,43	0,17	0,95
НЗП+Известь +Рыхление+НРК	0,51	0,18	0,97
НЗП+Известь+ Рыхление+Биогумус	0,46	0,17	0,96

Прим.: \* - на абсолютно сухой вес.

Самое низкое содержание азота (0,43 %) в соломе яровой пшеницы было на вариантах «рыхление» и «рыхление + известкование». Чуть выше содержание азота в соломе на незагрязненной и загрязненной (нерекультивируемой) почвах. Самое высокое содержание азота в соломе яровой пшеницы также было на варианте с применением минеральных удобрений и составило 0,51 %, что на 0,07 % выше контроля и на 0,05 % - выше биогумуса.

Достаточно стабильными были данные по фосфору. На вариантах «рыхление», «рыхление + известкование» и при внесении биогумуса содержание фосфора было как на незагрязненной почве 0,17 % . Применение минеральных удобрений способствовало увеличению содержания фосфора в

соломе и составило 0,18 %, такие же данные наблюдались и на нефтезагрязненной почве.

Нефтяное загрязнение увеличило содержание калия в соломе яровой пшеницы до 0,98 %. Приемы рекультивации такие, как рыхление и внесения биогумуса не оказали какого-либо позитивного действия, данные были одинаковыми, как на незагрязненной почве и составили 0,96 %. Самое низкое содержание калия в соломе было на варианте «рыхление + известкование». Внесение минеральных удобрений также незначительно увеличили содержания калия в соломе.

Таким образом, под влиянием старого нефтяного загрязнения содержание азота, фосфора и калия в растениях яровой пшеницы не снижалось, наоборот, имелась тенденция некоторого повышения. Приемы рекультивации на содержание в растениях NPK действовали в противоположных направлениях: если рыхление и известкование его снижали, то минеральные удобрения и, в меньшей степени, биогумус - повышали.

### **3.4 Действие старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на хозяйственный вынос, КИП, КИУ основных макроэлементов яровой пшеницей**

Хозяйственный вынос – количество того или иного вещества, отчуждаемого с единицы земельной площади с основной и побочной продукцией сельскохозяйственной культуры. В отличие от биологического выноса хозяйственный вынос не включает вещества, остающиеся на поле в составе корневых и пожнивных остатков. Хозяйственный вынос является основополагающим нормативным показателем, необходимым для определения норм удобрений [Ягодин и др., 2003; Минеев, 2004]. Величина хозяйственного выноса устанавливается исходя из урожайности основной и

побочной продукции, процентного содержания в них влаги и искомого вещества.

Данные таблицы 12 демонстрируют влияние нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на хозяйственный вынос основных питательных элементов яровой пшеницей в 2017 г. Вынос азота, фосфора и калия зерном рассчитан при влажности зерна 14 %, соломы – 17 %.

Несмотря на то, что старое нефтяное загрязнение сопровождалось со слабым повышением концентрации изученных элементов в зерне и соломе, хозяйственные выносы на загрязненных почвах весьма существенно уменьшились. На контрольной (незагрязненной) почве хозяйственные выносы азота, фосфора и калия яровой пшеницей соответственно равнялись 55,7; 21,6 и 34,5 кг/га. На нефтезагрязненной почве эти показатели составили 43,8; 17,2 и 29,4 кг/га, то есть уменьшились, по сравнению с контрольным уровнем, соответственно в 1,27; 1,26 и 1,17 раз, что было обусловлено снижением урожаев, как зерна, так и соломы яровой пшеницы.

На всех вариантах опыта яровая пшеница больше всего выносит азота. Например, хозяйственный вынос азота на нефтезагрязненной почве в 1,49 и 2,55 раза больше, чем калия и фосфора. Сравнивая размеры выносов зерном и соломой можно указать, что большая часть азота и фосфора выносятся в составе зерна, а калий – в составе соломы.

Рыхление почвы, а также рыхление в сочетании с известкованием привели к повышению хозяйственных выносов всех элементов, но они оказались не большими. Так, в варианте «Рыхление + известкование» хозяйственные выносы азота, фосфора и калия увеличились, по сравнению с вариантом без рекультивации, на 2,5 кг/га (азот) и 0,6 кг/га (фосфор, калий).

Наибольший вынос основных макроэлементов наблюдалось на варианте с применением минеральных удобрений 85,4 кг/га – азота, 31,7 кг/га – фосфора, 52,4 кг/га – калия.

Действие старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации серой лесной почвы на хозяйственный вынос основных питательных элементов яровой пшеницей в 2017 г.

Варианты опыта	Вынос, кг/га		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Вынос зерном			
Незагрязненная почва (контроль)	46,6	18,1	14,6
Нефтезагрязненная почва (НЗП)	35,8	13,9	11,5
НЗП+Рыхление	37,8	14,6	11,9
НЗП+Известь +Рыхление	38,2	14,6	12,1
НЗП+Известь +Рыхление+ NPK	69,1	25,9	21,3
НЗП+Известь+ Рыхление+Биогумус	60,0	22,3	18,5
Вынос соломой			
Незагрязненная почва (контроль)	9,1	3,5	19,9
Нефтезагрязненная почва (НЗП)	8,0	3,3	17,9
НЗП+Рыхление	8,0	3,2	17,9
НЗП+Известь +Рыхление	8,1	3,2	17,9
НЗП+Известь +Рыхление+ NPK	16,3	5,8	31,1
НЗП+Известь+ Рыхление+Биогумус	13,0	4,8	27,2
Хозяйственный вынос			
Незагрязненная почва (контроль)	55,7	21,6	34,5
Нефтезагрязненная почва (НЗП)	43,8	17,2	29,4
НЗП+Рыхление	45,8	17,8	29,8
НЗП+Известь +Рыхление	46,3	17,8	30,0
НЗП+Известь +Рыхление+ NPK	85,4	31,7	52,4
НЗП+Известь+ Рыхление+Биогумус	73,0	27,1	45,7

По сравнению с контролем вынос азота больше на 29,7 кг/га, вынос фосфора на 10,1 кг/га, вынос калия на 17,9 кг/га. Вариант с внесением биогумуса немного уступает варианту с внесением минеральных удобрений азота на 12,4 кг/га меньше, фосфора на 4,6 кг/га и калия – 6,7 кг/га.

Важными агрохимическими показателями, используемыми для расчета норм удобрений, представляются коэффициенты использования питательных элементов сельскохозяйственными культурами их почвы (КИП) и из удобрений (КИУ).

Коэффициент использования элемента питания из почвы (КИП) - отношение размера биологического или хозяйственного выноса того или иного элемента пищи к его количеству в почве в доступной форме. Другими словами, КИП показывает долю содержащихся в пахотном слое почвы запасов питательного элемента, использованного растениями для создания урожая. КИП выражается в долях от единицы или в процентах.

Коэффициент использования питательного вещества удобрений (КИУ) - отношение количества питательного вещества (элемента), усвоенного урожаем из удобрения к его общему количеству, внесенному в почву. КИУ измеряется в тех же единицах, что и КИП.

Изменение этих показателей под действием старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации демонстрируется данными таблицы 13. Почва опытного участка в пахотном слое содержала 66 кг/га минерального азота, рассчитанного по рекомендациям М.Ю. Гилязова (1996), подвижных форм фосфора и калия соответственно 369 и 378 кг/га.

В 2017 году коэффициенты использования подвижных форм азота, фосфора и калия контрольной (незагрязненной) почвы растениями яровой пшеницы составили: минерального азота - 0,844, подвижных форм фосфора - 0,0588 и калия - 0,091.

Таблица 13

Действие старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на коэффициенты использования азота, фосфора и калия яровой пшеницей из почвы и минеральных удобрений

Варианты опыта	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Из почвы*			

Незагрязненная почва (контроль)	$\frac{0,844}{100}$	$\frac{0,058}{100}$	$\frac{0,091}{100}$
Нефтезагрязненная почва (НЗП)	$\frac{0,664}{79^{**}}$	$\frac{0,047}{81}$	$\frac{0,078}{86}$
НЗП+Рыхление	$\frac{0,694}{82}$	$\frac{0,048}{83}$	$\frac{0,079}{87}$
НЗП+Известь +Рыхление	$\frac{0,702}{83}$	$\frac{0,048}{83}$	$\frac{0,079}{87}$
Из минеральных удобрений***			
НЗП+Известь +Рыхление+ NPK	0,477	0,273	0,431

Прим.: \* - запасы подвижных форм азота, фосфора и калия в пахотном слое почвы соответственно равны 66, 369 и 378 кг/га;

\*\* - в процентах к уровню контроля;

\*\*\* - нормы внесения азота, фосфора и калия в составе минеральных удобрений соответственно равны 82, 51 и 52 кг д.в./га.

Напомним, что при расчете норм минеральных удобрений коэффициенты использования минерального азота, подвижных форм фосфора и калия из почвы яровой пшеницей были взяты, согласно зональным рекомендациям [Гилязов, 2011; Давлятшин и др., 2013], равными соответственно 0,85; 0,07 и 0,13 (см. таблицу 3).

Как видно, коэффициент использования минерального азота яровой пшеницей в условиях данного эксперимента (0,844) практически совпал с ожидаемым (КИП=0,85). Фактические коэффициенты использования подвижных форм фосфора и калия из контрольной почвы оказались ниже справочных данных соответственно в 1,19 и 1,43 раза. Без приемов рекультивации на нефтезагрязненной почве коэффициенты использования подвижных форм NPK снизились и составили к уровню контроля 79 % (азот), 81 % (фосфор) и 86 % (калий). Как видим, из нефтезагрязненной почве хуже всего использовался яровой пшеницей минеральный азот.

Рыхление и известкование нефтезагрязненной почвы на коэффициенты использования питательных веществ яровой пшеницей повлияли

положительно, но в небольших пределах: от одного (подвижный калий) до трех (минеральный азот) относительных процента.

Коэффициенты использования питательных веществ минеральных удобрений, внесенных в загрязненную почву на фоне рыхления и известкования, составили: азота – 0,477; фосфора – 0,273 и калия – 0,431. Эти величины заметно отличаются от справочных значений, взятых для расчета норм минеральных удобрений для получения запланированной урожайности (см. табл. 3). Например, коэффициент использования фосфора в нашем эксперименте (0,273) оказался выше справочных (0,20) в 1,36 раза. В то же время фактические значения коэффициентов использования азота (0,477) и калия (0,431) из удобрений оказались ниже справочных (N - 0,60 и K<sub>2</sub>O - 0,50) в 1,26 и 1,16 раза. К сожалению, имеющиеся в нашем распоряжении данные не позволяют утверждать, что старое нефтяное загрязнение улучшает использование из минеральных удобрений фосфора, так как в схеме опыта не было варианта внесения минеральных удобрений на незагрязненную почву. Мы, по материалам данного эксперимента, можем лишь отметить, что старое нефтяное загрязнение снизило коэффициенты использования из почвы подвижных форм азота, фосфора и калия, по отношению к контролю, соответственно в 1,27; 1,23 и 1,16 раза.

### **3.5 Нефтяное загрязнение почвы и содержание гомологов бенз(а)пирена в урожае яровой пшеницы**

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются сильными химическими канцерогенами, то есть веществами вызывающими злокачественные опухоли. Они состоят из трех или более конденсированных ароматических колец, кольца могут располагаться по прямой линии или под

углом или в виде кластерных соединений [Максимова, 2014]. Полициклические ароматические углеводороды - органические соединения, возникают вследствие неполного сгорания нефти и нефтепродуктов. К опасным, по определению Американского агентства охраны среды, относят шестнадцать ПАУ, из которых в Европе чаще всего встречаются: бенз(а)пирен, флуорантен, бензофлуорантен (b, k, g, h, i), индено[1,2,3-с,d]пирен [Мажайский, Желязко 2003, Мажайский 2008].

Определение гомологов бенз(а)пирена было проведено в ФГБУ Татарской межрегиональной ветеринарной лаборатории. Качественное определение гомологов бенз(а)пирена проводилось на ГХ МАЭСТРО 7820А с масс – детектором 5977. Количественное определение гомологов бенз(а)пирена проводилось на ВЭЖХ Agilent 1200 Series, детектор – флуориметрический; скорость потока – 1мл/мин; подвижная фаза – ацетонитрил : бидистиллированная вода (80:20); длина волны возбуждения 380 нм и длина волны эмиссии 405 нм.

Из-за финансовых затруднений не удалось установить абсолютные значения содержания обнаруженных гомологов бенз(а)пирена, поэтому содержание их дано в условных единицах, исходя из высоты линий в диаграммах (рис. 11-13). В качестве одной условной единицы брали содержание того или иного вещества в незагрязненной почве.

По результатам наших исследований выявлено присутствие в зерне яровой пшеницы пять гомологов бенз(а)пирена: хризен, 5 – метилхризен, дибензо(а,h)антрацен, индено[1,2,3-с,d]пирен, бензо[g,h,i]перилен.

Для оценки опасности канцерогенных веществ, чаще всего, используется так называемый показатель «канцерогенный потенциал». Канцерогенный потенциал – мера дополнительного индивидуального риска

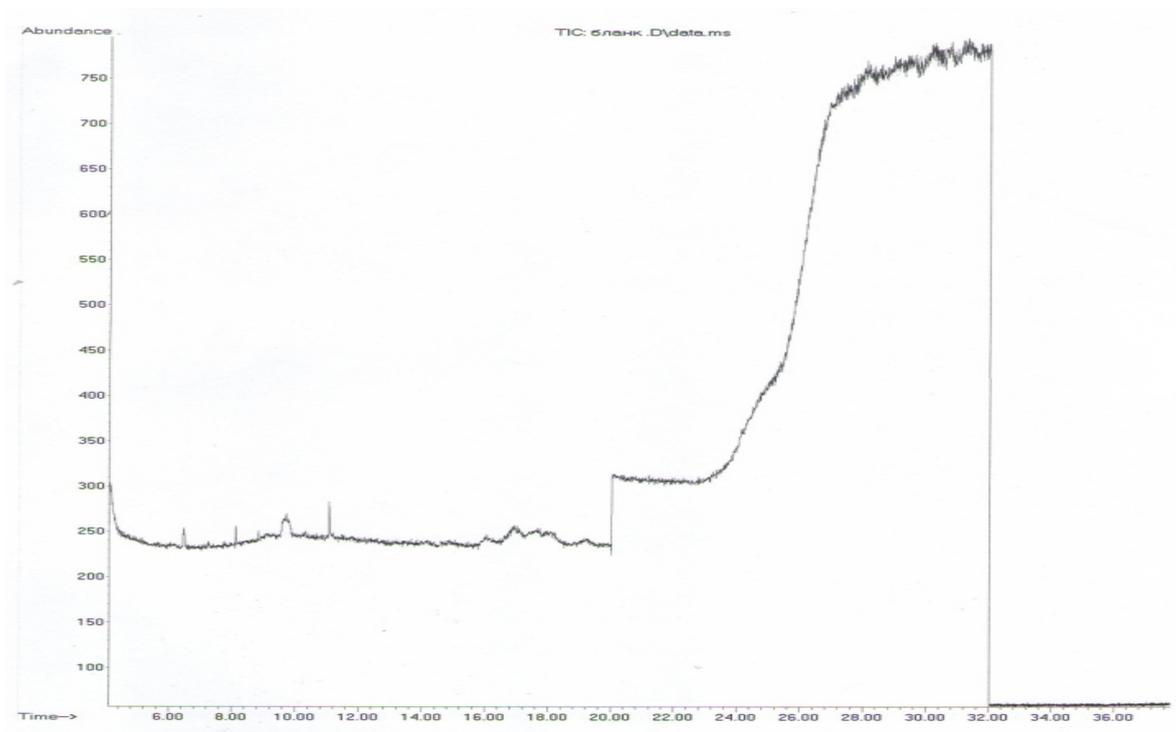


Рис. 11. Диаграмма содержания гомологов бенз(а)пирена в зерне яровой пшеницы, выращенной на незагрязненной почве

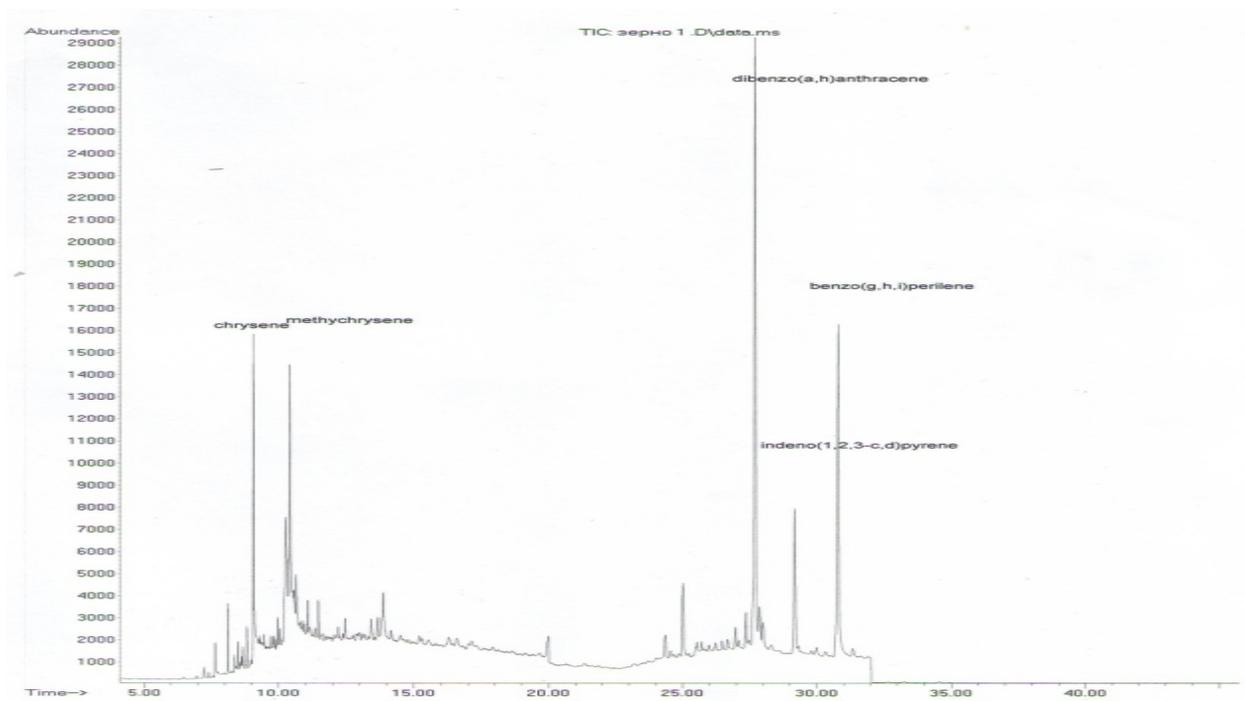


Рис. 12. Диаграмма содержания гомологов бенз(а)пирена в зерне яровой пшеницы, выращенной на среднезагрязненной почве (доза нефти 20 л/м<sup>2</sup>)

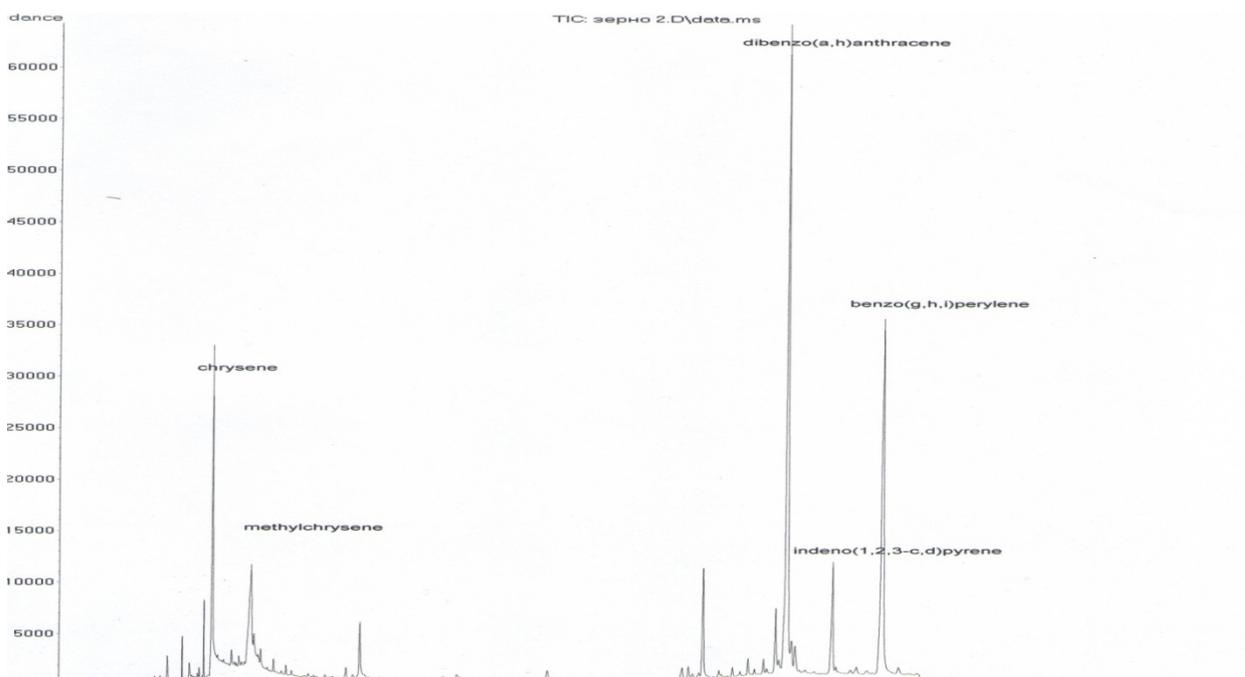


Рис. 13. Диаграмма содержания гомологов бенз(а)пирена в зерне яровой пшеницы, выращенной на сильнозагрязненной почве (доза нефти 40 л/м<sup>2</sup>)

или степени увеличения вероятности развития рака при воздействии канцерогена. Он определяется как верхняя доверительная граница наклона зависимости «доза – ответ» в нижней линейной части кривой [Р 2.1.10.1920-04: Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду].

Среди них наиболее высоким канцерогенным потенциалом обладают два соединения: 5 – метилхризен и дибензо(а,h)антрацен (таблица 14). Эти два вещества по канцерогенному потенциалу приравниваются к самому известному канцерогену - бенз(а)пирену.

Обнаружилась тесная зависимость между дозами однократного нефтяного загрязнения нефтью серой лесной почвы и содержанием гомологов бенз(а)пирена. Например, если при дозе нефти 20 л/м<sup>2</sup>

Канцерогенный потенциал веществ, обнаруженных в зерне яровой пшеницы

Вещество	Канцерогенный потенциал	Источник информации
Хризен	+	С.С. Юфит, Институт Органической Химии им.Н.Д.Зелинского, Handbook of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Inc. N.Y. Basel, 1983
Метилхризен-1 (устар.) 5 - Метилхризен	+++	
Дибензо(а,һ)антрацен	+++	
Индено[1,2,3-с,d]пирен	+	
Бензо[g,һ,i]перилен	0	
Бензо(а)пирен	+++	
3-Метилхризен	+	
5- Метилхризен	+++	
Бенз(а)пирен*	+++	

Прим.: \* - не обнаружено.

содержание в зерне дибензо(а,һ)антрацена увеличилось почти в 40 раз, а в случае загрязнения почвы дозой 40 л/м<sup>2</sup> – 87 раз по сравнению с контрольным уровнем (незагрязненная почва). Несколько в меньшей степени коррелировало от доз нефти содержание в зерне пшеницы другого вещества - индено[1,2,3-с,d]пирен: если одинарная доза нефти (20 л/м<sup>2</sup>) увеличила его содержание в 10 раз, то двойная доза (40 л/м<sup>2</sup>) – 15 раз.

В целом, данные по содержанию гомологов бенз(а)пирена в зерне яровой пшеницы показывают, что, несмотря на существенное снижение фитотоксичности нефтезагрязненных почв, о чем свидетельствует постепенное повышение урожайности и приближение её к контрольному уровню, загрязнение урожая токсичными, в частности опасными канцерогенами веществами, сохраняется, что требует дальнейших исследований.

### **3.6 Влияние приемов рекультивации старозагрязненной серой лесной почвы на экономическую эффективность возделывания яровой пшеницы**

Главной целью современного земледелия, как отрасли сельскохозяйственного производства, является повышение рентабельности и конкурентоспособности, то есть получение прибыли. После восстановления продуктивности и хозяйственной ценности, нарушенных и загрязненных земель, снижения в них содержания нефтепродуктов и других токсичных веществ до безопасного уровня, в будущем будут использоваться для сельскохозяйственных целей, которые должны приносить прибыль [Степанова, 2012]. Поэтому чтобы понять рентабельность рекультивационных работ необходимо вычислить экономическую эффективность приемов рекультивации.

Стоимость продукции определялась исходя из средней закупочной цены яровой пшеницы – 6000 рублей за 1 тонну зерна. На незагрязненной почве (контроль) с каждого гектара была получена продукция на сумму 14520 рублей (урожайность зерна яровой пшеницы – 2,42 т/га). На нефтезагрязненной почве продукция получена на сумму 10860 рубля с га (урожайность – 1,81 т/га).

Общие затраты на возделывание яровой пшеницы рассчитаны по технологическим картам. Минимальные общие затраты, равные 11710 руб./га, были затрачены на нефтезагрязненной почве, где яровая пшеница возделывалась без каких-либо приемов рекультивации. Применение приемов рекультивации отразилось существенным увеличением затрат на возделывание. Особенно высокие затраты потребовало применение полного минерального удобрения и составило 19690 руб./га. Относительно небольшими оказались затраты на рыхление почвы и известкование. Это связано тем, что в 2017 году известняковая мука не вносилась.

Таблица 15

Экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы на зерно от приемов рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы (2017 г.)

Показатели	Варианты опыта					
	Незагрязненн ая почва (контроль)	Нефте- загрязненная почва (НЗП)	НЗП+ рыхление	НЗП + рыхление + известь	НЗП +рыхление + известь + NPK	НЗП +рыхление + известь + биогумус
Урожайность зерна, т/га	2,42	1,81	1,93	1,95	3,39	2,98
Стоимость зерна*, руб./га	14520	10860	11580	11700	20340	17880
Общие затраты**, руб./га	11955	11710	12051	12477	19690	17590
Условная прибыль, руб./га	2565	-850	-471	-777	650	290
Уровень рентабельности, %	21,4	-7,3	-3,9	-6,2	3,3	1,6
Себестоимость зерна, руб./т	4940	6469	6244	6398	5808	5903

Прим.: \* - цена реализации зерна 6000 руб.; \*\* - затраты рассчитаны по технологическим картам.

На незагрязненной почве производство яровой пшеницы оказалось экономически выгодным, так как обеспечило с каждого гектара 2565 руб./га прибыли при уровне рентабельности 21,4 %.

Возделывание яровой пшеницы на нефтезагрязненной серой лесной почве оказалось экономически не эффективным. Уровень убыточности на нефтезагрязненной почве составила 7,3 %. Полученная от рыхления прибавка не смогла покрыть затраты на этот прием рекультивации, так же как и при известковании. Убыточность возделывания яровой пшеницы по вариантам рекультивации «рыхление», «рыхление + известь» соответственно равнялась 3,9 и 6,2 %. А при применения минерального удобрения на фоне рыхления и известкования и биогумуса на фоне рыхления и известкования смогли вывести уровень рентабельности в положительную сторону, и составило 3,3 и 1,6 %.

Другим важным экономическим показателем, свидетельствующим об эффективности того или иного приема, является себестоимость продукции. Как видно, старое нефтяное загрязнение повысила себестоимость продукции в 1,31 раза. Приемы рекультивации привели к снижению себестоимости зерна. На рекультивируемых почвах наиболее дешевое зерно получено по варианту «НЗП+ рыхление+ известь+ NPK».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Негативное влияние однократного нефтяного загрязнения серой лесной почвы из расчета 20 л/м<sup>2</sup> проявилось в течение 13 лет. В то же время обнаружилось постепенное снижение фитотоксичности нефтезагрязненной почвы, о чем красноречиво свидетельствует факт постепенного повышения урожайности зерна и приближения её к уровню контроля.

2. Установлена тесная положительная зависимость урожайности зерна ( $R^2=0,99$ ) и соломы ( $R^2=0,95$ ) яровой пшеницы от давности однократного нефтяного загрязнения почвы.

3. Главным рекультивирующим фактором, позволившим получить на старозагрязненной почве максимальную прибавку урожая, оказался внесение полного минерального удобрения. Прибавка урожая зерна от полного минерального удобрения (1,44 т/га) в 1,4 раза больше прибавки от биогумуса (1,03 т/га) и 12 раз больше прибавки от рыхления (0,12 т/га). Повышение урожайности от полного минерального удобрения обуславливалось, в первую очередь, увеличением числа зерен в колосе и числом колосьев на единицу площади

4. Под влиянием старого нефтяного загрязнения содержание азота, фосфора и калия в растениях не снижалось, наоборот, имелась тенденция некоторого повышения. Приемы рекультивации на содержание в растениях NPK действовали в противоположных направлениях: если рыхление и известкование его снижали, то минеральные удобрения и, в меньшей степени, биогумус - повышали.

5. Несмотря на то, что старое нефтяное загрязнение сопровождалось со слабым повышением концентрации изученных элементов в зерне и соломе яровой пшеницы, хозяйственные выносы азота, фосфора и калия на загрязненных почвах весьма существенно уменьшились.

6. Испытанные приемы рекультивации увеличили хозяйственный вынос всех элементов. Максимальный вынос основных макроэлементов наблюдался на варианте с применением минеральных удобрений, благодаря повышению, как урожайности, так и процентного содержания NPK в урожае.

7. Старое нефтяное загрязнение снизило коэффициенты использования из серой лесной почвы подвижных форм азота, фосфора и калия, по отношению к контролю, соответственно в 1,27; 1,23 и 1,16 раза.

8. Несмотря на существенное снижение фитотоксичности нефтезагрязненных почв, о чем свидетельствует постепенное повышение урожайности яровой пшеницы и приближение её к контрольному уровню, загрязнение урожая токсичными, в частности опасными канцерогенами веществами, сохраняется.

9. Возделывание яровой пшеницы на старозагрязненной серой лесной почве оказалось экономически убыточным. Убыточным оставалось возделывание яровой пшеницы и при рекультивации нефтезагрязненной почвы известкованием и рыхлением. Лишь при внесении минеральных удобрений или биогумуса, на фоне рыхления и известкования, возделывание пшеницы стало экономически оправданным.

### **Рекомендация производству**

В качестве основных приемов рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы рекомендуется внесение полной нормы минеральных удобрений, рыхление пахотного слоя и известкование. Замена полного минерального удобрения биогумусом возможна, хотя она снижает экономическую эффективность возделывания яровой пшеницы.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абросимов, А. А. Экология переработки углеводородных систем / Под ред. М. Ю. Долomatова, Э. Г. Теляшева.- М.: Химия, 2002.- 608 с.
2. Андреева, Т. А. Интегральная оценка воздействия нефтяного загрязнения на параметры химического и биологического состояния почв таежной зоны Западной Сибири : автореф. дис. канд. биол. наук : 03.00.27 / Андреева Татьяна Анатольевна. – Томск, 2005. – 15 с
3. Андресон, Р. К. Изучение факторов, влияющих на биоразложение нефти в почве / Р.К. Андресон, Л.А. Пропадающая // Коррозия и защита в нефтегазодобывающей промышленности.- М., 1979.- №3.- С. 30-32.
4. Афанасьев, Р. А. Пригодность почв загрязненных нефтью, для сельскохозяйственного использования / Р.А. Афанасьев, Г.Е. Мерзлая // Плодородие. – 2006. – № 3. – С. 33-34.
5. Васильев, А.В. Экологический мониторинг загрязнения почвы нефтесодержащими отходами / А.В. Васильев, Д.Е. Быков, А.А. Пименов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015 г. - № 4. – 269-272 с.
6. Бондалетова, Л. И. Промышленная экология : учеб. пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 247 с.
7. Вержбицкий, В. В. Охрана окружающей среды в нефтегазовом деле: учебное пособие / В. В. Вержбицкий, И.И. Андрианов, М.Д. Полтавская. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. – 97 с.
8. Водопьянов, В. В. Фитотоксичность нефтезагрязненных почв (математическое моделирование) / В.В. Водопьянов, Н. А. Киреева, Е.М. Тарасенко // Агрехимия. – 2004. - №10. – С.73-77
9. Воеводина, Т.С. Влияние нефти на химические свойства чернозема обыкновенного южного предуралья / Т.С. Воеводина , А.М. Русанов, А.В.

Васильченко // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015 г. - №10. – 157-160 с.

10. Гилязов, М.Ю. Агрономическая химия : Методические указания / М.Ю. Гилязов // Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2011. – 96 С.

11. Гилязов, М. Ю. Изменение некоторых агрохимических свойств выщелоченного чернозема при загрязнении его нефтью / М.Ю. Гилязов // Агрохимия. – 1980. – № 12. – С. 73-75.

12. Гилязов, М.Ю. Методические указания к выполнению лабораторно – практических занятий по агрохимии для студентов агрономического факультета / М.Ю. Гилязов, А.С. Билалова.- Казань: Изд-во КГСХА, 1996. – 107 с.

13. Глаголевой, О. Ф. Технология переработки нефти. В 2- х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти / Под ред. О.Ф. Глаголевой и В.М. Капустина. – М.: Химия, КолосС, 2006. – 400с.: ил.- (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений)

14. Глазовская, М. А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям / М.А. Глазовская. - М., 1997. С. 102 , С. 164

15. Гольдберг, В. М., Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия / В.М. Гольдберг, В.П. Зверев, А.И. Арбузов. - М. : Наука, 2001. 125 с.

16. Гусев, А. П. Фитоиндикационная оценка качества рекультивации земель, нарушенных при бурении скважин / А.П. Гусев // Экология и промышленность России. – 2008. - №1. – С. 39-41

17. Давлятшин, И.Д. Справочник агрохимика Республики Татарстан / И.Д. Давлятшин, М.Ю. Гилязов, А.А. Лукманов и др. - Казань: ИД МеДДоК, 2013. – 300 с.

18. Давыдова, С. Л. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов : Учеб. пособие. - М.: Изд-во РУДН, 2004. - 163 с: ил.

19. Денисов, В. В. Промышленная экология: учебное пособие / под ред. В.В.Денисова. – Ростов н/Д: Феникс; М: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2009. – 720 с.

20. Денисов, Е. П., Курс лекций по дисциплине «Мелиорация, рекультивация и охрана земель» для аспирантов направления подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство». / Сост.: Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, Н.П. Молчанова.// Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». 2014. 57 с.

21. Денисова, В. В. Экология города: учебное пособие / под ред. проф. В. В. Денисова. – М. : ИКЦ «МарТ», ростов н/Д : Издательский центр «МарТ», 2008. – 832 с.

22. Джамбетова, П. М. Влияние уровня загрязненности почв нефтепродуктами на мутабельность дикорастущей флоры // Тр. межд. биотехнологического центра МГУ: Биотехнология — охране окружающей среды. — М.: Спорт и культура. — С. 41–44. экологическая генетика ТОМ III №4 2005

23. Добровольский, Г. В. Деграция и охрана почв / Под общей ред. Акад РАН Г.В. Добровольского. М.:Изд-во МГУ, 2002. – С. 362-363, С. 429, С. 430

24. Другов, Ю. С. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов / Ю.С. Другов, А.А. Родин – С. – Пб., 2000 – 250с - С. 18, С. 155

25. Зволинский, В. П. Влияние нефти и нефтепродуктов на свойства почв и почвенные микроорганизмы / В.П. Зволинский, Е.К. Батовская, Н.А. Черных // Агрехимический вестник. – 2005. - № 2. – С. 22-25.

26. Зильберман, М. В. Биотестирование почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами./ М.В. Зильберман, Е.А. Порошина, Е.В. Зырянова – ФГУ УралНИИ «Экология», Пермь, 2005. – 111 с.

27. Иларионов, С. А. Экологические аспекты восстановления нефтезагрязненных почв / С.А. Иларионов. - Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 194 с.

28. Исмаилов, Н.И. Современное состояние методов рекультивации нефтезагрязненных земель / Н.И. Исмаилов, Ю.И. Пиковский // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. - М.: Наука, 1988.- С. 222-236.

29. Киреева, Н. А. О возможности биотестирования нефтезагрязненной и рекультивируемой по выживаемости коллембол (Collembolla) / Н. А. Киреева, Г. М. Ханисламова, Е. М. Тарасенко // Экология. – 2005. - №5. –С. 397-400.

30. Киреева, Н. А. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: материалы Междунар. науч. конф., Екатеринбург, 4—8 июня 2007 г. — Екатеринбург статья Биоремедиация нефтезагрязненных почв с использованием целлюлозосодержащих субстратов / Н. А. Киреева, Т. Р. Кабиров, Т. С. Онегова : Изд-во Урал, ун-та, 2007. — 928 с.

31. Киреева, Н.А. Диагностические критерии самоочищения почвы от нефти / Н.А. Киреева, Е.И. Новоселова, Г.Ф. Ямалетдинова // ЭКиП. – 2001а. – № 12. – С. 34-36.

32. Киреева, Н.А. Рост и развитие растений яровой пшеницы на нефтезагрязненных почвах и при биоремедиации / Н.А. Киреева, А.М. Мифтахова, Г.Г., Г.М. Салахова // Агрехимия.- 2006.- №1.- С.85-90.

33. Киреева, Н.А. Фитотоксичность антропогенно-загрязненных почв / Н.А.Киреева, Г.Г. Кузяхметов, А.М.Мифтахова, В.В.Водопьянов.-Уфа Гилем, 2003. - 266 с.

34. Колесников, С. И. Биодиагностика экологического состояния почв загрязненных нефтью и нефтепродуктами / С. И. Колесников, К. Ш. Казеев, В. Ф. Вальков и др. – Ростов на /Д: изд-во ЗАО Ростиздат, 2007. – С. 192.

35. Колесниченко, А.В. Процессы биодegradации в нефтезагрязненных почвах / А.В. Колесниченко, А.И. Марченко, Т.П. Побежимова, В.В. Зыкова.- Москва: «Промэкобезопасность», 2004. - 194 с.

36. Красавин, А.П. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: материалы Междунар. науч. конф., Екатеринбург, 4—8

июня 2007 г. — Екатеринбург статья Биотехнологические основы обезвреживания нефтезагрязненных почвогрунтов с использованием активной микрофлоры / А.П. Красавин, И.В. Катаева, Е.И. Вакуленко, В.А. Сергеев: Изд-во Урал, ун-та, 2007. — С. 372

37. Кротова, М.А. Экологические проблемы России и их решение / М.А. Кротова, А.Я. Петерс, Е.Р. Терещенко // Общество: политика, экономика, право. – 2014 г. - №1. – 117-120 с.

38. Кувшинская, Л. В. Техногенез при добыче нефти / Л. В. Кувшинская, Г. А. Воронов, С. А. Бузмаков // Геохимия биосферы : тез. III междунар. совещ. Ростов-на-Дону. Изд-во ростовского ун-та. – 2001. – С. 215

39. Кузнецов, Ф. М. Рекультивация нефтезагрязненных почв / Ф. М. Кузнецов, А. П. Козлов, Е. В. Пименова, В. В. Середин – ПГСХА, Пермь, 2003.- С. 196.

40. Курасов, В. С. Топливо и смазочные материалы: учебное пособие / В. С. Курасов, В. В. Вербицкий. - Краснодар: КубГАУ, 2013.- С. 78

41. Логинов, О. Н. Биотехнологические методы очистки окружающей среды от техногенных загрязнений / О.Н. Логинов, Н.Н. Силищев, Т.Ф. Бойко, Н.Ф. Галимзянова.–Уфа: Гос. изд. научно-тех. литературы «Реактив», 2000. – 100 с.

42. Мажайский, Ю.А. Нейтрализация загрязненных почв. Монография./ Под общ. ред. Ю.А. Мажайский - Рязань, МФ Мещерский ф-л ВНИИГиМ РСХА, 2008. – 528 с.

43. Мажайский, Ю.А. Экологические обоснование технологий реабилитации загрязненных земель / Ю.А. Мажайский, В.И. Желязко // Земледелие №2, 2003. – С. 6-9

44. Мазунина, Л.Е. Особенности анатомии и морфологии высших растений в условиях нефтяного загрязнения / Л.Е. Мазунина // Ж: Вестник Нижневартковского государственного университета. – 2009. – С. 16-18

45. Минеев, В.Г. Агрехимия: Учебник. – 2-е изд, перераб. и доп. / В.Г. Минеев. - М.: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 720 с.:ил. (Классический университетский учебник).

46. Максимова, О.А. Определение содержания бенз(а)пирена в почвах ЮАО г. Москвы / О.А. Максимова, С.В. Горяинов, К.Е. Самохина // Ж: Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2014. – С. 56-62

47. Михайлова, А. А. Эколого-биологические особенности загрязнения нефтепродуктами почв Архангельска: учебное пособие Табл. 29. Библиогр. 243 назв. Ил. 42 / А.А. Михайлова, Л.Ф. Попова, Е.Н. Наквасина // Архангельск – 2016 . - 150 с.

48. Мотузова, Г. В. Экологический мониторинг почв : учебник / Г.В. Мотузова, О.С. Безуглова. – М.: Академический Проект: Гаудеамус 2007. – 237 с.

49. Мотузова, Г.В. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия / Г.В. Мотузова, Е.А. Карпова : учеб. пособие. М. : Изд-во Моск. ун-та, 2013. - 304 с.

50. Мотузова, Г.В. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия / Г.В. Мотузова, Е.А. Карпова. – М.: Издательство Московского университета, 2013. (Библиотека факультета почвоведения МГУ). С. 136, С.137, С.140-141, С.141-142

51. Муравьева, И.С. Технологии восстановления почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Справочник. под ред. И.С. Муравьева. Авторы-составители: Stanislav Miertus, Наталья Юрьевна Гречищева, Станислав Васильевич Мещеряков, Николай Григорьевич Рыбальский, Алексей Романович Барсов - М. : РЭФИА, НИА-Природа, 2001. – С. 7, С. 8, С.9

52. Муха, В.Д. Агрочвоведение / В.Д. Муха, Н.Н. Картамышев, Д.В. Муха// Под ред. В. Д. Мухи. — М.: КолосС, 2003. — 528 с.: ил. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

53. Назарюк, В.М. Роль минерального питания в повышении продуктивности растений и регулирования пищевого режима почвы, загрязненной нефтью / В.М. Назарюк, М. И. Кленова, Ф.Р. Калимуллина // Агрохимия.- 2007.- №7. - С.64-72

54. Оборин, А. А. Нефтезагрязненные биоценозы: монография / А. А. Оборин, В. Т. Хмурчик, С. А. Иларионов, М. Ю. Маркарова; УрО РАН; Перм. гос. ун-т; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2008. – 511 с.

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

56. Панин, М.С. Экология почв / М.С. Панин // Алматы : Раритет, 2008.- 528 с.

57. Пиковский, Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде / Ю.И. Пиковский. - М. : Изд-во МГУ, 1993. 208 с.

58. Пиковский, Ю.И. Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах / Ю.И. Пиковский // Восстановление нефтезагрязненных почв экосистем. – М.: Наука, 1988. – 254 с

59. Поляков, И. Н. Устранение последствий масштабного разлива нефтепродуктов на территории нефтехранилища угольного разреза / И. Н. Поляков, С. В. Лушников, С. В. Негодяев // Экология и промышленность. – 2005. - № 3. – С.31-35

60. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Руководство Р 2.1.10.1920-04). - М : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.— 143 с.

61. Саксонов, М.А. Экологический мониторинг нефтегазовой отрасли / М.А. Саксонов, А.Д. Абалаков, Л.В. Данько, О.А. Бархатова, А.Э. Балаян, Д.И. Стом // Физико-химические и биологические методы. - Иркутск: Иркут. Ун-т, 2005.-114 с.

62. Середина, В.П. Загрязнение почв / В.П. Середина : учебное пособие. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2015. – 346 с.

63. Середина, В.П. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация. / В.П. Середина, Т.А. Андреева, Т.П. Алексеева, Т.И. Бурмистрова, Н.Н. Терещенко. - Томск : Изд-во ТПУ, 2006. – С. 104-105.

64. Смольникова, В.В. Биотехнологические основы оптимизации микрофлоры нефтезагрязненных субстратов / В.В. Смольников, С.А. Емельянов // Северо- Кавказский государственный технический университет. Экология микроорганизмов. – 2010 г. - №3. – 106 - 110 с.

65. Соколова, С. А. Экологическая химия: учебное пособие / С. А. Соколова. - Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2008. – 190 с.

66. Степанова, Ю.В. Влияние способов основной обработки почвы на микробиоту и урожайность озимой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья: автореферат дис.... канд. с.-х. наук / Ю.В. Степанова. – Кинель, 2012 – 24 с.

67. Ступин, Д. Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления: учеб. пособи / Д. Ю. Ступин. – СПб. : Издательство «Лань», 2009. – 432 с.

68. Трофимов, С. Я. Влияние нефти на почвенный покров и проблема создания нормативной базы по влиянию нефтезагрязнения на почвы / С. Я. Трофимов, Я. М. Ам-мосова, Д. С. Орлов, Н. Н. Осипова, Н. И. Суханова // Вестник Московского университета. Сер. 17. Почвоведение. – 2000. – № 2. – С. 30

69. Тучкова, О.А. Структурообразователи для обеспечения экологической безопасности при разливах нефти и нефтепродуктов / О.А. Тучкова // Вестник технического университета. – 2017 г. - №16. – 44-46 с.

70. Фахрутдинов, А.И. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: материалы Междунар. науч. конф., Екатеринбург, 4—8 июня 2007 г. — Екатеринбург статья Деструкция углеводов в почве с

использованием аборигенных микроорганизмов / А.И. Фахрутдинов, Т.Д. Ямпольская, Л.В. Ковальчук. - Изд-во Урал, ун-та, 2007. — С. 665

71. Хусайнова, К.Н. Гигиеническая оценка влияния нефтепродуктов на окружающую среду / К.Н. Хусайнова // Вестник Казахского Национального медицинского университета. – 2016 г. - №1. – 449-450 с.

72. Шабанова, Е. Е. «Оптимизация ландшафтов и лесовозобновительных процессов в условиях нефтепромыслов Удмуртской республики» Дисс. канд. сх. наук / Е. Е. Шабанова. – Екатеринбург, 2008 . – 18 с.

73. Шаркова, С.Ю. Агрохимические свойства серых лесных почв при загрязнении их нефтью / С.Ю. Шаркова Е.В. Надежкина // Плодородие.- 2008.- №4.- С. 45.

74. Юфит, С.С. Институт Органической Химии им. Н.Д. Зелинского, Handbook of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Inc. N.Y. Basel / С.С. Юфит. - 1983.

75. Ягодин, Б.А. Агрохимия. Учебное издание / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко // Под ред. Б. А. Ягодина. - М.: Колос, 2002. - 584 с.: ил. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).

76. Яковлев, В.В. Доктор технических наук, профессор Яковлев Вячеслав Владимирович Экологическая безопасность, оценка риска / Монография. – СПб.: Санкт – Петербургский государственный политехнический университет 476 с., библи.-54, 2007. – 476 с.

77. Amadi, A. Remediation of Oil Polluted Soils. I. Organic and Inorganic Nutrient Supplements on the performans of Maize (*Zea may L.*) // A. Amadi, A.A. Dickson, G.O. Maate. Water, Air and Soil Pollut. 1993. Vol. 66. No 1-2. P.59-76.

78. Atlas, R. M. Hydrocarbon biodegradation and oil spill bioremediation / R.M. Atlas, R. Bartha Ed. By K.C. Marshall. // Adv. Microb. Ecol. 1992. Vol. 12. P. 287-338

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

## Метеорологические данные за вегетационный период 2017 г.

(метеопост КГАУ Ферма-2)

Месяц, декада	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		
	норма	факт.	в % к норме (отклонение )	норма	факт.	в % к норме
<b>Май</b>						
I		+11,0			14,2	
II		+10,2			6,0	
III		+11,8			11,9	
за месяц	<b>+12,1</b>	<b>+11,0</b>	<b>90,9 (-1,1)</b>	<b>39</b>	<b>32,1</b>	<b>82,3</b>
<b>Июнь</b>						
I		+12,2			10,1	
II		+17,5			18,7	
III		+16,6			34,3	
за месяц	<b>+16,7</b>	<b>+15,4</b>	<b>92,2 (-1,3)</b>	<b>56</b>	<b>63,1</b>	<b>112,7</b>
<b>Июль</b>						
I		+16,4			80,8	
II		+21,3			3,3	
III		+21,2			9,0	
за месяц	<b>+19,0</b>	<b>+19,6</b>	<b>103,2 (+0,6)</b>	<b>59</b>	<b>93,1</b>	<b>157,8</b>
<b>Август</b>						
I		+20,5			14,8	
II		+19,1			0,3	
III		+18,9			30,2	
за месяц	<b>+17,0</b>	<b>+19,5</b>	<b>114,7 (+2,5)</b>	<b>53</b>	<b>45,3</b>	<b>85,5</b>
<b>Сентябрь</b>						
I		+14,1			32,0	
II		+15,3			18,8	
III		+7,3			2,0	
за месяц	<b>+10,6</b>	<b>+12,2</b>	<b>115,1(+1,6)</b>	<b>50</b>	<b>52,8</b>	<b>105,6</b>
<b>За май - сентябрь</b>	<b>+15,1</b>	<b>+15,5</b>	<b>102,6(+0,4)</b>	<b>257</b>	<b>286,4</b>	<b>111,4</b>

Наблюдатель  
Зав. кафедрой, профессор

Сочнева С.В.  
Сафиоллин Ф.Н.

Приложение 2

Дисперсионный анализ данных по влиянию доз товарной нефти на урожайность зерна яровой пшеницы в условиях серой лесной почвы (полевой опыт, 2009 г.), т/га

Доза нефти, л/м <sup>2</sup>	Повторения				Сумма, V	Средние
	I	II	III	IV		
0	2,97	2,75	2,86	2,99	11,57	2,89
10	1,42	1,55	1,58	1,46	6,01	1,50
20	0,58	0,70	0,65	0,50	2,43	0,61
40	0,05	0,05	0	0,14	0,24	0,06
Сумма, P	5,02	5,05	5,09	5,09	20,25	1,27

$$N=16$$

$$C = (20,25)^2 : 16 = 25,628906$$

$$C_y = 44,0735 - C = 18,444594$$

$$C_v = 175,948 : 4 - C = 18,358094$$

$$C_p = 102,5191 : 4 - C = 0,000869$$

$$C_z = 0,085631$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	18,444594	15	-	-	-
Повторений	0,000869	3	-	-	-
Вариантов	18,358094	3	6,1193646	643,16	3,86
Остаток	0,085631	9	0,0095145	-	-

$$\sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,0095145}{4}} = 0,0860724$$

$$S_d =$$

$$HCP_{05} = 2,26 \cdot 0,0860724 = 0,1945236 \approx 0,19$$

Дисперсионный анализ данных по влиянию доз товарной нефти на урожайность соломы яровой пшеницы в условиях серой лесной почвы (полевой опыт, 2009 г.), т/га

Доза нефти, л/м <sup>2</sup>	Повторения				Сумма, V	Средние
	I	II	III	IV		
0	3,44	3,25	3,32	3,40	13,41	3,35
10	2,17	2,35	2,28	2,16	8,96	2,24
20	1,19	1,07	1,15	1,02	4,43	1,11
40	0,36	0,31	0	0,52	1,19	0,30
Сумма, P	7,16	6,98	6,75	7,10	27,99	1,75

$$N=16$$

$$C = (27,99)^2 : 16 = 48,965006$$

$$C_y = 70,4939 - C = 21,528894$$

$$C_v = 281,151 : 4 - C = 21,322744$$

$$C_p = 195,9585 : 4 - C = 0,024619$$

$$C_z = 0,181531$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	21,528894	15	-	-	-
Повторений	0,024619	3	-	-	-
Вариантов	21,322744	3	7,1075813	352,38	3,86
Остаток	0,181531	9	0,0201701	-	-

$$\sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,0201701}{4}} = 0,1004241$$

$$Sd =$$

$$HCP_{05} = 2,26 \cdot 0,1004241 = 0,2269584 \approx 0,23$$

Дисперсионный анализ данных по влиянию доз товарной нефти на урожайность зерна яровой пшеницы в условиях серой лесной почвы (полевой опыт, 2013 г.), т/га

Доза нефти, л/м <sup>2</sup>	Повторения				Сумма, V	Средние
	I	II	III	IV		
0	1,94	1,94	2,02	1,83	7,73	1,93
10	1,64	1,62	1,68	1,53	6,47	1,62
20	0,95	1,11	1,08	0,98	4,12	1,03
40	0,51	0,60	0,50	0,64	2,25	0,56
Сумма, P	5,04	5,27	5,28	4,98	20,57	1,29

$$N=16$$

$$C = (20,57)^2 : 16 = 26,445306$$

$$C_y = 30,9749 - C = 4,529594$$

$$C_v = 123,6507 : 4 - C = 4,467369$$

$$C_p = 105,8533 : 4 - C = 0,018019$$

$$C_z = 0,044206$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	4,529594	15	-	-	-
Повторений	0,018019	3	-	-	-
Вариантов	4,467369	3	1,489123	303,18	3,86
Остаток	0,044206	9	0,0049117	-	-

$$\sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,0049117}{4}} = 0,0049556$$

$$Sd =$$

$$HCP_{05} = 2,26 \cdot 0,0049556 = 0,1119965 = 0,11 \text{ (т/га)}.$$

Дисперсионный анализ данных по влиянию доз товарной нефти на урожайность соломы яровой пшеницы в условиях серой лесной почвы (полевой опыт, 2013 г.), т/га

Доза нефти, л/м <sup>2</sup>	Повторения				Сумма, V	Средние
	I	II	III	IV		
0	2,08	2,04	2,25	1,94	8,31	2,08
10	1,84	1,94	1,88	1,67	7,33	1,83
20	1,52	1,73	1,68	1,60	6,53	1,63
40	1,42	1,55	1,75	1,43	6,15	1,54
Сумма, P	6,86	7,26	7,56	6,64	28,32	1,77

$$N=16$$

$$C = (28,32)^2 : 16 = 50,1264$$

$$C_y = 50,9986 - C = 0,8722$$

$$C_v = 203,2484 : 4 - C = 0,6857$$

$$C_p = 201,0104 : 4 - C = 0,1262$$

$$C_z = 0,0603$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	0,8722	15	-	-	-
Повторений	0,1262	3	-	-	-
Вариантов	0,6857	3	0,2285666	34,11	3,86
Остаток	0,0603	9	0,0067	-	-

$$\sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,0067}{4}} = 0,0578791$$

$$Sd =$$

$$HCP_{05} = 2,26 \cdot 0,0578791 = 0,1308067 = 0,13 \text{ (т/га)}.$$

Дисперсионный анализ данных по влиянию приемов рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы на урожайность зерна яровой пшеницы (полевой опыт, 2017 г.), т/га

Варианты опыта	Повторения				Сумма, V	Средние
	I	II	III	IV		
Незагрязненная почва (контроль)	2,41	2,50	2,43	2,35	9,69	2,42
Нефтезагрязненная почва (НЗП)	1,82	1,80	1,88	1,73	7,23	1,81
НЗП+Рыхление	1,84	1,85	2,02	2,01	7,72	1,93
НЗП+Известь+Рыхление	1,93	2,05	1,96	1,87	7,81	1,95
НЗП+Известь+Рыхление+НРК	3,26	3,51	3,47	3,32	13,56	3,39
НЗП+Известь+Рыхление+Биогумус	3,10	3,04	2,94	2,85	11,93	2,98
Сумма, P	14,36	14,75	14,7	14,13	57,94	2,07

$$N=24$$

$$C = (57,94)^2 : 24 = 139,87681$$

$$C_y = 148,3884 - C = 8,51159$$

$$C_v = 592,962 : 4 - C = 8,36369$$

$$C_p = 839,519 : 6 - C = 0,04302$$

$$C_z = 0,10488$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	8,51159	23	-	-	-
Повторений	0,04302	3	-	-	-
Вариантов	8,36369	5	1,672738	239,2	2,90
Остаток	0,10488	15	0,006992	-	-

$$\sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,006992}{4}} = 0,0591269$$

$$S_d =$$

$$HCP_{05} = 2,13 \cdot 0,0591269 = 0,1200276 \approx 0,12 \text{ (т/га)}.$$

Дисперсионный анализ данных по влиянию приемов рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы на урожайность соломы яровой пшеницы (полевой опыт, 2017 г.), т/га

Варианты опыта	Повторения				Сумма, V	Средние
	I	II	III	IV		
Незагрязненная почва (контроль)	2,47	2,64	2,52	2,38	10,01	2,50
Нефтезагрязненная почва (НЗП)	2,33	2,19	2,13	2,14	8,79	2,20
НЗП+Рыхление	2,15	2,21	2,36	2,27	8,99	2,25
НЗП+Известь +Рыхление	2,24	2,36	2,16	2,33	9,09	2,27
НЗП+Известь +Рыхление+НРК	3,72	3,95	4,00	3,77	15,44	3,86
НЗП+Известь+Рых ление+Биогумус	3,54	3,41	3,36	3,32	13,63	3,41
Сумма, P	16,45	16,76	16,53	16,21	65,95	

$$N=24$$

$$C = (65,95)^2 : 24 = 181,2251$$

$$C_y = 191,4631 - C = 10,238$$

$$C_v = 765,083 : 4 - C = 10,04565$$

$$C_p = 1087,505 : 6 - C = 0,02573$$

$$C_z = 0,16662$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	10,238	23	-	-	-
Повторений	0,02573	3	-	-	-
Вариантов	10,04565	5	2,00913	180,87	2,90
Остаток	0,16662	15	0,011108	-	-

$$\sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,011108}{4}} = 0,0745251$$

$$Sd =$$

$$HCP_{05} = 2,13 \cdot 0,0745251 = 0,1587384 \approx 0,16 \text{ (т/га)}.$$



Приложение 8

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

		Яровая пшеница 2017 г.										Незагрязненная почва																		
культура		яровая пшеница										урожайность		ц/га		валовой сбор,ц		Стоимость ГСМ, руб.		36,5										
сорт		Йолдыз										основной		24,20		2420		Стоимость 1 т/км, руб.		34										
площадь, га		100										побочной		25,0		2500		стоимость 1 кВт.ч., руб.		2,95										
																расстояние, км		5												
№п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата			Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормомен в объеме работ	Затраты труда, чел. час.		Тарифная ставка за норму, руб.		Тарифный фонд оплаты труда на весь объем работ, руб.		Дополнительная оплата за качество сроки, руб.	Повышенная оплата на уборке, руб.	Горючее		Автотранспорт		Электроэнергия		Прочие прямые затраты, руб.	
			в физическом выражении	эталонная выработка	в условных, эталонных	начало работ	рабочих дней	марка трактора, автополю, комбайна	СХМ		трактористов - машинистов	вспомогательных работников			трактористов-машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников			количество	стоимость всего, руб.	количество т/км	стоимость, руб.	количество, кВт.ч	стоимость, руб.		
									марка	количество																				на единицу, кг
1	Вспашка	га	100	7,7	142,4	6	МТЗ-1221	ПН-3-35	1	1	9,80	10,20	71,43		183,4		1871,43		1871,43	2620,00	10,30	10,30	37595							
2	Закрытие влаги	га	100	7,7	17,7	1	ДТ-75	БЭТС-1	24	1	61,00	1,64	11,48		161,82		265,28		265,28	371,39	1,80	1,80	6570							
3	Культивация предпосевная	га	100	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КПИР-3,6	1	1	18,00	5,56	38,89		161,82		899,00	0,00	899,00	1258,60	2,50	2,50	9125							
4	Рыхление почвы	га	100	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КСН-3	1	1	25,00	4,00	28,00		161,82		647,28	0,00	647,28	906,19	2,50	2,50	9125							
5	Погрузка мин.удобрений	т	3	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЗ-0,8	1	1	151,00	0,02	0,14		95,12		1,89		1,89	2,65	0,30	0,01	32,85							
6	Перевозка удобрений	т	3	3,7	1,5	1	КАМАЗ																15	510,00						
7	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3	2	МТЗ-1221	Амаzone	1	1	56,00	1,79	12,50	0,00	183,4		93,22		327,50	0,00	327,50	458,50	3,60	3,60	13140					
8	Инкрустация семян	т	22			1	эл.дв.	ПС-10А	1	1	67,60	0,33	2,28	2,28	95,12		62,26	30,96	20,26	51,22	71,71						9,1	26,845		
9	Погрузка семян	т	22	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЗ-0,8	1	1	151,00	0,15	1,02		95,12		13,86		13,86	19,40	0,30	0,07	240,9							
10	Перевозка семян	т	22	3,7	2,6	1	КАМАЗ													0		110	3740,00							
11	Посев	га	100	7,7	27	2	МТЗ-1221	СЗП-3,6	2	1	20,00	5,00	35,00	70,00	183,4	93,22	917,00	932,20	1849,20	2588,88	5,70	5,70	20805							
12	Приматывание	га	100	7,7	18,5	1	МТЗ-82	ЗКШ-6	1	1	67,00	1,49	10,45		142,68		212,96		212,96	298,14	1,50	1,50	5475							
13	Подвоз воды	т	21	3,7	1,1	1	МТЗ-82	СТК-5	1	1	31,70	0,66	4,64		95,12		63,01		63,01	88,22	1,20	0,25	919,8							
14	Опрыскивание	га	100	4,9	5,4	1	МТЗ-82	ОП-2000	1	1	54,00	1,85	12,96		122,26		226,41		226,41	316,97	0,86	0,86	3139							
15	Прямое комбайнирование	га	100			3	ДОН-1500		1	1	12,00	8,33	58,33	143,5	111,08		1195,83	925,67	2121,50	2970,10	12,30	12,30	44895							
16	Транспортировка зерна на ток	т	242,0				КАМАЗ													0		1210	41140,00							
17	Очистка	т	242,0				эл.двиг.	ОВС-25	1		3	40,00	6,05		127,05		69,74		1265,78	1265,78	1772,09			0			70,18	207,031		
18	транспортировка зерна на склад	т	222,6				КАМАЗ													0		1113,2	37848,80							
<b>Всего</b>		руб.											<b>47,07</b>	<b>287,11</b>	<b>257,66</b>			<b>6672,40</b>	<b>3143,91</b>	<b>9816,31</b>	<b>13742,84</b>	<b>x</b>	<b>41,39</b>	<b>151062,55</b>	<b>2448,20</b>	<b>83238,80</b>	<b>79,28</b>	<b>233,88</b>	<b>0,00</b>	

Семена - всего	тонн	Цена	Стоимость
	22	15000	330000

Внесение удобрений из них органические	Количество, т	Цена	Рублей
ам. Селитра	0	12350	0
Дв. Суперфосфат	3	26510	79530
хлористый калий	0	12040	0
Известь	0	125	0
Средства защиты растений			
Дифезан, кг	3	1650	4950
Пума супер 7,5, л	100	1830	183000
Виал ТТ, л	55	2130	117150

	на 1 га	всего	
Амортизация	503,43	50342,83	
Текущий ремонт	75,51	7551,42	
Расход Г	Кол-во	Цена	Сумма, руб
ДТ. ц	41,39	3650	151062,6
Смаз мат	0,25	2174	546,2
6,07%			
<b>Всего</b>	<b>41,64</b>		<b>151608,7003</b>

Тарифный фонд зарплаты	9816,31
Доплаты:	
за продукцию	2454,08
за качество и срок	9816,31
за классность	1276,12
Повышенная оплата на уборке	13742,84
<b>Итого доплат</b>	<b>27289,34</b>
Отпуска	3339,51
Доплата за стаж	6066,77
Итого зарплаты с отпусками	46511,94
<b>Всего зарплата с начислениями</b>	<b>58698,07</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>586,98</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>24,26</b>

Всего прямые затраты	1096822,47
в том числе на 1 гектар	10968,22
на 1 центнер	453,23
Прочие прямые затраты	30518,77
Накладные расходы	98714,02
<b>Итого затрат</b>	<b>1195536,49</b>
<b>в том числе на 1 га</b>	<b>11955,36</b>
<b>себестоимость 1 ц продукции</b>	<b>494,02</b>

Приложение 9



**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

Яровая пшеница 2017 г.

ЗП+Рыхление

культура	яровая пшеница
сорт	Иолдыз
площадь, га	100

урожайность	ц/га	валовой сбор, ц
основной	19,30	1930
побочной	22,5	2250

Норма высева, т/га 0,22

Стоимость ГСМ, руб.	36,5
Стоимость 1 т/км, руб.	34
стоимость 1 кВт.ч., руб.	2,95

расстояние, км 5

№п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата			Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормисмен в объеме работ	Затраты труда, чел. час.		Тарифная ставка за норму, руб.		Тарифный фонд оплаты труда на весь объем работ, руб.		Дополнительная оплата за качество сроки, руб.	Повышенная оплата на уборке, руб.	Горючее		Автотранспорт		Электроэнергия		Прочие прямые затраты, руб.		
			в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условных, эталонных	начала работ	рабочих дней	марка трактора, автомобиля, комбайна	СХМ		трактористов - машинистов	вспомогательных работников			трактористов-машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников			количество	стоимость всего, руб.	количество т/км	стоимость, руб.	количество, кВт.ч	стоимость, руб.			
									марка	количество																				на единицу, кг	всего, ц
1	Вспашка	га	100	7,7	142,4	6	МТЗ-1221	ПН-3-35	1	1	9,80	10,20	71,43		183,4		1871,43		1871,43	2620,00	10,30	10,30	37595								
2	Закрытие влаги	га	100	7,7	17,7	1	ДТ-75	БЗТС-1	24	1	61,00	1,64	11,48		161,82		265,28		265,28	371,39	1,80	1,80	6570								
3	Культивация предпосевная	га	100	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КПИР-3,6	1	1	18,00	5,56	38,89		161,82		899,00	0,00	899,00	1258,60	2,50	2,50	9125								
4	Рыхление почвы	га	300	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КСН-3	1	1	25,00	12,00	84,00		161,82		1941,84	0,00	1941,84	2718,58	2,50	7,50	27375								
5	Погрузка мин.удобрений	т	3	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	0,02	0,14		95,12		1,89		1,89	2,65	0,30	0,01	32,85								
6	Перевозка удобрений	т	3	3,7	1,5	1	КАМАЗ													0			15	510,00							
7	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3	2	МТЗ-1221	Amazone	1	1	56,00	1,79	12,50	0,00	183,4		93,22	327,50	0,00	327,50	458,50	3,60	3,60	13140							
8	Инкрустация семян	т	22			1	эл.дв.	ПС-10А	1	1	67,60	0,33	2,28	2,28	95,12		62,26	30,96	20,26	51,22	71,71							9,1	26,845		
9	Погрузка семян	т	22	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	0,15	1,02		95,12			13,86		13,86	19,40	0,30	0,07	240,9							
10	Перевозка семян	т	22	3,7	2,6	1	КАМАЗ													0			0	110	3740,00						
11	Посев	га	100	7,7	27	2	МТЗ-1221	СЭП-3,6	2	1	20,00	5,00	35,00	70,00	183,4		93,22	917,00	932,20	1849,20	2588,88	5,70	5,70	20805							
12	Прикапывание	га	100	7,7	18,5	1	МТЗ-82	ЗККШ-6	1	1	67,00	1,49	10,45		142,68			212,96		212,96	298,14	1,50	1,50	5475							
13	Подвоз воды	т	21	3,7	1,1	1	МТЗ-82	СТК-5	1	1	31,70	0,66	4,64		95,12			63,01		63,01	88,22	1,20	0,25	919,8							
14	Опрыскивание	га	100	4,9	5,4	1	МТЗ-82	ОП-2000	1	1	54,00	1,85	12,96		122,26			226,41		226,41	316,97	0,86	0,86	3139							
15	Прямое комбайнирование	га	100			3	ДОН-1500											1195,83	925,67	2121,50	2970,10	12,30	12,30	44895							
16	Транспортировка зерна на ток	т	193,0				КАМАЗ													0			965	32810,00							
17	Очистка	т	193,0				эл.двиг.	ОВС-25	1		40,00	4,83			101,33		69,74		1009,49	1009,49	1413,28			0				55,97	165,1115		
18	транспортировка зерна на склад	т	177,6				КАМАЗ													0				887,8	30185,20						
<b>Всего</b>			<b>руб.</b>										<b>53,84</b>	<b>343,11</b>	<b>231,94</b>			<b>7966,96</b>	<b>2887,62</b>	<b>10854,58</b>	<b>15196,41</b>	<b>x</b>	<b>46,39</b>	<b>169312,55</b>	<b>1977,80</b>	<b>67245,20</b>	<b>65,07</b>	<b>191,96</b>	<b>0,00</b>		

Семена - всего	тонн	Цена	Стоимость
	22	15000	330000

Амортизация	на 1 га	всего
	503,43	50342,83
Текущий ремонт	75,51	7551,42

Расход Г	Кол-во, ц	Цена	Сумма, руб
ДТ, ц	46,39	3650	169312,6
Смаз мат	0,28	2174	612,1
6,07%			
<b>Всего</b>	<b>46,67</b>		<b>169924,6812</b>

Тарифный фонд зарплаты	10854,58
Доплаты:	
за продукцию	2713,64
за качество и срок	10854,58
за классность	1411,09
Повышенная оплата на уборке	15196,41
<b>Итого доплат</b>	<b>30175,72</b>
Отпуска	3692,73
Доплата за стаж	6708,45
Итого зарплаты с отпусками	51431,48
<b>Всего зарплата с начислениями</b>	<b>64906,53</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>649,07</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>33,63</b>

<b>Всего прямые затраты</b>	<b>1105573,93</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>11055,74</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>572,84</b>
<b>Прочие прямые затраты</b>	<b>30781,32</b>
<b>Накладные расходы</b>	<b>99501,65</b>
<b>Итого затрат</b>	<b>1205075,59</b>
<b>в том числе на 1 га</b>	<b>12050,76</b>
<b>себестоимость 1 ц продукции</b>	<b>624,39</b>

Приложение 11

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

Яровая пшеница 2017 г.

ЗП+Рыхление+Известь

культура	яровая пшеница
сорт	Иолдыз
площадь, га	100

урожайность	ц/га	валовой сбор, ц
основной	19,50	1950
побочной	22,7	2270

Норма высева, т/га 0,22

Стоимость ГСМ, руб.	36,5
Стоимость 1 т/км, руб.	34
стоимость 1 кВт.ч., руб.	2,95

расстояние, км 5

№п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата		Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормисмен в объеме работ	Затраты труда, чел. час.		Тарифная ставка за норму, руб.		Тарифный фонд оплаты труда на весь объем работ, руб.		Дополнительная оплата за качество и сроки, руб.	Повышенная оплата на уборке, руб.	Горючее		Автотранспорт		Электроэнергия		Прочие прямые затраты, руб.		
			в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условных, эталонных г	начало работ	рабочих дней	марка трактора, автомобиля, комбайна	СХМ		трактористов - машинистов			вспомогательных работников	трактористов-машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов			вспомогательных работников	на единицу, кг	всего, ц	стоимость всего, руб.	количество т/км	стоимость, руб.		количество, кВт.ч	стоимость, руб.
									марка	количество																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	Вспашка	га	100	7,7	142,4	6	МТЗ-1221	ПН-3-35	1	1	9,80	10,20	71,43	183,4		1871,43		1871,43	2620,00	10,30	10,30	37595								
2	Закрытие влаги	га	100	7,7	17,7	1	ДТ-75	БЭТС-1	24	1	61,00	1,64	11,48	161,82		265,28		265,28	371,39	1,80	1,80	6570								
3	Культивация предпосевная	га	100	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КПИР-3,6	1	1	18,00	5,56	38,89	161,82		899,00	0,00	899,00	1258,60	2,50	2,50	9125								
4	Рыхление почвы	га	300	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КСН-3	1	1	25,00	12,00	84,00	161,82		1941,84	0,00	1941,84	2718,58	2,50	7,50	27375								
5	Погрузка мин.удобрений	т	123	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	0,81	5,70	95,12		77,48		77,48	108,47	0,30	0,37	1346,85								
6	Перевозка удобрений	т	123	3,7	1,5	1	КАМАЗ															0	615	20910,00						
7	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3	2	МТЗ-1221	Amazone	1	1	56,00	1,79	12,50	0,00	183,4	93,22	327,50	0,00	327,50	458,50	3,60	3,60	13140							
8	Инкрустация семян	т	22			1	эл.дв.	ПС-10А	1	1	1	67,60	0,33	2,28	2,28	95,12	62,26	30,96	20,26	51,22	71,71					9,1	26,845			
9	Погрузка семян	т	22	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	0,15	1,02	95,12		13,86		13,86	19,40	0,30	0,07	240,9								
10	Перевозка семян	т	22	3,7	2,6	1	КАМАЗ															0	110	3740,00						
11	Посев	га	100	7,7	27	2	МТЗ-1221	СЗП-3,6	2	1	2	20,00	5,00	35,00	70,00	183,4	93,22	917,00	932,20	1849,20	2588,88	5,70	5,70	20805						
12	Прикатывание	га	100	7,7	18,5	1	МТЗ-82	ЗККШ-6	1	1	67,00	1,49	10,45	142,68		212,96		212,96	298,14	1,50	1,50	5475								
13	Подвоз воды	т	21	3,7	1,1	1	МТЗ-82	СТК-5	1	1	31,70	0,66	4,64	95,12		63,01		63,01	88,22	1,20	0,25	919,8								
14	Опрыскивание	га	100	4,9	5,4	1	МТЗ-82	ОП-2000	1	1	54,00	1,85	12,96	122,26		226,41		226,41	316,97	0,86	0,86	3139								
15	Прямое комбайнирование	га	100			3	ДОН-1500		1	1	1	12,00	8,33	58,33	58,33	143,5	111,08	1195,83	925,67	2121,50	2970,10	12,30	12,30	44895						
16	Транспортировка зерна на ток	т	195,0				КАМАЗ															0	975	33150,00						
17	Очистка	т	195,0				эл.двиг.	ОВС-25	1		3	40,00	4,88	102,38		69,74		1019,95	1019,95	1427,93			0			56,55	166,8225			
18	транспортировка зерна на склад	т	179,4				КАМАЗ															0	897	30498,00						
<b>Всего</b>			<b>руб.</b>									<b>54,69</b>	<b>348,67</b>	<b>232,99</b>				<b>8042,55</b>	<b>2898,08</b>	<b>10940,63</b>	<b>15316,88</b>	<b>x</b>	<b>46,75</b>	<b>170626,55</b>	<b>2597,00</b>	<b>88298,00</b>	<b>65,65</b>	<b>193,67</b>	<b>0,00</b>	

Семена - всего	тонн	Цена	Стоимость
	22	15000	330000
Внесение удобрений из них органические	Количество, т	Цена	Рублей
ам. Селитра	0	12350	0
Дв. Суперфосфат	3	26510	79530
хлористый калий	0	12040	0
Известь	120	125	15000
Средства защиты растений			
Дифезан, кг	3	1650	4950
Пума супер 7,5, л	100	1830	183000
Виал ТТ, л	55	2130	117150

Амортизация	на 1 га	всего	
	503,43	50342,83	
Текущий ремонт	75,51	7551,42	
Расход ГСМ	Кол-во, ц	Цена	Сумма, руб.
ДТ, ц	46,75	3650	170626,6
Смаз мат	0,28	2174	616,9
6,07%			
<b>Всего</b>	<b>47,03</b>		<b>171243,4318</b>

Тарифный фонд зарплаты	10940,63
Доплаты:	
за продукцию	2735,16
за качество и срок	10940,63
за классность	1422,28
Повышенная оплата на уборке	15316,88
<b>Итого доплат</b>	<b>30414,95</b>
Отпуска	3722,00
Доплата за стаж	6761,64
Итого зарплаты с отпусками	51839,22
<b>Всего зарплата с начислениями</b>	<b>65421,09</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>654,21</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>33,55</b>

<b>Всего прямые затраты</b>	<b>1144633,55</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>11446,34</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>586,99</b>
<b>Прочие прямые затраты</b>	<b>31953,11</b>
<b>Накладные расходы</b>	<b>103017,02</b>
<b>Итого затрат</b>	<b>1247650,57</b>
<b>в том числе на 1 га</b>	<b>12476,51</b>
<b>себестоимость 1 ц продукции</b>	<b>639,82</b>

Приложение 12

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

Яровая пшеница 2017 г.

ЗП+Рыхлаение+Известь+НРК

культура	яровая пшеница
сорт	Июлдаз
площадь, га	100

урожайность	ц/га	валовой сбор, ц
основной	33,90	3390
побочной	38,6	3860

Норма высева, т/га 0,22

Стоимость ГСМ, руб.	36,5
Стоимость 1 т/км, руб.	34
стоимость 1 кВт.ч., руб.	2,95
расстояние, км	5

№п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата			Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормисмен вобъеме работ	Затраты труда, чел. час.		Тарифная ставка за норму, руб.		Тарифный фонд оплаты труда на весь объем работ, руб.		Дополнительная оплата за качество сроки, руб.	Повышенная оплата на уборке, руб.	Горючее		Автотранспорт		Электроэнергия		Прочие прямые затраты, руб.		
			в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условных, эталонных	начала работ	рабочих дней	марка трактора, автомобиля, комбайна	СХМ		трактористов - машинистов	вспомогательных работников			трактористов-машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников			количество	стоимость всего, руб.	количество т/км	стоимость, руб.	количество, кВт.ч	стоимость, руб.			
									марка	количество																				на единицу, кг	всего, ц
1	Вспашка	га	100	7,7	142,4	6	МТЗ-1221	ПН-3-35	1	1	9,80	10,20	71,43		183,4		1871,43		1871,43	2620,00	10,30	10,30	37595								
2	Закрытие влаги	га	100	7,7	17,7	1	ДТ-75	БЗТС-1	24	1	61,00	1,64	11,48		161,82		265,28		265,28	371,39	1,80	1,80	6570								
3	Культивация предпосевная	га	100	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КПИР-3,6	1	1	18,00	5,56	38,89		161,82		899,00	0,00	899,00	1258,60	2,50	2,50	9125								
4	Рыхление почвы	га	380	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КСН-3	1	1	25,00	15,20	106,40		161,82		2459,66	0,00	2459,66	3443,53	2,50	9,50	34675								
5	Погрузка мин.удобрений	т	161,2	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	1,07	7,47		95,12		101,55		101,55	142,16	0,30	0,48	1765,14								
6	Перевозка удобрений	т	161,2	3,7	1,5	1	КАМАЗ																0	806	27404,00						
7	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3	2	МТЗ-1221	Amazone	1	1	56,00	1,79	12,50	0,00	183,4		93,22	327,50	0,00	327,50	458,50	3,60	3,60	13140							
8	Инкрустация семян	т	22			1	эл.дв.	ПС-10А	1	1	67,60	0,33	2,28	2,28	95,12		62,26	30,96	20,26	51,22	71,71						9,1	26,845			
9	Погрузка семян	т	22	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	0,15	1,02		95,12		13,86		13,86	19,40	0,30	0,07	240,9								
10	Перевозка семян	т	22	3,7	2,6	1	КАМАЗ																0	110	3740,00						
11	Посев	га	100	7,7	27	2	МТЗ-1221	СЭП-3,6	2	1	20,00	5,00	35,00	70,00	183,4		93,22	917,00	932,20	1849,20	2588,88	5,70	5,70	20805							
12	Прикапывание	га	100	7,7	18,5	1	МТЗ-82	ЗККШ-6	1	1	67,00	1,49	10,45		142,68		212,96		212,96	298,14	1,50	1,50	5475								
13	Подвоз воды	т	21	3,7	1,1	1	МТЗ-82	СТК-5	1	1	31,70	0,66	4,64		95,12		63,01		63,01	88,22	1,20	0,25	919,8								
14	Опрыскивание	га	100	4,9	5,4	1	МТЗ-82	ОП-2000	1	1	54,00	1,85	12,96		122,26		226,41		226,41	316,97	0,86	0,86	3139								
15	Прямое комбайнирование	га	100			3	ДОН-1500		1	1	12,00	8,33	58,33	58,33	143,5		111,08	1195,83	925,67	2121,50	2970,10	12,30	12,30	44895							
16	Транспортировка зерна на ток	т	339,0				КАМАЗ																0	1695	57630,00						
17	Очистка	т	339,0				эл.двиг.	ОВС-25	1		40,00	8,48		177,98		69,74		1773,14	1773,14	2482,40			0				98,31	290,0145			
18	транспортировка зерна на склад	т	311,9				КАМАЗ																0	1559,4	53019,60						
<b>Всего</b>			<b>руб.</b>									<b>61,74</b>	<b>372,84</b>	<b>308,59</b>			<b>8584,44</b>	<b>3651,27</b>	<b>12235,71</b>	<b>17129,99</b>	<b>x</b>	<b>48,86</b>	<b>178344,84</b>	<b>4170,40</b>	<b>141793,60</b>	<b>107,41</b>	<b>316,86</b>	<b>0,00</b>			

Семена - всего	тонн	Цена	Стоимость
	22	15000	330000

Амортизация	на 1 га	всего
	503,43	50342,83
Текущий ремонт	75,51	7551,42

Расход Г	Кол-во	ц	Цена	Сумма, руб
ДТ, ц	48,86	3650		178344,8
Смаз мат	0,30	2174		644,8
6,07%				
<b>Всего</b>	<b>49,16</b>			<b>178989,6265</b>

Тарифный фонд зарплаты	12235,71
Доплаты:	
за продукцию	3058,93
за качество и срок	12235,71
за классность	1590,64
Повышенная оплата на уборке	17129,99
<b>Итого доплат</b>	<b>34015,27</b>
Отпуска	4162,59
Доплата за стаж	7562,04
Итого зарплаты с отпусками	57975,60
<b>Всего зарплата с начислениями</b>	<b>73165,21</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>731,65</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>21,58</b>

<b>Всего прямые затраты</b>	<b>1806445,16</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>18064,45</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>532,87</b>
<b>Прочие прямые затраты</b>	<b>42302,61</b>
<b>Накладные расходы</b>	<b>162580,06</b>
<b>Итого затрат</b>	<b>1969025,23</b>
<b>в том числе на 1 га</b>	<b>19690,25</b>
<b>себестоимость 1 ц продукции</b>	<b>580,83</b>

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**

Яровая пшеница 2017 г.

ЗП+Рыхление+Известь+Биогумус

культура	яровая пшеница
сорт	Июлдаз
площадь, га	100

урожайность	ц/га	валовой сбор, ц
основной	29,80	2980
побочной	34,1	3410

Норма высева, т/га 0,22

Стоимость ТСМ, руб.	36,5
Стоимость 1 т/км, руб.	34
стоимость 1 кВт.ч., руб.	2,95

расстояние, км 5

№п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата			Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормисмен вобъеме работ	Затраты труда, чел. час.		Тарифная ставка за норму, руб.		Тарифный фонд оплаты труда на весь объем работ, руб.		Дополнительная оплата за качество сроки, руб.	Повышенная оплата на уборке, руб.	Горючее		Автотранспорт		Электроэнергия		Прочие прямые затраты, руб.
			в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условных, эталонных	начала работ	рабочих дней	марка трактора, автомобиля, комбайна	СХМ		трактористов - машинистов	вспомогательных работников			трактористов-машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников			стоимость всего, руб.	количество т/км	стоимость, руб.	количество, кВт.ч	стоимость, руб.		
									марка	количество																		на единицу, кг	
1	Вспашка	га	100	7,7	142,4	6	МТЗ-1221	ПН-3-35	1	1	9,80	10,20	71,43		183,4		1871,43		1871,43	2620,00	10,30	10,30	37595						
2	Закрытие влаги	га	100	7,7	17,7	1	ДТ-75	БЗТС-1	24	1	61,00	1,64	11,48		161,82		265,28		265,28	371,39	1,80	1,80	6570						
3	Культивация предпосевная	га	100	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КПИР-3,6	1	1	18,00	5,56	38,89		161,82		899,00	0,00	899,00	1258,60	2,50	2,50	9125						
4	Рыхление почвы	га	300	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КСН-3	1	1	25,00	12,00	84,00		161,82		1941,84	0,00	1941,84	2718,58	2,50	7,50	27375						
5	Погрузка мин.удобрений	т	223	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	1,48	10,34		95,12		140,48		140,48	196,67	0,30	0,67	2441,85						
6	Перевозка удобрений	т	223	3,7	1,5	1	КАМАЗ													0			1115	37910,00					
7	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3	2	МТЗ-1221	Amazone	1	1	56,00	1,79	12,50	0,00	183,4	93,22	327,50	0,00	327,50	458,50	3,60	3,60	13140						
8	Инкрустация семян	т	22			1	эл.дв.	ПС-10А	1	1	67,60	0,33	2,28	2,28	95,12	62,26	30,96	20,26	51,22	71,71							9,1	26,845	
9	Погрузка семян	т	22	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	0,15	1,02		95,12		13,86		13,86	19,40	0,30	0,07	240,9						
10	Перевозка семян	т	22	3,7	2,6	1	КАМАЗ													0			0	110	3740,00				
11	Посев	га	100	7,7	27	2	МТЗ-1221	СЭП-3,6	2	1	20,00	5,00	35,00	70,00	183,4	93,22	917,00	932,20	1849,20	2588,88	5,70	5,70	20805						
12	Прикатывание	га	100	7,7	18,5	1	МТЗ-82	ЗККШ-6	1	1	67,00	1,49	10,45		142,68		212,96		212,96	298,14	1,50	1,50	5475						
13	Подвоз воды	т	21	3,7	1,1	1	МТЗ-82	СТК-5	1	1	31,70	0,66	4,64		95,12		63,01		63,01	88,22	1,20	0,25	919,8						
14	Опрыскивание	га	100	4,9	5,4	1	МТЗ-82	ОП-2000	1	1	54,00	1,85	12,96		122,26		226,41		226,41	316,97	0,86	0,86	3139						
15	Прямое комбайнирование	га	100			3	ДОН-1500		1	1	12,00	8,33	58,33	58,33	143,5	111,08	1195,83	925,67	2121,50	2970,10	12,30	12,30	44895						
16	Транспортировка зерна на ток	т	298,0				КАМАЗ													0			1490	50660,00					
17	Очистка	т	298,0				эл.двиг.	ОВС-25	1		40,00	7,45	156,45		69,74		1558,69	1558,69	2182,16							86,42	254,939		
18	транспортировка зерна на склад	т	274,2				КАМАЗ													0			1370,8	46607,20					
<b>Всего</b>			<b>руб.</b>									<b>57,92</b>	<b>353,31</b>	<b>287,06</b>			<b>8105,55</b>	<b>3436,82</b>	<b>11542,36</b>	<b>16159,31</b>	<b>x</b>	<b>47,05</b>	<b>171721,55</b>	<b>4085,80</b>	<b>138917,20</b>	<b>95,52</b>	<b>281,78</b>	<b>0,00</b>	

Семена - всего	тонн	Цена	Стоимость
	22	15000	330000

Амортизация	на 1 га	всего
	503,43	50342,83
Текущий ремонт	75,51	7551,42

Расход Г	Кол-во	ц	Цена	Сумма, руб
ДТ, ц	47,05	3650		171721,6
Смаз мат	0,29	2174		620,8
6,07%				
<b>Всего</b>	<b>47,33</b>			<b>172342,3907</b>

Тарифный фонд зарплаты	11542,36
Доплаты:	
за продукцию	2885,59
за качество и срок	11542,36
за классность	1500,51
Повышенная оплата на уборке	16159,31
<b>Итого доплат</b>	<b>32087,77</b>
Отпуска	3926,71
Доплата за стаж	7133,53
Итого зарплаты с отпусками	54690,38
<b>Всего зарплата с начислениями</b>	<b>69019,26</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>690,19</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>23,16</b>

<b>Всего прямые затраты</b>	<b>1613751,53</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>16137,52</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>541,53</b>

<b>Прочие прямые затраты</b>	<b>33666,65</b>
<b>Накладные расходы</b>	<b>145237,64</b>
<b>Итого затрат</b>	<b>1758989,17</b>
<b>в том числе на 1 га</b>	<b>17589,89</b>
<b>себестоимость 1 ц продукции</b>	<b>590,26</b>