

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Агрономический факультет  
Кафедра агрохимии и почвоведения

ДОПУЩЕНА К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

доцент, д.с.-х.н.

\_\_\_\_\_ Р.В. Миникаев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

**Галаветдинов Салават Маратович**

**ДЕЙСТВИЕ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И АГРОХИМИКАТОВ НА  
ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯЧМЕНЯ В УСЛОВИЯХ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ  
ПОЧВЫ**

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.

\_\_\_\_\_ Гилязов М. Ю.

Автор работы: студент  
очной формы обучения

\_\_\_\_\_ Галаветдинов С.М.

Казань – 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ .....	5
1	ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	7
2	МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	16
3	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	27
	3.1 Урожайность ярового ячменя в зависимости от давности загрязнения серой лесной почвы.....	27
	3.2 Влияние агрохимикатов и рыхления нефтезагрязненной почвы на урожайность ярового ячменя .....	32
	3.3 Содержание основных макроэлементов в урожае ярового ячменя в зависимости от нефтяного загрязнения и приемов рекультивации .....	39
	3.4 Действие нефти и приемов рекультивации на хозяйственный вынос и коэффициенты использования питательных веществ ячменем .....	42
	3.5 Экономическая эффективность возделывания ярового ячменя в зависимости от нефтяного загрязнения, агрохимикатов и рыхления почвы.....	47
4	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	51
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	53
	ПРИЛОЖЕНИЯ .....	60
	Приложение 1 .....	61
	Приложение 2 .....	62
	Приложение 3 .....	63
	Приложение 4 .....	64
	Приложение 5 .....	65
	Приложение 6 .....	66
	Приложение 7 .....	67
	Приложение 8 .....	68
	Приложение 9 .....	69

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа (ВКР) состоит из введения, обзора литературы, главы «Методика и условия проведения исследования», основной части (результаты исследования), заключения, списка использованной литературы и приложений. Основная часть включает пять разделов. ВКР изложена на 57 страницах компьютерного текста, содержит 16 таблиц, 5 рисунков, 9 приложений. Список использованной литературы включает 59 источников, в том числе 4 иностранных.

Во введении обоснована актуальность проблемы восстановления плодородия почв для решения теоретических и практических задач.

В главе «Обзор литературы» анализированы и обобщены научные публикации по влиянию нефтяного загрязнения на свойства почв, продуктивность сельскохозяйственных культур и возможные приемы рекультивации нефтезагрязненных земель.

В главе «Методика и условия проведения исследования» изложены почвенно-климатические условия места проведения эксперимента, схема опытов, площади опытных делянок, число повторений, размещение вариантов на участке, учеты и наблюдения с указанием методов анализа проб почв, растений и агрохимикатов.

В первом разделе основной части изложено изменение урожайности ярового ячменя в зависимости от давности загрязнения серой лесной почвы.

Во втором разделе основной части рассмотрено влияние агрохимикатов и рыхления нефтезагрязненной почвы на урожайность ярового ячменя.

В третьем разделе основной части приведено содержание основных макроэлементов в урожае ярового ячменя в зависимости от нефтяного загрязнения и приемов рекультивации.

В четвертом разделе основной части обсуждено действие нефти и приемов рекультивации на хозяйственный вынос и коэффициенты использования питательных веществ ячменем.

В пятом разделе основной части дана оценка экономической эффективности возделывания ярового ячменя в зависимости от нефтяного загрязнения, агрохимикатов и рыхления почвы.

В заключении приводятся основные выводы, полученные на основе обобщения результатов исследования.

## ANNOTATION

Final qualifying work (FQW) consists of introduction, review of literature, chapter "Methods and conditions of the study", the main part (research results), conclusion, list of references and applications. The main part includes five sections. The FQW is presented on 57 pages of computer text, contains 16 tables, 5 figures, 9 annexes. References include 59 sources, including 4 foreign.

The introduction justifies the relevance of the problem of restoring soil fertility for solving theoretical and practical problems.

The chapter "Literature Review" analyzes and summarizes the scientific publications on the effects of oil pollution on soil properties, crop productivity and possible techniques for the remediation of oil-contaminated land.

The chapter "Methods and conditions for the study" outlines the soil and climatic conditions of the experiment site, the scheme of experiments, the area of experimental plots, the number of repetitions, the placement of options on the site, records and observations with an indication of methods for analyzing soil samples, plants and agrochemicals.

The first section of the main part describes the change in the yield of spring barley, depending on the age of contamination of the gray forest soil.

In the second section of the main part, the effect of agrochemicals and loosening of oil-contaminated soil on the yield of spring barley is considered.

The third section of the main part shows the content of the main macroelements in the harvest of spring barley, depending on oil pollution and remediation techniques.

The fourth section of the main part discusses the effect of oil and reclamation techniques on economic removal and nutrient utilization factors of barley.

The fifth section of the main part assesses the economic efficiency of cultivating spring barley depending on oil pollution, agrochemicals and soil loosening.

In conclusion, the main conclusions obtained on the basis of a generalization of the research results.

## ВВЕДЕНИЕ

Почвенный покров – важнейший компонент окружающей природной среды, играющий главную роль в сельском и лесном хозяйстве, оставаясь главным средством производства в этих отраслях народного хозяйства. Однако роль почвенного покрова этим не ограничивается, так как он во многих случаях выступает как поглотитель и нейтрализатор огромного количества выбросов и загрязняющих веществ биосферы нашей планеты [Кирюшин, 2010].

Роль почвенного покрова в жизни общества в первую очередь обуславливается тем, что он является той базой, которая поставляет человечеству до 95-97 % продовольствия и значительную часть сырья для промышленности. Площадь земельных ресурсов мира составляет 129 млн. км<sup>2</sup> или 86,5 % площади суши. Пашня и многолетние насаждения в составе сельскохозяйственных угодий занимают около 15 млн. км<sup>2</sup> (10 % суши), сенокосы и пастбища - 37,4 млн. км<sup>2</sup> (25 % суши). Таким образом, лишь на 10 % земной поверхности можно выращивать сельскохозяйственные культуры [[http://ecologylaw.narod2.ru/ohrana\\_zemel](http://ecologylaw.narod2.ru/ohrana_zemel)].

Плодородие почвы, экологическое состояние почв воздействует на природную среду и природные ресурсы, уровень экономического и социального развития государства, здоровье населения. Без решения проблемы сохранения и расширенного воспроизводства почвенного плодородия невозможно благополучное развитие компонентов всей биосферы, реальное обеспечение безопасности и здоровья нынешнего и будущих поколений людей [<http://www.mnr.gov.ru/gosdoklad-eco-2015/land.html>].

По некоторым расчетам человечество уже потеряло 2 млрд. га некогда продуктивных земель. Только из-за эрозии, широко распространенной не только в отсталых, но и в развитых странах, ежегодно из сельскохозяйственного оборота выпадает 6-7 млн. га. Примерно половина

орошаемых земель мира охвачена засолением и заболочена, что также приводит к ежегодной потере в 200-300 тыс. га земель [[http://ecologylaw.narod2.ru/ohrana\\_zemel](http://ecologylaw.narod2.ru/ohrana_zemel)].

С каждым годом усиливается антропогенное загрязнение почвенного покрова, поэтому защита природной среды от техногенного воздействия - важнейшая проблема современности. Хотя в последние десятилетия активно принимаются меры по охране и оздоровлению природы, тем не менее, общее состояние продолжает ухудшаться [<https://studfiles.net/preview/8055650/page:8/>].

Большое отрицательное влияние на земельные ресурсы оказывает нефтедобывающая промышленность. Большие территории нефтедобывающих регионов по экологическому состоянию окружающей среды приближаются к районам экологического бедствия и кризиса. Возникает реальная угроза устойчивого развития биogeоценозов, а условия функционирования значительных природных систем резко ухудшаются и приобретают необратимый характер на больших территориях [Солнцева, 1998; Герасимова и др., 2003; Гилязов, Яппаров, Гайсин, 2009; Хазев, 2012; Хусайнова, 2016].

Проблемы охраны земель от отрицательного воздействия нефтедобывающего комплекса весьма актуальны для всех нефтедобывающих регионов, в том числе для Республики Татарстан, несмотря на то, что нефтяниками республики делается большая природоохранная работа [Маликов, 2016; <http://www.tatneft.ru/press-tsentr/press-relizi/more/5039?lang=ru>]. Именно данное обстоятельство вызвало необходимость наших исследований.

## 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Земли, на которых в результате хозяйственной деятельности уничтожена растительность, изменены гидрологический режим и рельеф местности, разрушен и загрязнен почвенный покров принято называть нарушенными. Значительные площади таких земель образуется при добыче полезных ископаемых, в том числе и нефти [Голованов, Зимин, Сметанин, 2015].

Нефть и нефтепромысловые сточные воды, содержащие различные химические соединения, могут загрязнять природную среду в процессе нефтедобычи (при бурении, добыче, подготовке, транспортировке), переработки нефти и использовании нефтепродуктов [Андерсон, Мукатанов, Бойко, 1980; Пиковский, 1993; Мажайский и др., 2008; Другов, Родин, 2015].

Причинами проникновения их в водоёмы и почву являются: аварийное фонтанирование при разведочных работах; аварии транспортных средств; нарушение герметичности колонн в скважинах; сброс некачественно - очищенных промысловых вод на поля испарения.

Объем добычи нефти и газового конденсата в России в 2018 году повысился на 1,6% по сравнению с 2017 годом и составил 555,84 млн тонн, сообщается в оперативной сводке ФГБУ "ЦДУ ТЭК". Среднесуточная добыча зафиксирована на уровне 11,16 млн баррелей [<https://www.interfax.ru/business/644895>].

К сожалению, немалая часть её попадает в окружающую среду как загрязнитель [Орлов и др., 1991; Солнцева, 1998; Гилязов, Гайсин, 2003; Булатов, 2004; [http://2nature.ru/soil\\_recultivation](http://2nature.ru/soil_recultivation)]. По некоторым данным [Мажайский и др., 2008], в нашей стране от общего объема добытой нефти на разных этапах её добычи и транспортировки может теряться до 1,5-10 %.

Нефть –важнейшее жидкое полезное ископаемое. Состав нефти сложен: она представляет собой сложную смесь жидких, газообразных, твердых углеводородов, высокомолекулярных смолисто-асфальтовых

веществ, макро- и микроэлементов. Что касается элементного состава нефти, то в ней больше всего углерода (около 83-87 %) и водорода (около 12-14 %). В значительных количествах в нефти может быть также сера (до 5-14 %), хотя иногда содержание этого элемента может составить лишь тысячные доли процента [Орлов и др., 1991].

Относительно токсичности нефти в целом, и отдельных её компонентов на живые организмы информация достаточно противоречивая. Некоторые исследователи считают, что негативное воздействие нефти на биологические объекты, прежде всего, обусловлены содержанием в ней циклических углеводородов, легких фракции углеводородов, серы, а также канцерогенных веществ [Пиковский, 1993; Пиковский и др., 2003; Киреева и др., 2009].

По утверждению большинства исследователей, нефть оказывает токсичное воздействие на все компоненты биосферы. На загрязненных нефтью и нефтепродуктами почвах гибнут растения, угнетаются и погибают многие почвенные микроорганизмы и животные [Куликова, Держинская, 2008; Другов, А. А. Родин, 2015].

С другой стороны, в отдельных случаях небольшое количество нефти не оказало заметного токсичного действия на растения, а иногда оказывало стимулирующее эффект на рост растений. Кроме того, нефть нередко является питательно средой для ряда групп микроорганизмов [Пиковский и др., 2003].

Негативные последствия загрязнения окружающей среды на живые организмы, в том числе на человека, могут проявляться по-разному: в подавлении иммунитета, развитии аллергий и раковых опухолей, повышении частоты появления врожденных уродств и т. п. Медики считают, что особую опасность представляют генетические нарушения, наблюдаемые под воздействием нефти и нефтепродуктов [[http://2nature.ru/soil\\_recultivation](http://2nature.ru/soil_recultivation)].



Особенно сильному воздействию нефтяного загрязнения подвержены почвы сельскохозяйственных угодий, расположенных в регионах добычи нефти. Ярким тому примером являются пахотные земли нефтедобывающих районов Республики Татарстан (РТ), где промышленная добыча нефти ведется с 1943 года. Несмотря на предпринимаемые нефтяниками республики серьезные меры по предотвращению аварийных ситуаций на нефтепромыслах, полностью исключить случаи загрязнения земель и водных источников не удается [Гилязов, Яппаров, Гайсин, 2009].

Трансформация нефти в почве, в основном, сводится к разложению метанонафтенной фракции, снижению содержания полициклических углеводородов и нафтоароматических фракций, и приводит к относительному увеличению доли смолистых веществ в нефти, переходу нефтяных компонентов в нерастворимые формы. Скорость изменения отдельных углеводородов и их фракций зависит от природно-климатических условий зоны, свойств почвы и самой исходной нефти. Главную роль в процессах биодegradации нефти играют микроорганизмы, осуществляющие внутриклеточное окисление углеводородов [Габбасова и др., 1997; Киреева, Кабиров, Дубовик, 2007; Оборин А.А. и др., 2008; Kabirov, Safiullina, Kireeva etc., 2012].

В результате загрязнения нефтью изменяются морфологические признаки почвы. Загрязненный слой приобретает смолисто – черную окраску. Структурные отдельности покрываются нефтяной пленкой, склеенные тяжелые фракции нефти ухудшают водопроницаемость почвы [Тишкина, 1989; Uzoijt, Agunwamba, 2011]. Примерно аналогичные изменения в нефтезагрязненной почве обнаружил и Р.Н. Ситдинов (2002). Он отмечает, что под действием товарной нефти нарушается структура почвы, снижается содержание агрономически ценных фракций, водопропускная способность агрегатов становится избыточно высокой, уплотняется сложение, снижается капиллярная и полная влагоемкость.

Имеющиеся публикации о влиянии нефтяного загрязнения на высшие растения суши, в том числе на сельскохозяйственные культуры, отрывочны и достаточно противоречивы. Так, на черноземах Украины всходы овса не появились при содержании нефти 10 % и более. При содержании нефти в количестве 5 % растение значительно отставало в росте, и у пораженных растений наблюдался общий хлороз листьев, обезвоживание, свидетельствующие о нарушении водного режима, что приводит к гибели растений. В почвах, загрязненных нефтью, отмечается гнилостный запах, что свидетельствует об анаэробных условиях. Происходит удушье корней в результате вытеснения воздуха нефтью, а также истощение кислорода при возросшей микробиологической активности углеводородокисляющих микроорганизмов [Демидиенко, Демурджан, 1988]. Полагают, что в условиях Предуралья и Западной Сибири концентрация нефти 1,5 % является пороговой, выше которой происходит полное ингибирование прорастания и гибель фитоценозов [Оборин и др., 1988].

По данным А.М. Цулаия (2012), нефтезагрязненные почвы в условиях Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) оказывали негативное влияние на произрастающую растительность в течение более 25 лет. При остаточном содержании нефтяных компонентов в торфяных почвах выше 1,0 г/кг изменялся видовой состав растительности, выпадают из фитоценозов наименее устойчивые виды (мхи, лишайники, разнотравье, кустарнички) и снижалось проективное покрытие нефтезагрязненных земель.

Наблюдение за ростом и развитием ячменя в полевых условиях на почве, загрязненной нефтью, показали угнетенность развития растений, изреженность посевов, желтизну всходов. Даже по истечению 15 лет с момента загрязнения почвы наблюдалось снижение видового состава растительности по сравнению с фоновым сообществом [Оборин А.А. и др., 2008]. В то же время, некоторыми исследователями отмечалось стимулирующее действие нефти на рост растений. Установлено, что решающее значение имеет степень загрязнения (доза нефти), и

агрохимический фон [Зильберман и др., 2005]. Урожаи травяных растений на нефтезагрязненных землях, не уступающие таковым на «чистых» почвах, получены в экспериментах М.Н. Абдуева, А.О. Аскерова (1979), С.А. Алиева и др. (1981) и других исследователей. Кроме того, в свое время многие выделили и изучали так называемые нефтяные ростовые вещества (НРВ), проявивших стимулирующее действие на рост и развитие многих травянистых и древесных растений [Журавлева, Савина, 1965].

Противоречивость и неоднозначность реакции растений на нефтяное загрязнение в первую очередь относится к вопросу о влиянии различных уровней загрязнения почв на продуктивность сельскохозяйственных культур. Необходимость исследования и установления пороговых концентраций тех или иных загрязнителей для сельскохозяйственных растений в конкретных природных зонах очевидна, так как лишь они могут позволить установить безопасное остаточное количество ингредиентов при рекультивации и выявить наиболее стойкие к загрязнению культуры для фитомелиорации и освоения рекультивируемых территорий [Мифтахова, 2002; Пиковский и др., 2003; Мазунина, 2009; Цулаия, 2012; Гилязов, Равзутдинов, 2014].

По мнению большинства исследователей, естественное самоочищение нефтезагрязненных почв представляет собой очень длительный процесс, поэтому возникает необходимость ускорения этого процесса теми или иными способами. Перспективным может быть, судя по имеющимся данным, ускорение процесса самоочищения от нефти и нефтепродуктов с помощью углеводородокисляющих микроорганизмов [Габбасова и др., 1997; Гилязов М.Ю., Гайсин И.А., 2003; Куликова, Держинская, 2008; Kireeva, Dubovik, Yakupova, 2011; Nwankwegu etc, 2017].

Некоторые исследователи рассматривают возможность ускорения самоочищения почвы не только с помощью микроорганизмов, но и совместным действием нефтеокисляющих микроорганизмов и дождевых червей [Стом и др., 2003].

Многими разработчиками биопрепаратов, содержащих активные штаммы углеводородокисляющих микроорганизмов, весьма оптимистично оценивается возможность рекультивации нефтезагрязненных почв с помощью тех или иных препаратов [Габбасова и др., 1997; Курочкина, Шкидченко, Амелин, 2004; Сангаджиева, Ключаева, Сопрунова, 2009; Рогозина и др., 2010].

К настоящему времени разработано около 40 различных биопрепаратов [<https://studfiles.net/preview/5865387/page:30/>]. Так, ещё в 80-х годов прошлого века сообщалось об ускорении деструкции нефти посредством использования бактериального препарата «Путидойл»: если биопрепарат снизил содержание нефти в почве за 2,5 месяца наблюдения на 40 %, то на контрольном варианте только 17 % [Гашев, 1987].

Другой препарат - «Родарт», разработанный ОАО «Биохиммаш» совместно с МГУ им. М.В. Ломоносова, работает, по заявлению разработчиков, при содержании в почвах до 20 % нефтяных веществ. Авторы считают, что препарат и продукты биодеструкции нефти не оказывают вредного действия на окружающую среду и при снижении загрязнения ниже уровня ПДК биопрепарат теряет свою биологическую активность из-за отсутствия углеводорода как источника питания и энергии. Они также полагают, что микробиологический способ биodeградации нефти и нефтепродуктов выгодно отличается от химических, физических способов и их различных сочетаний низкой стоимостью и экологической безопасностью [Украинцев, Синицин, Крашенинникова, 2003].

Ряд исследователей для ускорения самоочищения почвы от нефти испытали аэрацию и внесение удобрений [Тишкина, 1989; Киреева, 1996; Гилязов, Гайсин, 2003; Давыдова, Мажайский, Евтюхин, 2008; Anchugova etc, 2016].

По мнению Гилязова М.Ю., Яппарова А.А., Гайсина И.А. (2009) в современных условиях наиболее экологически безопасным и агрономически достаточно эффективным является агроэкологический способ рекультивации

нефтезагрязненных почв, который направлен на стимулирование аборигенной нефтеокисляющей микрофлоры с помощью агротехнических, агрохимических и агромелиоративных приемов.

Завершая краткий аналитический обзор литературы можно отметить, что нефть и нефтепродукты является весьма распространенными и опасными загрязнителями почвенного покрова. Они ухудшают агрофизические, агрохимические и биологические свойств, и снижают продуктивность растений и их качество, однако характер и глубина этих изменений существенного колеблется от зональных особенностей почв и видов растений. Для объективной оценки ущерба от загрязнения почвы и выбора оптимальных способов рекультивации нефтезагрязненных почв немаловажное значение имеет исследование действия различных уровней нефтяного загрязнения на урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от давности загрязнения. Имеющиеся публикации о влиянии нефтяного загрязнения различной давности на продуктивность сельскохозяйственных культур и агрохимические свойства почвы отрывочно и достаточно противоречивы.

Исходя из вышеизложенного, целью нашей работы является изучение влияния старого нефтяного загрязнения почвы и агрохимических приемов её рекультивации на продуктивность ярового ячменя в условиях Предкамья Республики Татарстан.

Яровой ячмень – важнейшая зерновая культура для многих регионов мира, в том числе для нашей страны. Основными производителями ячменя являются Европейский Союз, Россия, Украина, Канада, Австралия, Турция и США. На долю Европейского Союза приходится 42,3 % общемирового производства ячменя. Лидерами являются Франция и Германия. Несмотря на снижение потребности в кормах со стороны животноводства, Российская Федерация занимает первое место в мире по посевным площадям, занятым под ячменем. В среднем по Российской Федерации урожайность ярового ячменя в 2015 году составила 2,18 т/га. [Донцова и др., 2016].

Согласно майскому прогнозу Минсельхоза США (USDA), производство ячменя в мире в сезоне 2018/19 может увеличиться на 4,6 млн т и составит 147,6 млн т. Росту глобального урожая будет способствовать расширение посевов культуры более чем на 1 млн га до 49,1 млн га [<https://www.grainprice.ru/news/tag/2/15143-prognoziruemye-posevnyeploshchadi-yachmenya-v-mire>].

Зерно ячменя содержит много белка, крахмала и является прекрасным концентрированным кормом. В белке ячменя содержится весь набор незаменимых аминокислот, включая особо дефицитные - лизин и триптофан. В последнее время получены образцы высоколизинового ячменя, в протеине зерна которого содержится 4,5 - 4,9% лизина. Небольшое количество ячменя в составе комбикормов способствует укреплению здоровья и выносливости крупного рогатого скота в период зимнего стойлового содержания; отмечается влияние ячменя на повышение яйценоскости домашней птицы.

Ячмень используется также для продовольственных целей и особую ценность представляет для пивоваренного производства. Солома и мякина ячменя - хороший грубый корм для скота [Борисоник, 1974; Пакуль и др., 2008].

В зависимости от целевого назначения к зерну ячменя предъявляются специфические требования. Для сельскохозяйственных животных, и в первую очередь для свиней, а также для птицы, в качестве концентрированного корма используется ячмень, отличающийся высоким содержанием белка в зерне. Новейшие достижения в совершенствовании технологии выращивания, в частности применении удобрений, а также успехи в области селекции открывают возможность значительного повышения кормовой ценности зерна ячменя в результате увеличения содержания в его белке незаменимых аминокислот, особенно лизина [Борисоник, 1974; Пакуль и др., 2008].

Благодаря своим биологическим особенностям ячмень является хорошим компонентом в наборе культур полевого севооборота. Отличаясь сравнительно коротким вегетационным периодом, ячмень рано освобождает поле для подготовки почвы под последующую культуру. Наличие в севообороте набора культур с различными сроками созревания позволяет более рационально использовать технику и уменьшить напряжение в наиболее ответственные периоды полевых работ [Борисоник, 1974; Пакуль и др., 2008].

Основные задачи исследования сформулированы следующим образом:

1. Оценить влияние однократного нефтяного загрязнения серой лесной почвы на урожайность ярового ячменя в зависимости от давности загрязнения;

2. Установить влияние агрохимических приемов рекультивации нефтезагрязненной почвы на урожайность ярового ячменя

3. Определить влияние старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на хозяйственный вынос основных макроэлементов и коэффициенты их использования яровым ячменем из почвы и удобрений;

4. Определить экономическую эффективность возделывания ярового ячменя в зависимости от нефтяного загрязнения и приемов рекультивации.

## 2 МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены на опытном поле кафедры агрохимии и почвоведения ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», которое расположено в предкамской зоне Республики Татарстан (РТ).

Предкамье РТ занимает северную часть республики. Площадь его 21,8 тыс. км<sup>2</sup>, что составляет 32,2 % от общей площади РТ. В климатическом отношении зона Предкамья умеренно прохладная и достаточно увлажнена. Сумма температур воздуха (за период с температурой выше 10°C) колеблется в пределах 2020-2150 °С. За этот же период сумма осадков составляет 205-220 мм. Гидротермический коэффициент здесь выше единицы и колеблется в пределах от 1,01 до 1,09. Продолжительность безморозного периода меньше 130 дней. Заморозки в воздухе весной заканчиваются во второй-третьей декаде мая, а в редкие годы - в первой декаде июня. Первые осенние заморозки в основном бывают в третьей декаде сентября, но в отдельные годы возможны и в первой декаде этого месяца. Снежный покров устанавливается во второй декаде ноября. Средняя продолжительность залегания устойчивого снежного покрова 145-160 дней. За зимний период сумма температур воздуха ниже -10°C колеблется от 1100 до 1200°C [Курочкин, 1968].

Почва опытного земельного участка – серая лесная среднесуглинистая, являющаяся преобладающей почвенной разновидностью Предкамья РТ (61,1 % сельхозугодий этой зоны).

Агрохимическая характеристика фоновой (незагрязненной) почвы дана в таблице 1. Как видно, почва характеризуется низким содержанием гумуса и слабокислой реакцией среды. Почва отличается повышенным содержанием подвижного фосфора и средней обеспеченностью подвижного калия. Емкость катионного обмена (ЕКО) равна 22,3 ммоль./100 г. почвы, а гидролитическая кислотность - 4,2 ммоль./100 г.



Таблица 1

## Агрохимическая характеристика почвы опытного участка (2018 г.)

Тип, подтип почвы, слой (см)	Гумус, %	Общий азот, %	ЕКО	Нг	Подвижные формы (по Кирсанову), мг/кг		pH <sub>сол.</sub>
			ммоль./100 г		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Серая лесная средне-суглинистая, 0-25	2,90	0,13	22,3	4,2	128	126	5,4

Общий вид поля представлен на рисунке 1.

Полевой опыт состоит из двух блоков. В первом блоке изучается влияние различных уровней однократного нефтяного загрязнения на продуктивность сельскохозяйственных культур и свойства серой лесной почвы. В первом блоке эксперимента почву искусственно загрязнили товарной нефтью, добытой и подготовленной на НГДУ «Джалильнефть» ОАО «Татнефть», из расчета 10, 20 и 40 л/м<sup>2</sup>. Почва была равномерно загрязнена товарной нефтью заливкой микроделянок с поверхности. Микроделянки представляют собой бездонные деревянные ящики, углубленные в почву на глубину 30 см. Площадь микроделянок 0,50 м<sup>2</sup> (0,71x0,71), ширина защитных полос 1 м. Предыдущие исследования сотрудников кафедры агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ [Гилязов, 2001; Гилязов, Гайсин, 2003] показали, что указанные дозы нефти примерно соответствуют слабому, среднему и сильному уровню загрязнения. Преднамеренное загрязнение почвы товарной нефтью с поверхности было проведено 5 мая 2004 года.



Рис. 1. Общий вид опытного поля

В опыте в 2004 году, на 3-й день после загрязнения, посеяли викоовсяную смесь. В последующие годы объектами исследования были культуры полевого севооборота со следующим чередованием культур: яровая пшеница – ячмень – яровой рапс – просо. Такой выбор культур обусловлен малой площадью делянок, где возделывание пропашных культур, имеющих большую площадь питания, практически невозможно. За прошедшее время прошла три ротации севооборота: в 2005-2008 гг. – первая, в 2009- 2012 гг. – вторая и в 2013-2016 гг. – третья, с 2017 года идет четвертая ротация севооборота (таблица 2).

Объектом нашего исследования является яровой ячмень, который возделывался в 2006, 2010, 2014 и 2018 годах.

В 2006 году подопытной культурой был яровой ячмень сорта «Раушан», посев производился 28 апреля 2006 года, норма высева 5,5 млн. шт./га всхожих семян. Перед посевом семена были обработаны Дивидендом

Таблица 2

Чередование сельскохозяйственных культур в полевом опыте

Ротации севооборота	Год и сельскохозяйственная культура
	2004 – ВОС на зерно (предшественник)
Первая	2005 – яровая пшеница
	2006 - ячмень
	2007 – яровой рапс з/к
	2008 - просо
Вторая	2009 – яровая пшеница
	2010 – ячмень
	2011 – яровой рапс на маслосемена
	2012 - просо
Третья	2013 – яровая пшеница
	2014 - ячмень
	2015 - яровой рапс на маслосемена
	2016 - просо
Четвертая	2017 – яровая пшеница
	2018 - ячмень

из расчета 1,5 кг/т. Средства защиты растений и удобрения во время роста и развития растений не использовали.

В 2010 году ячмень посеяли 11 мая. Семена ячменя (сорт «Нур») заделали на глубину 5 см. Высев всхожих семян из расчета 5,5 млн. шт./га. Для защиты от патогенов семена перед посевом обработали препаратом Кинто Дуо.

В 2014 году посев ячменя провели 13 мая. Семена ячменя (сорт «Нур») заделали на глубину 5 см. Высев всхожих семян из расчета 5,5 млн. шт./га. Для защиты от патогенов семена перед посевом обработали препаратом Кинто Дуо.

В 2018 году посев ячменя провели 17 мая. Семена ячменя (сорт «Нур») заделали на глубину 4 см. Высев всхожих семян из расчета 5,5 млн. шт./га. Для защиты от патогенов семена заблаговременно (09.05.2018) обработали препаратом Доспех-3 из расчета 0,5 л на 1 т. семян, расход рабочей жидкости 10 л/т. До посева в соответствующих делянках почву два раза перекопали. Напомним, в 2004-2005 гг. почву держали по системе чистого пара и рыхлили по 9 раз за вегетацию. Агротехника возделывания ячменя общепринятая для нашей зоны. Все работы в полевом опыте выполнены вручную.

Второй блок эксперимента, предназначенный для оценки эффективности некоторых агрохимических и агротехнических приемов рекультивации, заложен на тех делянках, которые получили среднюю дозу нефти - 20 л/м<sup>2</sup>. В данном блоке эксперимента в качестве рекультивационных приемов изучаются послойное рыхление почвы, внесение извести, полного минерального удобрения и биопрепарата Байкал ЭМ-1. Схема опыта второго блока эксперимента дана в таблице 3.

Таблица 3

Схема полевого опыта (второй блок)

1.	Контроль (незагрязненная почва)
2.	ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)
3.	ПЗН+Рыхление
4.	ПЗН+Известь+Рыхление
5.	ПЗН+Известь+Рыхление+НРК
6.	ПЗН+Известь+ Рыхление+Биопрепарат (Байкал ЭМ-1)

В течение двух лет (2004–2005 гг.) в соответствующих вариантах опыта почву рыхлили на разную глубину (от 5 до 25 см) через каждые 2 недели, то есть почва содержалась по системе чистого пара. В общей сложности в течение первого вегетационного периода рыхление почвы проводили 9 раз, а во второй – 10 раз. Разноглубинная обработка позволяла попеременно рыхлить сначала верхний, а потом нижний слои загрязненной почвы. В последующие годы рыхление почвы проводили два раза на глубину пахотного слоя до посева культуры.

Дозу извести рассчитывали по величине гидролитической кислотности, она равнялась 6 т/га. Доза внесения биогумуса составила 3 т/га. За весь период эксперимента известняковая мука была внесена 3 раза (один раз в 5 лет), биогумус – 5 раз (один раз в 3 года), а минеральные удобрения – ежегодно. В течение первых двух лет после загрязнения (2004–2005 гг.) минеральные удобрения, предназначенные для стимуляции активности углеводородокисляющих микроорганизмов, вносили из расчета 80 кг д.в./га с соотношением азота, фосфора и калия 1:0,4:0,2. В последующие годы нормы минеральных удобрений рассчитывали расчетно-балансовым методом для получения запланированной урожайности.

Дозы внесения удобрений и химического мелиоранта были установлены 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. За весь период эксперимента известняковая мука была внесена 2 раза, а минеральные удобрения - ежегодно. В 2004-2005 годах, когда в соответствующих вариантах почва содержалась по системе чистого пара, минеральные удобрения были внесены из расчета 80 кг д.в./га с соотношением азота, фосфора и калия 1:0,4:0,2. Указанные дозы минеральных удобрений предназначены для стимуляции активности углеводородокисляющих микроорганизмов. Такое соотношение N:P:K гипотетически предназначалось

для стимуляции углеводородокисляющих бактериальных культур, и оно соответствует соотношению азота, фосфора и калия в питательной смеси, используемой для выращивания углеводородокисляющих бактериальных культур [Литвиненко, 1977]. Начиная с 2006 года, нормы минеральных удобрений рассчитываются расчетно-балансовым методом для получения запланированной урожайности. В таблице 4 приведен расчет норм минеральных удобрений для получения запланированной урожайности зерна (3,0 т/га) ярового ячменя в 2018 году.

Таблица 4

Расчет норм минеральных удобрений для получения запланированной урожайности (3,0 т/га) ярового ячменя

Показатели	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Нормативный вынос, кг/т	25	11	22
Хозяйственный вынос, кг/га	75	33	66
Содержание NPK в почве, мг/кг	22	128	126
Запасы NPK в почве, кг/га	66	384	378
КИП	0,65	0,06	0,11
Ожидаемое поступление из почвы, кг/га	42,9	23,0	41,6
Дефицит, кг/га	32,1	10,0	24,4
КИУ	0,60	0,20	0,60
Норма внесения питательных элементов, кг д.в./га	54	50	41
Аммиачная селитра (34:0:0) Аммонизированный суперфосфат (6:26:0) Сернокислый калий (0:0:50)	125 кг/га	192 кг/га	82 кг/га

В опыте использовались аммиачная селитра, аммонизированный простой суперфосфат и сернокислый калий. Все удобрения и известняковая мука внесены весной на глубину пахотного слоя.

Годовую норму (300 л/га) биопрепарата Байкал ЭМ-1 вносили в три приема равными дозами: перед посевом, в начале июня и июля. Рабочий раствор биопрепарата приготовили из концентрата с разбавлением дистиллированной водой в соотношении 1:10000.

Микробиологическое удобрение (биопрепарат) «Байкал ЭМ-1» представляет собой водный раствор, содержащий комплекс полезных микроорганизмов, обитающих в зональных незагрязненных почвах, и продуктов их жизнедеятельности. Эти микроорганизмы, взаимодействуя в почве с аборигенами, вырабатывают различные ферменты, аминокислоты и другие физиологически активные вещества, оказывающие как прямое, так и косвенное положительно влияние на рост и развитие растений.

Байкал ЭМ-1 предназначен для осенней и весенней обработки почвы, корневой подкормки сельскохозяйственных культур (томатов, огурцов, перцев, капусты, картофеля, цветочных культур). В его состав входят молочнокислые, фотосинтезирующие, азотфиксирующие бактерии, дрожжи, продукты жизнедеятельности микроорганизмов. Биопрепарат не фитотоксичен. При его применении не следует смешивать с другими препаратами! Период защитного действия составляет 10 - 25 дней. Действие препарата проявляется в день обработки. Класс опасности: IV [<http://senpolia.tskm.ru/preparats/baikal.shtml>]. Рекомендации по применению данного биопрепарата на ненарушенных (незагрязненных) почвах даны в приложении 1.

Необходимо также отметить, что Байкал ЭМ-1 – это биопрепарат нового поколения, включенный в «Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации», и содержащий комплекс лидирующих регенеративных штаммов, получивших название «эффективные микроорганизмы». Он создан в нашей стране в 1998 году группой ученых под руководством доктора медицинских наук П. А. Шаблина, и является российским аналогом японского биопрепарата «Кюссей ЭМ-1», впервые в мире созданного микробиологом ХигаТероу в

1988 году [Селектор, 2003]. Биопрепарат Байкал ЭМ-1, по утверждению его авторов, содержит устойчивое сообщество эффективных микроорганизмов, в совокупности выполняющих весь спектр функций по питанию растений, их защите от болезней и оздоровлению почвенной среды. Таким образом, этот препарат не содержит активных узкоспециализированных углеводородокисляющих штаммов, а предназначен для активизации полезной микрофлоры почвы в целом.

Агрохимические анализы почв выполнены в ФГБУ ЦАС «Татарский» и на кафедре агрохимии и почвоведения Казанского ГАУ.

Почвы анализировали по следующим методам:

- ▶ содержание гумуса по Тюрину, в модификации Симакова;
- ▶ нефть фотоколориметрическим методом в вытяжке толуола или рассчитывалась исходя из содержания техногенного углерода в почве по Тюрину;
- ▶ емкость катионного обмена по Бобко-Аскинази в модификации Алешина;
- ▶ величина рН солевой вытяжки потенциометрическим методом;
- ▶ гидролитическая кислотность по Каппену рН-метрическим методом в модификации ЦИНАО;
- ▶ подвижные формы фосфора и калия по Кирсанову (фосфор с использованием ФЭК, калий - с помощью пламенного фотометра);
- ▶ общий азот по методу Кьельдаля;
- ▶ щелочно-гидролизуемый азот по Корнфилду;
- ▶ плотность и влажность почвы – общепринятыми методами.

Статистическая обработка результатов экспериментов проведена методом дисперсионного анализа [Доспехов, 1985] с использованием программ для Microsoft Excel 97. Корреляционно-регрессионный анализ с помощью программы Statistica ver. 5.5 A for Windows.

Анализ метеорологических условий выполнен по данным метеопоста Казанского ГАУ «Казань, ферма-2». Наиболее важные показатели



метеорологических условий вегетационного периода 2018 году приведены на рис. 2, 3.

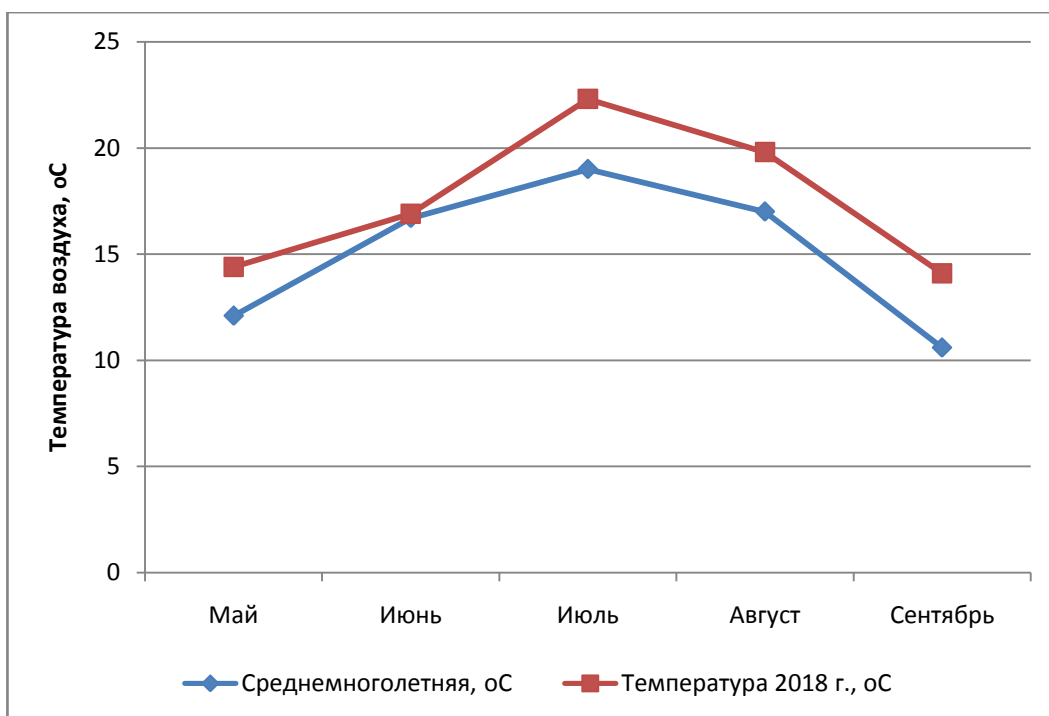


Рис. 2. Среднемесячная температура воздуха вегетационного периода 2018 года (метеопост КГАУ Ферма-2)

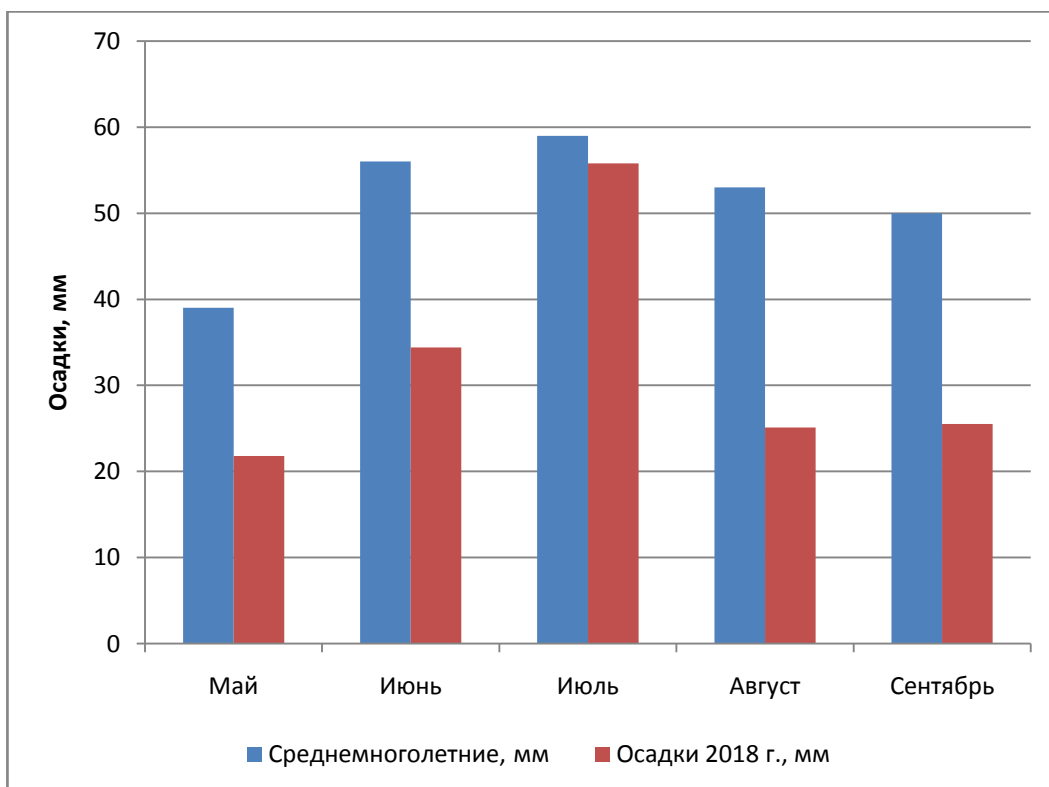


Рис. 3. Количество атмосферных осадков вегетационного периода 2018 года (метеопост КГАУ Ферма-2)

Средняя температура воздуха в течение всего вегетационного периода оказалась выше среднегодовой нормы. Особенно теплыми оказались июль и сентябрь, когда отклонение фактической температуры воздуха от нормы составила 3,3-3,5 °С. Близким к норме оказался тепловой режим лишь июня.

Повышенная температура сопровождалась недостаточным количеством атмосферных осадков. За период май-сентябрь фактическое количество осадков составило только 63 % от среднегодового значения. Сочетание недостаточного количества осадков с повышенной температурой воздуха, безусловно, оказало негативное влияние на продуктивность растений. Однако, несмотря на это, были получены неплохие урожаи сельскохозяйственных культур. Одной из причин этого явилось, на наш взгляд, осадки третьей декады мая и первой декады июня. В этот весьма ответственный для наших культур период выпало более 33 мм осадков при благоприятном температурном режиме. Как показали наши исследования [Гилязов, Лукманов, Муратов, 2016], урожайность многих культур нашей зоны наиболее тесно коррелируется именно количеством июньских осадков. Следует также отметить, что метеорологические условия августа и сентября благоприятствовали созреванию и уборке урожая.

Последующие три месяца были засушливыми и теплыми, особенно сентябрь месяц. В целом, конец лета и начало осени оказались благоприятными для созревания и уборки зерновых и многих кормовых культур.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 3.1 Урожайность ярового ячменя в зависимости от давности загрязнения серой лесной почвы

Действие однократного нефтяного загрязнения на урожайность зерна и соломы яровой пшеницы по ротациям севооборота демонстрируется данными таблицы 5 и 6.

Таблица 5

Действие однократного нефтяного загрязнения на урожайность зерна ярового ячменя по ротациям севооборота

Ротации севооборота и годы	Почва		НСР <sub>05</sub> (т/га)
	незагрязненная нефтью (контроль)	загрязненная нефтью	
1-ая ротация (2006 г.)	<u>1,64</u> <b>100</b>	<u>0,50</u> <b>30</b>	0,17
2-ая ротация (2010 г.)	<u>0,81</u> <b>100</b>	<u>0,42</u> <b>52</b>	0,09
3-ая ротация (2014 г.)	<u>2,06</u> <b>100</b>	<u>1,24</u> <b>60</b>	0,18
4-ая ротация (2018 г.)	<u>1,91</u> <b>100</b>	<u>1,33</u> <b>70</b>	0,15

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

На незагрязненной почве урожайность зерна ячменя по ротациям севооборота колебалась от 0,81 до 2,06 т/га, что обуславливалось, прежде всего погодными условиями вегетационных периодов. Особенно наглядно влияние погодных условий отразилось во второй ротации (2010 г.), когда урожайность составило всего 0,81 т/га из-за чрезвычайно засушливых условий. В целом, величины урожайности на фоновой почве следует признать неплохими, так как они получены без применения удобрений.

Однократное нефтяное загрязнение, проведенное в 2004 году из расчета 20 л/м<sup>2</sup>, привело с существенном снижению урожайности ячменя.

Действие однократного нефтяного загрязнения на урожайность соломы  
ярового ячменя по ротациям севооборота

Ротации севооборота и годы	Почва		НСР <sub>05</sub> (т/га)
	незагрязненная нефтью (контроль)	загрязненная нефтью	
1-ая ротация (2006 г.)	<u>1,84</u> <b>100</b>	<u>1,03</u> <b>56</b>	0,18
2-ая ротация (2010 г.)	<u>1,45</u> <b>100</b>	<u>1,21</u> <b>83</b>	0,15
3-ая ротация (2014 г.)	<u>2,43</u> <b>100</b>	<u>2,03</u> <b>84</b>	0,21
4-ая ротация (2018 г.)	<u>2,18</u> <b>100</b>	<u>1,86</u> <b>85</b>	0,18

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

В первой ротации севооборота урожайность зерна ячменя, посеянного спустя два года после загрязнения, снизилась, по сравнению с контролем, в 3,28 раза. Снижение урожайности зерна от нефтяного загрязнения в последующие ротации севооборота составило от 1,44 раза (четвертая ротация) до 1,93 (вторая ротация). Как видно, по мере старения нефтяного загрязнения негативное влияние однократного загрязнения на урожайность зерна ячменя постепенно убывало. Данное обстоятельство особенно наглядно демонстрируется графиками рис. 4.

Урожайность соломы ячменя (таблица 6) на незагрязненной почве по ротациям севооборота колебалась от 1,45 (вторая ротация, чрезвычайно засушливый 2010 г.) до 2,43 т/га (третья ротация), что, в первую очередь, обуславливалось погодными условиями вегетационного периода. Негативное влияние нефтяного загрязнения серой лесной почвы на урожайность соломы в целом напоминает таковое на зерно ярового ячменя (таблица 5). По отношению к уровню контроля урожайность соломы на нефтезагрязненной почве составила 56-85 %. Наибольшее снижение урожая

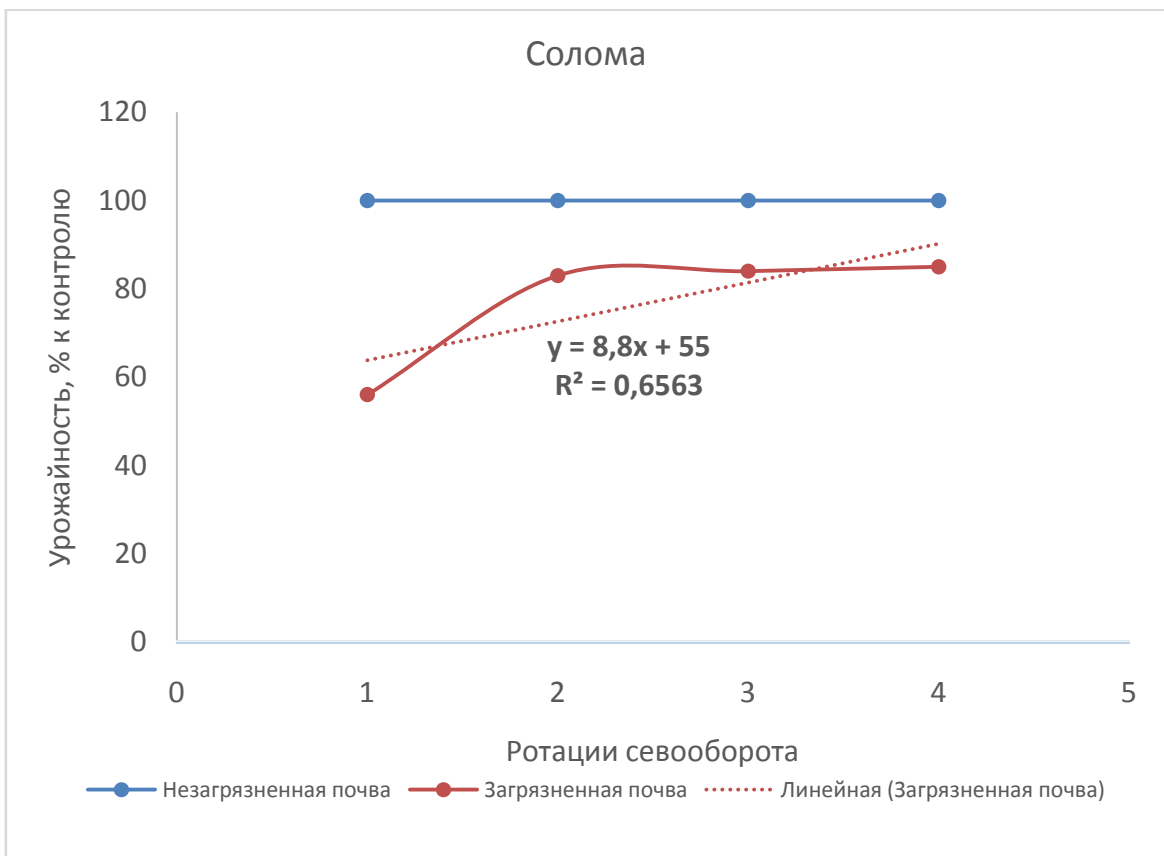
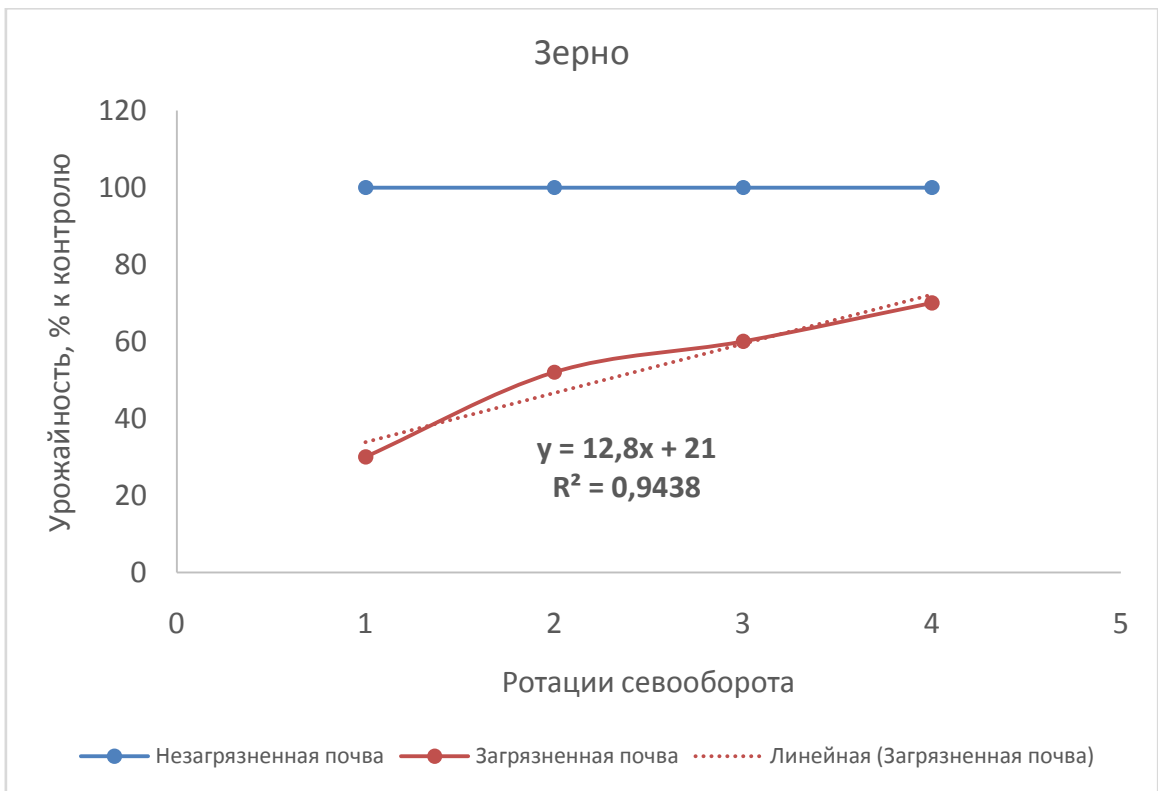


Рис.4. Изменение урожайности ярового ячменя на нефтезагрязненной почве по ротациям севооборота

соломы от нефтяного загрязнения обнаружилось в первой ротации, а наименьшее – в последней ротации севооборота.

В то же время ответная реакция на нефтяное загрязнение почвы генеративной части урожая (зерно) отличается от ответной реакции вегетативной части урожая (солома). От нефтяного загрязнения во все годы наблюдения в наибольшей степени подавлялось развитие генеративных органов. Так, если загрязнение нефтью в первой и четвертой ротациях снизило урожайность зерна соответственно в 3,28 и 1,44 раза, то снижение урожайности соломы от нефтяного загрязнения в этих ротациях составило соответственно только 1,79 и 1,17 раза.

Представленные на рис. 4 графики зависимости урожаев зерна и соломы ярового ячменя от ротаций севооборота, а другими словами, от давности загрязнения (времени, прошедшей со времени загрязнения почвы до посева растений) достаточно четко показывают постепенное приближение урожаев на загрязненной почве к уровню урожая контрольной (незагрязненной) почвы.

При этом наиболее быстрыми темпами к контрольному уровню приближалась урожайность соломы. Особенно быстрыми темпами происходило приближение урожайности соломы к уровню контроля за годы второй ротации. Как видно, за этот период, по отношению к контролю, урожайность соломы ячменя выросла с 56 до 83 %. В последующие годы статистически достоверный рост урожайности соломы не наблюдался, в то время как постепенное приближение урожаев зерна на нефтезагрязненной почве к фоновому уровню продолжалось в течение всех лет наблюдений.

Зависимость урожайности ( $Y$ ) ярового ячменя на нефтезагрязненной серой лесной почве от ротации севооборота ( $x$ ) описывалась следующими линейными уравнениями:

а) урожайность зерна  $Y = 12,8 \cdot x + 21;$

б) урожайность соломы  $Y = 8,8 \cdot x + 55;$

Коэффициенты детерминации ( $R^2$ ) урожайности зерна и соломы от ротации севооборота равнялись соответственно 0,9438 и 0,6563. Как видно, наиболее тесная зависимость обнаружилась в отношении урожайности зерна.

В таблице 7 представлены данные, указывающие влияние однократного нефтяного загрязнения на накопление надземной массы ярового ячменя и долю в ней товарной части урожая по ротациям севооборота.

Таблица 7

Влияние однократного нефтяного загрязнения на накопление надземной массы ярового ячменя и долю в ней товарной части урожая по ротациям севооборота

Ротации севооборота и годы	Почва		Кратность снижения от загрязнения
	незагрязненная нефтью (контроль)	загрязненная нефтью	
Надземная биомасса, т/га			
1-ая ротация (2006 г.)	3,48	1,53	2,27
2-ая ротация (2010 г.)	2,26	1,63	1,39
3-ая ротация (2014 г.)	4,49	3,27	1,37
4-ая ротация (2018 г.)	4,09	3,19	1,28
Доля товарной продукции в биомассе, %			
1-ая ротация (2006 г.)	$\frac{47,1}{100}$	$\frac{32,7}{69^*}$	1,44
2-ая ротация (2010 г.)	$\frac{35,8}{100}$	$\frac{25,8}{72}$	1,39
3-ая ротация (2014 г.)	$\frac{45,9}{100}$	$\frac{37,9}{83}$	1,21
4-ая ротация (2018 г.)	$\frac{46,7}{100}$	$\frac{41,7}{89}$	1,12

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

Они, в первую очередь, свидетельствуют о постепенном самоочищении почвы от нефтяного загрязнения, ибо кратность снижения надземной массы

ярового ячменя от загрязнения за 2006-2018 годы сократилась с 2,27 до 1,28. Одновременно за эти же годы на загрязненной почве доля товарной части урожая постепенно приблизилась к уровню показателя контроля. Так, если в 2006 году доля товарной части урожая на нефтезагрязненной почве составила только 69 % к контролю, то в 2018 году она равнялась 89 %.

Завершая рассмотрение данных по влиянию нефтяного загрязнения на урожайность ярового ячменя следует отметить, что однократное загрязнение серой лесной почвы нефтью из расчета 20 л/м<sup>2</sup> приводило к статистически достоверному снижению урожая в течение 14 лет с момента загрязнения почвы. По мере старения загрязнения происходило постепенное приближение урожаев на загрязненной почве к уровню урожая контрольной (незагрязненной) почвы. Во все годы наблюдения снижение урожая зерна от нефтяного загрязнения серой лесной почвы было более значимым, чем снижение урожайности соломы.

### **3.2 Влияние агрохимикатов и рыхления нефтезагрязненной почвы на урожайность ярового ячменя**

Как уже отмечалось выше, во втором блоке полевого эксперимента мы в качестве приемов рекультивации нефтезагрязненной почвы испытали внесение химического мелиоранта (известь), полного минерального удобрения (NPK), биопрепарата Байкал ЭМ-1 и рыхление почвы (таблица 8). Все эти приемы направлены на ускорение разложения нефтяных веществ за счет физических, химических и биологических процессов. Механическая обработка почвы (рыхление), особенно интенсивно проведенная в 2004-2005 годах, когда загрязненная почва содержалась по системе чистого пара, предназначено, как для ускорения физического элиминирования, так и биологической деградации нефтяных веществ, ибо большинство углеводородокисляющие микроорганизмы являются аэробными.



Урожайность зерна ярового ячменя в зависимости от нефтяного загрязнения  
и приемов рекультивации (2018 г.)

Варианты опыта	Урожайность	Прибавки зерна от, т/га			
		рыхл.	известь	НРК	биопрепарат
Контроль (незагрязненная почва)	$\frac{1,91^*}{100}$				
ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)	$\frac{1,33}{70}$				
ПЗН+Рыхление	$\frac{1,53}{80}$	0,20			
ПЗН+Известь+Рыхление	$\frac{1,53}{80}$		0		
ПЗН+Известь+Рыхление+НРК	$\frac{2,92}{153}$			1,39	
ПЗН+Известь+Рыхление+Биопрепарат	$\frac{1,88}{98}$				0,35
НСР <sub>05</sub> (т/га)		0,15			

Прим.: \* - числитель – в т/га (при стандартной влажности 14,5 %),  
знаменатель – в процентах к уровню контроля.

Внесение в почву агрохимикатов (известь, минеральные удобрения, биопрепарат) предназначено для ускорения биологической деградации нефтяных веществ оптимизируя условия жизнедеятельности нефтеокисляющих микроорганизмов, так и для непосредственного улучшения питания растений и повышения их урожайности.

Материалы таблицы 8 и 9 показывают действие и последствие испытанных приемов восстановления плодородия нефтезагрязненной серой лесной почвы 14-летней давности на продуктивность ярового ячменя.

Урожайность соломы ярового ячменя в зависимости от нефтяного загрязнения и приемов рекультивации (2018 г.)

Варианты опыта	Урожайность	Прибавки соломы от, т/га			
		рыхл.	известь	НРК	биопрепарат
Контроль (незагрязненная почва)	<u>2,18</u> <b>100</b>				
ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)	<u>1,86</u> <b>85</b>				
ПЗН+Рыхление	<u>2,13</u> <b>98</b>	0,27			
ПЗН+Известь+Рыхление	<u>2,14</u> <b>98</b>		0,01		
ПЗН+Известь+Рыхление+НРК	<u>3,42</u> <b>157</b>			1,28	
ПЗН+Известь+Рыхление+Биопрепарат	<u>2,46</u> <b>113</b>				0,32
НСР <sub>05</sub>		0,18			

Прим.: \* числитель - в тоннах на гектар (при влажности 17 %), знаменатель - в процентах к уровню контроля.

На незагрязненной почве урожайность зерна ячменя составила 1,91 т/га, что на 30 % больше, чем на нефтезагрязненной почве (1,33 т/га). Снижение урожайности соломы от старого нефтяного загрязнения, по отношению к контролю, составило 15 %, то есть здесь опять проявилось более сильное отрицательное влияние нефтяного загрязнения на урожайность зерна, нежели соломы.

Рыхление нефтезагрязненной почвы обеспечило получение достоверной прибавки урожая зерна и соломы соответственно 0,20 и 0,27 т/га. Однако эти прибавки в 5-7 раз меньше прибавок полученных от полного минерального удобрения. Как видно, прибавки урожая зерна и соломы от NPK, рассчитанные методом вычленения, равнялась соответственно 1,39 и 1,28 т/га.

Известкование, проведенное на фоне рыхления, не дало прибавки урожая ни зерна, ни соломы. Возможно, слабокислая реакция почвы ( $pH_{\text{сол.}}=5,4$ ) не оказывало угнетающего действия на жизнедеятельность углеводородокисляющих микроорганизмов и на подопытную сельскохозяйственную культуру.

Инокуляция загрязненной нефтью почвы биопрепаратом Байкал ЭМ-1, содержащим комплекс полезной микрофлоры, улучшающих питание растений и защиту от патогенов, проведенная на фоне рыхления и известкования, обеспечила дополнительное получение 0,35 т/га зерна и 0,32 т/га соломы. Как видно, эти прибавки, хоть и больше, чем от рыхления, но примерно в четыре раза меньше прибавок от внесения полного минерального удобрения.

Таким образом, на старозагрязненной серой лесной почве среди испытанных приемов восстановления плодородия нефтезагрязненной почвы наиболее действенным оказалось внесение полного минерального удобрения.

Сочетание приемов рыхления почвы, известкования и инокуляции биопрепаратом Байкал ЭМ-1 обеспечило получение урожая зерна на уровне 98 % к контролю, а урожайность соломы по этому варианту опыта составила 113 % к уровню контроля.

Максимальная урожайность зерна, равная 2,92 т/га или 153 % к уровню контроля, была получена при комплексном применении полного минерального удобрения в сочетании рыхлением и известкованием.

Изменение основных элементов структуры урожая ярового ячменя под влиянием нефтяного загрязнения и приемов рекультивации дано в таблице 10.

Таблица 10

Изменение структуры урожая ярового ячменя под влиянием нефтяного загрязнения и приемов рекультивации (2018 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
Контроль (незагрязненная почва)	<u>321</u> <b>103*</b>	<u>350</u> <b>109</b>	<u>16,4</u> <b>110</b>	<u>33,3</u> <b>119</b>
ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)	<u>312</u> <b>100</b>	<u>320</u> <b>100</b>	<u>14,9</u> <b>100</b>	<u>27,9</u> <b>100</b>
ПЗН+Рыхление	<u>320</u> <b>103</b>	<u>332</u> <b>104</b>	<u>15,6</u> <b>105</b>	<u>29,6</u> <b>106</b>
ПЗН+Известь +Рыхление	<u>320</u> <b>103</b>	<u>331</u> <b>103</b>	<u>15,7</u> <b>105</b>	<u>29,5</u> <b>106</b>
ПЗН+Известь +Рыхление+NPK	<u>336</u> <b>108</b>	<u>387</u> <b>121</b>	<u>19,9</u> <b>134</b>	<u>37,9</u> <b>136</b>
ПЗН+Известь+ Рыхление+Биопрепарат	<u>328</u> <b>103</b>	<u>354</u> <b>111</b>	<u>16,2</u> <b>109</b>	<u>32,8</u> <b>118</b>

Прим.: \* - числитель – абсолютные значения, знаменатель – в процентах к уровню нефтезагрязненной почвы.

На одном квадратном метре незагрязненной почвы к уборке сохранилось 321 растение с 350 колосьями, то есть продуктивная кустистость составила 1,09. В каждом колосе контрольного варианта опыта в среднем содержалось 16,4 шт. зерен при средней массе 1000 зерен 33,3 г. В целом на

контрольном варианте зерна оказались некрупными и слабо выполненными, о чем свидетельствует масса 1000 зерен.

Старое нефтяное загрязнение ухудшило все изученные показатели структуры урожая ячменя. Наиболее сильное отрицательное влияние нефтяное загрязнение оказало на массу 1000 зерен и на озерненность колоса. Так, если на загрязненной почве число растений и колосьев на единицу площади снизилось по сравнению с контролем на 3 и 9 %, то число зерен в колосе и масса 1000 зерен соответственно на 10 и 19 %.

Все испытанные приемы восстановления плодородия нефтезагрязненной почвы положительно повлияли на элементы структуры урожая, однако вклад каждого из них на урожайность оказался неодинаковым. Повышение урожайности зерна от всех приемов рекультивации в первую очередь происходило за счет роста массы 1000 зерен. Увеличение этого показателя в зависимости от сочетания приемов рекультивации составило, по отношению к уровню нефтезагрязненной почвы, от 6 до 36 %. Приемы рекультивации загрязненной почвы наименьшее влияние оказали на густоту стояния растений: увеличение числа растений на единицу площади составило лишь 3-8 %.

Характер действия минеральных удобрений и биопрепарата Байкал ЭМ-1 на элементы структуры урожая ячменя несколько различался. Вторым элементом структуры урожая, проявившим большое влияние на урожайность зерна ячменя при внесении минеральных удобрений, оказался число зерен в колосе, а в случае инокуляции почвы биопрепаратом - число колосьев на единицу площади. Возрастающий ряд элементов структуры урожая по вкладу на повышение урожайности зерна ячменя по варианту опыта «ПЗН+Известь+Рыхление+НРК» выглядит следующим образом: число растений на единицу площади < число колосьев на единицу площади < число зерен в колосе < масса 1000 зерен. Аналогичный ряд для варианта опыта «ПЗН+Известь+ Рыхление+Биопрепарат» выглядит несколько иначе: число

растений на единицу площади < число зерен в колосе < число колосьев на единицу площади < масса 1000 зерен.

Продуктивная кустистость, являющийся производным показателем из двух элементов структуры урожая (число растений и колосьев на единицу площади) так же оказала существенное влияние на урожайность зерна ячменя (рис. 5).

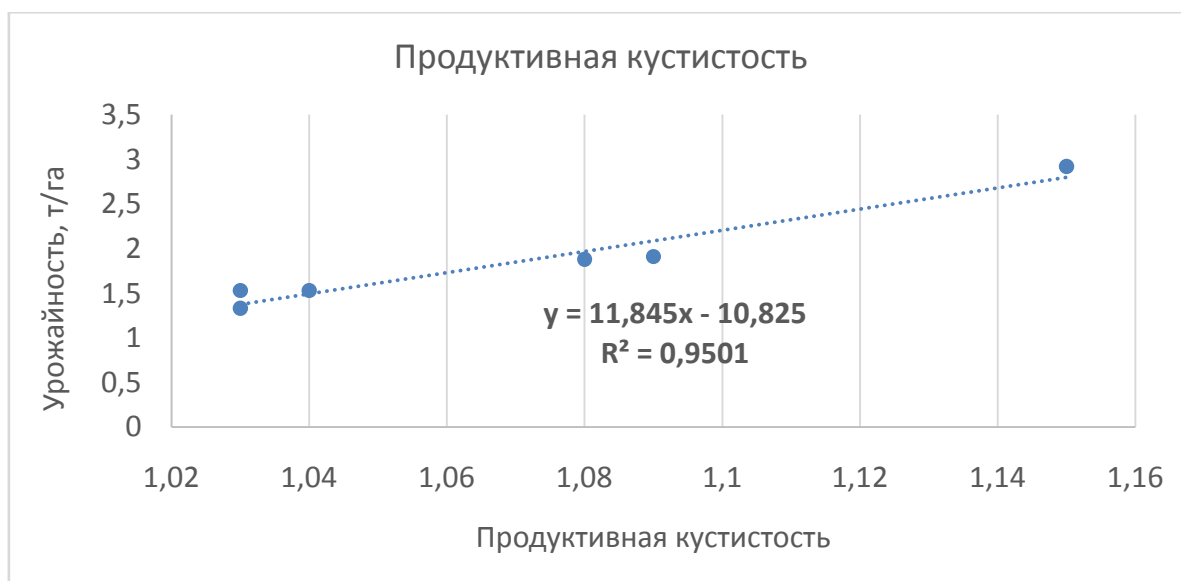


Рис. 5. Зависимость урожайности зерна ячменя от продуктивной кустистости

Линейная зависимость урожайности ( $Y$ ) от продуктивной кустистости ( $x$ ) можно было описать уравнением:

$$Y=11,845 \cdot x-10,825$$

О наличии тесной положительной корреляционной зависимости урожайности зерна от продуктивной кустистости свидетельствует величина коэффициента детерминации ( $R^2 = 0,9501$ ).

### 3.3 Содержание основных макроэлементов в урожае ярового ячменя в зависимости от нефтяного загрязнения и приемов рекультивации

Влияние старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на содержание основных макроэлементов в зерне и соломе ярового ячменя в 2018 г. демонстрируется данными таблиц 11 и 12.

Таблица 11

Влияние старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на содержание основных макроэлементов в зерне ярового ячменя в 2018 г.

Варианты опыта	Содержание*, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль (незагрязненная почва)	<u>2,35</u> <b>98**</b>	<u>0,78</u> <b>99</b>	<u>0,64</u> <b>96</b>
ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)	<u>2,40</u> <b>100</b>	<u>0,79</u> <b>100</b>	<u>0,67</u> <b>100</b>
ПЗН+Рыхление	<u>2,38</u> <b>99</b>	<u>0,79</u> <b>100</b>	<u>0,66</u> <b>98</b>
ПЗН+Известь+Рыхление	<u>2,39</u> <b>100</b>	<u>0,78</u> <b>99</b>	<u>0,66</u> <b>98</b>
ПЗН+Известь+Рыхление+NPK	<u>2,47</u> <b>103</b>	<u>0,80</u> <b>101</b>	<u>0,67</u> <b>100</b>
ПЗН+Известь+ Рыхление+Биопрепарат	<u>2,40</u> <b>100</b>	<u>0,78</u> <b>99</b>	<u>0,65</u> <b>97</b>

Прим.: \* - на абсолютно сухой вес; \*\* - относительные проценты по отношению к уровню нефтезагрязненной почвы.

Общее содержание азота, фосфора и калия в зерне, выращенной на незагрязненной почве, составило соответственно 2,35; 0,78 и 0,64 %. Как видно, содержание азота оказалось больше фосфора и калия в 3,01 и 3,67 раза. Совершенно иное соотношение питательных элементов наблюдается в

Влияние старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на содержание основных макроэлементов в соломе ярового ячменя в 2018 г.

Варианты опыта	Содержание*, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль (незагрязненная почва)	<u>0,54</u> <b>98**</b>	<u>0,15</u> <b>94</b>	<u>1,09</u> <b>98</b>
ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)	<u>0,55</u> <b>100</b>	<u>0,16</u> <b>100</b>	<u>1,11</u> <b>100</b>
ПЗН+Рыхление	<u>0,54</u> <b>98</b>	<u>0,15</u> <b>94</b>	<u>1,10</u> <b>99</b>
ПЗН+Известь+Рыхление	<u>0,54</u> <b>98</b>	<u>0,15</u> <b>94</b>	<u>1,10</u> <b>99</b>
ПЗН+Известь+Рыхление+NPK	<u>0,61</u> <b>111</b>	<u>0,17</u> <b>106</b>	<u>1,12</u> <b>101</b>
ПЗН+Известь+ Рыхление+Биопрепарат	<u>0,56</u> <b>102</b>	<u>0,16</u> <b>100</b>	<u>1,10</u> <b>99</b>

Прим.: \* - на абсолютно сухой вес; \*\* - относительные проценты по отношению к уровню нефтезагрязненной почвы.

соломе ярового ячменя, где больше всего содержится калия (1,09 %). По сравнению с калием, азота в соломе обнаружилось в 2 раза меньше, а фосфора – в 7,27 раза.

Старое нефтяное загрязнение и приемы рекультивации оказали слабое влияние на химический состав растений ярового ячменя. Так, в зерне содержание изученных макроэлементов под влиянием нефтяного загрязнения повысилось на 1-4 относительных процента. Можно предположить, что задержка накопления органических веществ растениями под действием нефтяного загрязнения оказалась более значимым, чем подавление процессов поглощения указанных питательных веществ из почвы.



Ещё слабее проявилось действие на содержание указанных макроэлементов в зерне ячменя испытанных приемов рекультивации: колебания содержания питательных элементов под их влиянием в ту или иную сторону составили всего 1-3 относительных процента.

По сравнению с зерном, состав соломы ячменя под действием старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации изменился несколько заметнее. Так, в соломе ячменя, полученного на нефтезагрязненной почве, превышение значений контроля (незагрязненная почва) составило 2-6 %.

В составе соломы ячменя относительно рельефнее проявилось и влияние приемов рекультивации. Правда разные приемы рекультивации действовали в противоположных направлениях: если рыхление, в том числе в сочетании с известкованием, снизило содержание NPK на 1-6 относительных процентов, то минеральные удобрения и, в меньшей степени, биопрепарат Байкал ЭМ-1 повысили их содержание. Внесение полного минерального удобрения более заметное влияние оказало на содержание в соломе общего азота и фосфора.

Таким образом, в целом старое нефтяное загрязнение серой лесной почвы и приемы восстановления её плодородия оказали слабое влияние на содержание в растениях ярового ячменя общего азота, фосфора и калия. Можно было заметить лишь незначительное повышение содержания указанных элементов в урожае, выращенном на загрязненной почве, и в случае внесения полного минерального удобрения в качестве рекультивирующего приема. Относительно рельефнее проявилось влияние нефтяного загрязнения и приемов рекультивации в химическом составе соломы ячменя.

### **3.4 Действие нефти и приемов рекультивации на хозяйственный вынос и коэффициенты использования питательных веществ ячменем**

Важными агрохимическими показателями являются нормативный и хозяйственный выноса питательных элементов сельскохозяйственными культурами. Именно они представляются базовыми нормативными параметрами для определения норм удобрений. Поэтому установление значений этих показателей для каждой зоны, почвенного типа, подтипа и т.д. в полевых опытах имеет не только научное и большое практическое значение.

В таблице 13 представлены расчеты хозяйственного выноса азота, фосфора и калия яровым ячменем в зависимости от нефтяного загрязнения серой лесной почвы и приемов её рекультивации. Хозяйственный вынос, как известно, показывает количество тех или иных веществ, отчуждаемых в составе основной и побочной продукции, но не включает то их количество, которое остается в поле в составе корневых и пожнивных остатков. В практике применения удобрений именно размеры хозяйственного выноса, чаще всего используются для расчета норм удобрений и баланса питательных веществ в земледелии [Минеев, 2004].

Хозяйственные выноса азота, фосфора и калия яровым ячменем на незагрязненной почве (контроль) составили соответственно 48,2; 15,4 и 30,2 кг/га. Как видно, больше всего с урожаем ячменя было вынесено азота. Его доля от суммы этих трех основных элементов питания составило 51 %, а доля фосфора и калия соответственно – 17 и 32 %. Интересно, что азот и фосфор в основном были отчуждены в составе зерна (80-82 % от хозяйственного выноса), а калий в составе соломы (65 % от хозяйственного выноса).

Под действием старого нефтяного загрязнения хозяйственные выноса азота, фосфор и калия уменьшились соответственно на 35, 34 и 22 %. Это произошло несмотря на то, что, как было отмечено выше, процентное

Действие старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации серой лесной почвы на хозяйственный вынос основных питательных элементов яровым ячменем в 2018 г.

Варианты опыта	Вынос, кг/га		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Вынос зерном			
Контроль (незагрязненная почва)	38,4	12,7	10,5
ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)	27,3	9,0	7,6
ПЗН+Рыхление	31,1	10,3	8,6
ПЗН+Известь+Рыхление	31,3	10,2	8,6
ПЗН+Известь+Рыхление+NPK	61,7	20,0	16,7
ПЗН+Известь+ Рыхление+Биопрепарат	38,6	12,5	10,4
Вынос соломой			
Контроль (незагрязненная почва)	9,8	2,7	19,7
ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)	8,5	2,5	17,1
ПЗН+Рыхление	9,5	2,7	19,4
ПЗН+Известь+Рыхление	9,6	2,7	19,5
ПЗН+Известь+Рыхление+NPK	17,3	4,8	31,8
ПЗН+Известь+ Рыхление+Биопрепарат	11,4	3,3	22,5
Хозяйственный вынос			
Контроль (незагрязненная почва)	<u>48,2</u> <b>135*</b>	<u>15,4</u> <b>134</b>	<u>30,2</u> <b>122</b>
ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)	<u>35,8</u> <b>100</b>	<u>11,5</u> <b>100</b>	<u>24,7</u> <b>100</b>
ПЗН+Рыхление	<u>40,6</u> <b>113</b>	<u>13,0</u> <b>113</b>	<u>28,0</u> <b>113</b>
ПЗН+Известь+Рыхление	<u>40,9</u> <b>114</b>	<u>12,9</u> <b>112</b>	<u>28,1</u> <b>114</b>
ПЗН+Известь+Рыхление+NPK	<u>79,0</u> <b>221</b>	<u>24,8</u> <b>216</b>	<u>48,5</u> <b>196</b>
ПЗН+Известь+ Рыхление+Биопрепарат	<u>50,0</u> <b>140</b>	<u>15,8</u> <b>137</b>	<u>32,9</u> <b>133</b>

Прим.: \* - в процентах к уровню нефтезагрязненной почвы.

содержание всех трех питательных элементов как в зерне, так и соломе ячменя на загрязненной почве несколько повысилось. Другими словами, уменьшение хозяйственного выноса яровым ячменем на нефтезагрязненной почве, по сравнению с контролем, произошло только за счет снижения урожайности.

Все приемы рекультивации увеличили хозяйственный вынос всех трех питательных элементов. Благодаря рыхлению нефтезагрязненной почвы хозяйственные выносы азота, фосфора и калия возросли на 13 %. Известкование, проведенное на фоне рыхления почвы, практически не оказало влияние на величину ни одного изученного питательного элемента.

Комплексное применение рыхления, известкования и полного минерального удобрения резко увеличило хозяйственные выносы всех питательных элементов. По отношению к показателям выносов, полученных на нефтезагрязненной почве, по данному варианту опыта хозяйственные выносы азота, фосфора и калия выросли соответственно в 2,21; 2,16 и 1,96 раза.

По варианту опыта «ПЗН+Известь+Рыхление+Биопрепарат» хозяйственные выносы NPK оказались чуть выше уровня таковых на незагрязненной почве, но примерно в 1,5 раза меньше, чем в случае внесения минеральных удобрений. Таким образом, замена внесения полного минерального удобрения инокуляцией загрязненной почвы биопрепаратом Байкал ЭМ-1 не позволила получить аналогичных урожаев ячменя, и поэтому привело к весьма существенному снижению хозяйственных выносов азота, фосфора и калия.

При определении норм минеральных удобрений весьма важными агрохимическими показателями, наряду с хозяйственными и нормативными выносами, являются коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений, которые подвержены сильным колебаниям в зависимости от множества факторов. Действие старого нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на коэффициенты использования

азота, фосфора и калия яровым ячменем из почвы и минеральных удобрений показано в таблице 14.

Таблица 14

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

Варианты опыта	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Из почвы*			
Контроль (незагрязненная почва)	<u>0,730</u> <b>100</b>	<u>0,040</u> <b>100</b>	<u>0,080</u> <b>100</b>
ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)	<u>0,542</u> <b>74</b>	<u>0,030</u> <b>75</b>	<u>0,065</u> <b>81</b>
ПЗН+Рыхление	<u>0,615</u> <b>84</b>	<u>0,034</u> <b>85</b>	<u>0,074</u> <b>92</b>
ПЗН+Известь+Рыхление	<u>0,620</u> <b>85</b>	<u>0,034</u> <b>85</b>	<u>0,074</u> <b>92</b>
ПЗН+Известь+ Рыхление+Биопрепарат	<u>0,758</u> <b>104</b>	<u>0,041</u> <b>103</b>	<u>0,087</u> <b>109</b>
Из минеральных удобрений***			
ПЗН+Известь+Рыхление+НРК	0,706	0,238	0,498

Прим.: \* - запасы подвижных форм азота, фосфора и калия в пахотном слое почвы соответственно равны 66, 384 и 378 кг/га;

\*\* - в процентах к уровню контроля;

\*\*\* - нормы внесения азота, фосфора и калия в составе минеральных удобрений соответственно равны 54, 50 и 41 кг д.в./га.

Коэффициенты использования питательных элементов яровым ячменем из почвы (КИП) рассчитаны путем деления хозяйственных выносов на почвенные запасы их доступных форм в пахотном слое по тем вариантам опыта, где минеральные удобрения не были внесены. При этом запасы подвижных форм азота, фосфора и калия в пахотном слое почвы составили соответственно 66, 384 и 378 кг/га.

На незагрязненной почве, взятой в качестве контроля, коэффициенты использования яровым ячменём минерального азота, подвижных форм фосфора и калия равнялись соответственно 0,730; 0,040 и 0,080. Сравнивая эти величины с данными таблицы 4, где приведены использованные для расчета норм минеральных удобрений справочные КИП, можно отметить, что фактические значения КИП подвижных форм фосфора и калия оказались меньше справочных значений, а минерального азота – больше.

Под действием старого нефтяного загрязнения коэффициенты использования минерального азота и подвижного фосфора снизились примерно на 1/4, а подвижного калия – на 1/5.

Рыхление нефтезагрязненной почвы коэффициенты использования питательных веществ почвы повысило примерно на 1/10. Коэффициенты использования подвижных форм NPK нефтезагрязненной почвы от известкования не изменились.

Представленные данные позволяют предположить, что инокуляция нефтезагрязненной почвы биопрепаратом Байкал ЭМ-1 позволила лучше использовать питательные вещества почвы, благодаря чему коэффициенты использования всех трех питательных веществ выросли на 17-19 относительных процента и превысили уровень незагрязненной почвы.

Коэффициенты использования питательных веществ минеральных удобрений, внесенных в нефтезагрязненную почву нормой  $N_{54}P_{50}K_{41}$ , составили: 0,706 (азот); 0,238 (фосфор) и 0,498 (калий). Сопоставляя эти величины с данными таблицы 4, где приведены зональные [Система земледелия РТ, 2013] усредненные цифры, можно отметить, что фактические значения коэффициентов использования азота и фосфора оказались выше зональных соответственно в 1,18 и 1,19 раза. В то же время, фактическая величина КИУ калия оказалась меньше зонального значения в 1,20 раза.

Таким образом, под действием старого нефтяного загрязнения хозяйственные выноса азота, фосфор и калия яровым ячменём уменьшились соответственно на 35, 34 и 22 %. Приемы рекультивации нефтезагрязненной

серой лесной почвы, за исключением известкования, оказали существенное влияние на вынос питательных элементов яровым ячменём. Хозяйственный вынос NPK на нефтезагрязненной почве под действием рыхления вырос примерно в 1,13 раз, биопрепарата – 1,17-1,22 раза, полного минерального удобрения – 1,73-1,93 раза.

Под действием старого нефтяного загрязнения коэффициенты использования минерального азота и подвижного фосфора снизились примерно на 1/4, а подвижного калия – на 1/5. Коэффициенты использования питательных веществ нефтезагрязненной почвы повысились под действием рыхления примерно в 1,13-1,14 раза, биопрепарата -1,18-1,22 раза и остались неизменными при известковании.

### **3.5 Экономическая эффективность возделывания ярового ячменя в зависимости от нефтяного загрязнения, агрохимикатов и рыхления почвы**

Для оценки результативности приемов возделывания сельскохозяйственных культур или воспроизводства плодородия почв наряду с определением агрономической эффективности чрезвычайно важным представляется определение их экономической эффективности путем сопоставления произведенных затрат и стоимости произведенной продукции. Расчеты экономической эффективности возделывания ярового ячменя в зависимости от нефтяного загрязнения и приемов рекультивации даны в таблице 15.

Стоимость товарной продукции, рассчитанная из средней цены реализации 1 тонны зерна ярового ячменя (7500 руб.), на незагрязненной почве составила 14325 руб./га. При этом общие затраты на возделывание ячменя, рассчитанные по технологическим картам (см. приложения 4-9), равнялись 11982 руб./га.

Зависимость экономической эффективности возделывания ярового ячменя от нефтяного загрязнения и приемов рекультивации (2018 г.)

Варианты опыта	Показатели			
	Стоимость товарной продукции*, руб./га	Общие затраты**, руб./га	Условная прибыль (убыток), руб./га	УР или УУ***, %
Контроль (незагрязненная почва)	14325	11982	2343	19,6
ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)	9975	11736	-1761	-15,0
ПЗН+Рыхление	11475	12398	-923	-7,4
ПЗН+Известь+Рыхление	11475	12830	-1355	-10,6
ПЗН+Известь+Рыхление+NPK	21900	18852	3048	16,2
ПЗН+Известь+Рыхление+Биопрепарат	14100	13851	249	1,8

Прим.: \* - цена реализации зерна 7500 руб.;

\*\* - затраты рассчитаны по технологическим картам;

\*\*\*- уровень рентабельности или уровень убыточности;

Следовательно, на незагрязненной почве (контроль) производство ярового ячменя оказалось экономически рентабельным и обеспечило получение с каждого гектара 2343 рубля условной прибыли при уровне рентабельности 19,6 %.

Однократное нефтяное загрязнение, произошедшее 14 лет тому назад, снизило стоимость товарной продукции с одного гектар на 4350 руб., в результате чего возделывание ячменя на зерно стало экономически убыточным. Как видно, на нефтезагрязненной почве без приемов рекультивации ежегодный убыток составил 1761 руб./га.



Все испытанные приемы рекультивации нефтезагрязненной почвы увеличили стоимость товарной продукции, однако не во всех вариантах опыта они оказались экономически оправданными, так как нередко опережающими темпами росли затраты на возделывание культуры. Рыхление нефтезагрязненной почвы уменьшило убыточность возделывания ячменя на загрязненной почве почти в два раза, но не устранило её. Экономически невыгодным оказалось и известкование загрязненной почвы. При сочетании рыхления и известкования убыток с каждого гектара составил 1355 руб.

Максимальный выход товарной продукции на сумму 21900 руб./га и наибольшая условная прибыль (3048 руб./га) были получены при внесении полного минерального удобрения на фоне известкования и рыхления нефтезагрязненной почвы.

В случае замены внесения минеральных удобрений инокуляцией биопрепаратом Байкал ЭМ-1 уровень рентабельности резко снизился и размер условной прибыли составил только 249 руб./га.

Наряду с величиной прибыли и уровнем рентабельности, не менее важным экономическим показателем эффективности тех или иных приемов является себестоимость товарной продукции. Представленные в таблице 16 данные показывают, что самое дешевое зерно ячменя было получено на незагрязненной почве (6273 руб./т). По отношению к нему себестоимость зерна ячменя, выращенного на нефтезагрязненной почве, выросла в 1,41 раза. Испытанные приемы восстановления плодородия нефтезагрязненной почвы, кроме известкования, снизили себестоимость зерна: рыхление на 8 %, внесение биопрепарата Байкал ЭМ-1 – 12 %, полного минерального удобрения – 22 % по отношению к уровню нефтезагрязненной почвы. Следовательно, самым эффективным приемом рекультивации нефтезагрязненной почвы оказалось внесение минеральных удобрений. Среди испытанных вариантов рекультивации самое дешевое зерно (6456 руб./т) было получено в случае сочетания внесения минеральных удобрений на фоне рыхления и известкования.

Влияние нефтяного загрязнения и приемов рекультивации на себестоимость зерна ярового ячменя (2018 г.)

Варианты опыта	Себестоимость зерна		
	руб./т	%	%
Контроль (незагрязненная почва)	6273	100	71*
ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)	8824	141**	100
ПЗН+Рыхление	8104	129	92
ПЗН+Известь+Рыхление	8386	134	95
ПЗН+Известь+Рыхление+NPK	6456	103	73
ПЗН+Известь+ Рыхление+Биопрепарат	7368	117	83

Прим.: \* - в процентах к уровню нефтезагрязненной почвы;

\*\* - в процентах к уровню незагрязненной почвы (контроля).

Таким образом, возделывание ярового ячменя на серой лесной почве, загрязненной нефтью из расчета 20 л/м<sup>2</sup> 14 лет тому назад, оказалось убыточным. Самое дешевое зерно, максимальная условная прибыль с единицы площади было получено при комплексном применении рыхления, известкования и внесения полного минерального удобрения. Внесение биопрепарата Байкал ЭМ-1 в качестве альтернативы минеральным удобрениям привело к резкому снижению уровня рентабельности производства зерна яровой пшеницы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного эксперимента позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Однократное загрязнение серой лесной почвы нефтью из расчета 20 л/м<sup>2</sup> приводило к статистически достоверному снижению урожая ярового ячменя в течение 14 лет с момента загрязнения. По мере старения загрязнения происходило постепенное приближение урожаев на загрязненной почве к уровню урожая контрольной (незагрязненной) почвы. Во все годы наблюдения снижение урожая зерна от нефтяного загрязнения серой лесной почвы было более значимым, чем снижение урожайности соломы.

2. На старозагрязненной серой лесной почве среди испытанных приемов восстановления плодородия нефтезагрязненной почвы наиболее действенным оказалось внесение полного минерального удобрения, которое в комплексе с рыхлением и известкованием обеспечило получение максимальной урожайности (2,92 т/га или 153 % к уровню контроля) ярового ячменя.

3. Повышение урожайности зерна ячменя от всех приемов рекультивации в первую очередь происходило за счет роста массы 1000 зерен. Увеличение этого показателя в зависимости от сочетания приемов рекультивации составило, по отношению к уровню нефтезагрязненной почвы, от 6 до 36 %. Приемы рекультивации загрязненной почвы наименьшее влияние оказали на густоту стояния растений: увеличение числа растений на единицу площади составило лишь 3-8 %.

4. Старое нефтяное загрязнение серой лесной почвы и приемы восстановления её плодородия оказали слабое влияние на содержание в растениях ярового ячменя общего азота, фосфора и калия. Можно было заметить лишь незначительное повышение содержания указанных элементов в урожае, выращенном на загрязненной почве, и в случае внесения полного

минерального удобрения в качестве рекультивирующего приема. Относительно рельефнее проявилось влияние нефтяного загрязнения и приемов рекультивации в химическом составе соломы ячменя.

5. Под действием старого нефтяного загрязнения хозяйственные выноса азота, фосфор и калия яровым ячменём уменьшились соответственно на 35, 34 и 22 %. Приемы рекультивации нефтезагрязненной серой лесной почвы, за исключением известкования, оказали существенное влияние на вынос питательных элементов яровым ячменём. Хозяйственный вынос NPK на нефтезагрязненной почве под действием рыхления вырос примерно в 1,13 раз, биопрепарата – 1,17-1,22 раза, полного минерального удобрения – 1,73-1,93 раза.

6. Коэффициенты использования минерального азота и подвижного фосфора серой лесной почвы под влиянием старого нефтяного загрязнения снизились примерно на 1/4, а подвижного калия – на 1/5. Коэффициенты использования питательных веществ нефтезагрязненной почвы повысились под действием рыхления примерно в 1,13-1,14 раза, биопрепарата -1,18-1,22 раза и остались неизменными при известковании.

7. Возделывание ярового ячменя на серой лесной почве, загрязненной нефтью из расчета 20 л/м<sup>2</sup> 14 лет тому назад, оказалось убыточным. Самое дешевое зерно и максимальная условная прибыль с единицы площади были получены при комплексном применении рыхления, известкования и внесения полного минерального удобрения. Внесение биопрепарата Байкал ЭМ-1 в качестве альтернативы минеральным удобрениям привело к резкому снижению уровня рентабельности производства зерна яровой пшеницы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуев, М. Р. Рекультивация нефтезагрязненных земель в Азербайджане / М.Р. Абдуев, А.О. Аскеров // Вест.с.-х.наук., 1979, №1, - С.57-61.
2. Алиев, С.А. Рекомендации по рекультивации нефтезагрязненных земель / С.А. Алиев, Д.В. Гвозденко, М.П. Бабаев, Д.А. Гаджиев. - Баку: Эли, 1981. – 26 с.
3. Андерсон, Р.К. Экологические последствия загрязнения нефтью / Р.К. Андерсон, А.Х. Мукатанов, Т.Ф. Бойко // Экология. - 1980. - № 6. - С. 21 – 25.
4. Антропогенное воздействие на природную среду. - Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/8055650/page:8>. Дата обращения 20.03.2019.
5. Биопрепараты для ликвидации загрязнений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5865387/page:30/>. Дата обращения 12.02.2019
6. Борисоник З.Б. Ячмень яровой. – М.: Колос, 1974. – 255 с.
7. Булатов В.И. Нефть и экология: научные приоритеты в изучении нефтегазового комплекса. Аналит. обзор / ГПНТБ СО РАН, Югорский на-уч.-исследовательский институт информационных технологий. Новосибирск, 2004. - 155 с.
8. Вавер, В.И. Рекультивация земель загрязнённых нефтью [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://2nature.ru/soil\\_recultivation](http://2nature.ru/soil_recultivation). Дата обращения 12.05.2018.
9. В «Татнефти» состоялась ежегодная конференция трудового коллектива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tatneft.ru/press-tsentr/press-relizi/more/5039?lang=ru>. Дата обращения 12.05.2018.

10. Габбасова, И.М. Деструкция нефтепродуктов в техногенно – нарушенных почвах Башкортостана с использованием биопрепаратов и биостимуляторов / И.М. Габбасова, Т.Ф. Бойко, Н.Ф. Галимзянова, Ф.Х. Хазиев, Р.Р. Сулейманов // Проблемы антропогенного почвообразования: Тез. докл. Международной конф., Т. 2. – М., 1997. - С. 269-272.

11. Герасимова, М.И. Антропогенные почвы (генезис, география, рекультивация) / М.И. Герасимова, Н.М. Строганова, Н.В. Макарова, Т.В. Прокофьева. – М.: Агропромиздат, 2003. - 224 с.

12. Гилязов, М.Ю. Агроэкологическая характеристика и приемы рекультивации нефтезагрязненных черноземов Республики Татарстан / М.Ю. Гилязов, И.А. Гайсин – Казань: ФЭН, 2003. – 228 с.

13. Гилязов, М.Ю. Нефтезагрязненные почвы Республики Татарстан и приемы их рекультивации / М.Ю. Гилязов, И.А. Гайсин, А.А. Яппаров. - Казань: Центр инновационных технологий, 2009. - 244 с.

14. Гилязов, М. Ю. Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от уровня и давности нефтяного загрязнения серой лесной почвы / М.Ю. Гилязов, А.Р. Равзутдинов // Зерновое хозяйство России. 2014. № 2 (32). С. 8–11.

15. Голованов, А.И. Рекультивация нарушенных земель / А.И. Голованов, Ф.М. Зимин, В.И. Сметанин. – СПб.: Издательство «Лань», 2025. – 336 с.

16. Гусейнов, Д.М. Изучение и применение нефтяного ростового вещества (НРВ) в сельском хозяйстве культур / Д.М. Гусейнов // Нефтяные удобрения и стимуляторы в сельском хозяйстве. - Баку: Изд-во АН АзССР, 1966. - С. 7-11.

17. Давыдова, И.Ю. Факторы деградации почв, загрязненных углеводородами нефти и условия их ремедиации / И.Ю. Давыдова, Ю.А. Мажайский, В.Ф. Евтюхин // Нейтрализация загрязненных почв. Под общей редакцией Ю.А. Мажайского. - Рязань, 2008. - С. 152-172.

18. Добыча нефти в РФ в 2018 году повысилась на 1,6 % [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.interfax.ru/business/644895>. Дата обращения 12.05.2019.

19. Донцова А.А., Филиппов Е.Г., Донцов Д.П., Терновая Е.А. Производство ячменя в мире и России. Зерновое хозяйство России. – 2016. - 48(6). – С. 7-13.

20. Доспехов Б.А. Методика опытного дела. 5-е изд., перераб. и доп. / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.

21. Другов, Ю. С. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс]: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf: 273 с.). — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.

22. Журавлева М.В. Влияние НРВ на рост сеянцев и саженцев лесных древесных пород Текст. / М.В. Журавлева, А.В. Савина // Нефтяные удобрения и стимуляторы в сельском хозяйстве. Баку: Изд-во АН АзССР, 1965. - С. 383-385.

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

24. Киреева, Н.А. Комплексное биотестирование нефтезагрязненных почв / Н.А. Киреева, Т.Р. Кабиров, И.Е. Дубовик // Теоретическая и прикладная экология. - 2007. - № 1. - С. 28- 32.

25. Киреева, Н.А. Накопление бенз(а)пирена в системе «почва-растение» при загрязнении нефтью и внесении активного ила / Н.А. Киреева, Е.И. Новоселова, Н.И. Ерохина, А.С. Григориади // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2009. - № 6 (100). - С. 579-581.

26. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. - М.: КолосС, 2010. - 687 с.

27.Куликова, И. Ю. Современные технологии очистки почвенных территорий и водных акваторий от нефтяного загрязнения / И. Ю. Куликова, И. С. Держинская // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. - 2008. - Вып. 25. - С. 72-75.

28.Курочкина, Г.Н. Влияние нового биопрепарата на ремедиацию нефтезагрязненной серой лесной почвы / Г.Н. Курочкина, А.Н. Шкидченко, А.А. Амелин // Почвоведение. - 2004. - № 10. - С. 1241 – 1249.

29.Литвиненко, С.Н. Защита нефтепродуктов от действия микроорганизмов / Литвиненко С.Н. – М.: Химия, 1977. – 143 с.

30.Мажайский, Ю.А. Нефть и нефтепродукты - токсичные загрязнители почв / Ю.А. Мажайский и др. // Нейтрализация загрязненных почв. Под общей редакцией Ю.А. Мажайского. - Рязань, 2008. - С. 149-152.

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

32.Маликов А. «Татнефть» вновь стала абсолютным ЭКОлидером Татарстана (Электронный ресурс) – Режим доступа: <https://rg.ru/2016/12/16/reg-pfo/tatneft-vnov-stala-absolutnym-ekoliderom-tatarstana.html>. Дата обращения 05.04.2017.

33.Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М: Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 720 с.

34.Мифтахова А.М. Прямое и трансбиотическое влияние нефтяного загрязнения почв на высшие растения. Автореф. дисс. . к.б.н. — Уфа: БГУ, 2002.- 18с.

35.Оборин, А.А. Земли, загрязненные нефтью: самоочищение, естественное зарастание, рекультивация / А.А. Оборин, И.И.Шилова, И.Г.Калачникова, Л.А.Даншенко, Т.Н. Каркишко // Проблемы рекультивации нарушенных земель: Тез. докл. V Уральского совещания.- Свердловск, 1988. - С. 136-137.



36.Оборин, А. А. Нефтезагрязненные биоценозы / А. А. Оборин, В. Т. Хмурчик, С. А. Иларионов, М. Ю. Маркарова. - Пермь, 2008. - 511 с.

37.Орлов, Д.С. Химическое загрязнение почв и их охрана: Словарь-справочник / Д.С. Орлов, М.С. Малинина, Г.В. Мотузова, Л.К. Садовникова, Т.А. Соколова. - М.: Агропромиздат, 1991. - 303 с.

38.Охрана и рациональное использование земель. – Режим доступа: [http://ecologylaw.narod2.ru/ohrana\\_zemel](http://ecologylaw.narod2.ru/ohrana_zemel). Дата обращения 04.04.2017.

39.Пакуль В.Н. Потенциальные возможности ярового ячменя в условиях северной лесостепи Западной Сибири. / Н.А. Лапшинов, В.Н. Пакуль, В.П. Буренок, Л.А. Язева // Кормопроизводство. – 2008. - № 1. – С. 20 – 24.

40.Пиковский, Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводов в окружающей среде / Ю.И. Пиковский. - М.: Изд – во Моск. ун-та, 1993. – 207 с.

41.Пиковский, Ю.И. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами / Ю.И. Пиковский, А.Н. Геннадиев, С.С. Чернянский, Г.Н. Сахаров // Почвоведение. - 2003. - № 9. - С.1132 -1140.

42.Прогнозируемые посевные площади ячменя в мире [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.grainprice.ru/news/tag/2/15143-prognoziruemye-posevnyue-ploshchadi-yachmenya-v-mire>. Дата обращения 12.05.2019

43.Почвы и земельные ресурсы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru/gosdoklad-eco-2015/land.html>. Дата обращения 14.05.2017.

44.Рогозина Е.А., Андреева О.А., Жаркова С.И., Мартынова Д.А., Орлова Н.А. Сравнительная характеристика отечественных биопрепаратов, предлагаемых для очистки почв и грунтов от загрязнения нефтью и нефтепродуктами //Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2010. - Т.5. -

№3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ngtp.ru/rub/7/37\\_2010.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/7/37_2010.pdf). Дата обращения 23.03.2019.

45. Сангаджиева, О.С. Экспериментальное изучение биологической очистки нефтезагрязненных почв накопительной микробной культурой / О.С. Сангаджиева, М.А. Ключаева, О.Б. Сопрунова // Экологические системы и приборы. - 2009. - № 11. - С. 12-15.

46. Селектор, Г.Х. Сбывшаяся мечта садоводов / Г.Х. Селектор. – Казань, 2003. – 33 с.

47. Система земледелия Республики Татарстан: ч. 2. Агротехнологии производства продукции растениеводства. Казань: Центр инновационных технологий, 2014. - 292 с.

48. Ситдииков, Р. Н. Влияние нефтепромысловых поллютантов и рекультивации на агрофизические свойства почв Приуралья Республики Башкортостан: автореферат дис. канд. с.-х. наук / Р.Н. Ситдииков. - Уфа, - 2002. – 24 с.

49. Стом Д.И., Потапов Д.С., Балаян А.Э., Матвеева О.Н. Трансформация нефти в почве микробиологическим препаратом и дождевыми червями // Почвоведение. - 2003. - Т. 36. - №. 3. - С. 359-361.

50. Тишкина, Е. И. Влияние нефтяного загрязнения на свойства серых лесных почв Предуралья и пути восстановления их плодородия: автореферат дис. канд. биол. наук / Е.И. Тишкина. – Воронеж, 1989. – 22 с.

51. Украинцев А.Д., Синицин А.Н., Крашенинникова Т.К. Проблемы биологической ремедиации территории // Сб. докладов 1 Российского симпозиума по биологической безопасности. 23 октября 2003 г. Москва.

52. Хазиев, Ф. Х. Экология почв Башкортостана / Ф.Х. Хазиев. - Уфа: ГИЛЕМ, 2012. - 312 с.

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

54.Цулаия, А.М. Функционально-морфологические изменения высших растений при действии нефтяного, солевого и нефтесолевого загрязнения почв. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Тюмень, 2012. – 20 с.

55.Экологическая деятельность ОАО «Татнефть». - Режим доступа: [http://www.tatneft.ru/wps/wcm/connect/tatneft/portal\\_rus/ecology/ekologicheskaya\\_deyatelnost](http://www.tatneft.ru/wps/wcm/connect/tatneft/portal_rus/ecology/ekologicheskaya_deyatelnost). Дата обращения 20.05.2017.

56.Anchugova E.M., Melekhina E.N., Markarova M.Y. etc. Approaches to the assessment of the efficiency of remediation of oil-polluted soils // Eurasian Soil Science. - 2016. - Vol. 49. - № 2. - P. 234-237.

57.Kabirov R.R., Safiullina L.M., Kireeva N.A. etc. Evaluating the biological activity of oil-polluted soils using a complex index // Eurasian Soil Science. - 2012. - Vol. 45. - № 2. - P. 157-161.

58.Nwankwegu A.S., Anaukwu C.G., Onwosi C.O. etc. Use of rice husk as bulking agent in bioremediation of automobile gas oil impinged agricultural soil // Soil and Sediment Contamination. -2017. -Vol. 26. -№ 1. -P. 96-114.

59.Uzoije A.P. and Agunwamba J.C. Physiochemical Properties of Soil in Relation to Varying Rates of Crude Oil Pollution // Journal of Environmental Scienceand Technology. - 2011. - № 4. – P. 313-323.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

### **Рекомендации по применению биопрепарата Байкал ЭМ-1**

Байкал ЭМ-1 предназначен для осенней и весенней обработки почвы, корневой подкормки сельскохозяйственных культур (томатов, огурцов, перцев, капусты, картофеля, цветочных культур).

Состав: молочнокислые, фотосинтезирующие, азотфиксирующие бактерии, дрожжи, продукты жизнедеятельности микроорганизмов.

Рекомендации по применению:

Перед применением взбалтывать. В период весенней обработки почвы полить грядки раствором ЭМ-удобрения в разведении 1:100 (100 мл на 10 л воды) и замульчировать. Норма внесения - 3 л рабочего раствора на 1 кв.м. Высаживать растения в почву не раньше, чем через 7 дней после обработки. Предпосевную обработку семян проводить путем их замачивания в рабочем растворе, полученном путем разведения ЭМ-удобрения в воде в соотношении 1: 1000. Время замачивания – 1-2 часа. Расход рабочего раствора - 1 л на 0,5 кг семян. Для корневого полива развести ЭМ-удобрение в соотношении 1:1000 (1 ст.л. на 10 л воды) и поливать растения 1 раз в неделю. Норма внесения - 1,5-3 л рабочего раствора на 1 кв.м. Осенняя обработка дает лучший результат в восстановлении плодородия почвы. После уборки урожая обильно (2 -3 л на 1 кв.м) полить грядки раствором ЭМ-удобрения в разведении 1:100 (полстакана на ведро воды), замульчировать и снова полить. Срок последней обработки - за 45 дней до сбора урожая.

Не фитотоксичен. При применении не следует смешивать с другими препаратами! Период защитного действия составляет 10 - 25 дней. Действие препарата проявляется в день обработки. Класс опасности: IV [<http://senpolia.tskm.ru/preparats/baikal.shtml>].

Дисперсионный анализ данных по влиянию старого нефтяного загрязнения серой лесной почвы на урожайность зерна ярового ячменя (полевой опыт, 2018 г.), т/га

Дозы нефти, л/м <sup>2</sup>	Повторения				Сумма, V	Средние
	I	II	III	IV		
Контроль (незагрязненная почва)	1,94	2,03	1,85	1,83	7,65	1,91
ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)	1,22	1,38	1,46	1,25	5,31	1,33
ПЗН+Рыхление	1,60	1,60	1,48	1,44	6,12	1,53
ПЗН+Известь+Рых ление	1,62	1,58	1,51	1,42	6,13	1,53
ПЗН+Известь+Рых ление+НРК	3,00	3,03	2,85	2,81	11,69	2,92
ПЗН+Известь+ Рыхление+Биопреп арат	1,93	1,79	1,77	2,04	7,53	1,88
Сумма, P	11,31	11,41	10,92	10,79	44,43	1,85

$$N=24$$

$$C = (44,43)^2 : 24 = 82,251037$$

$$C_y = 88,9671 - C = 6,716063$$

$$C_v = 355,107 : 4 - C = 6,525713$$

$$C_p = 493,7747 : 6 - C = 0,044746$$

$$C_z = 0,145604$$

### Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	6,716063	23	-	-	-
Повторений	0,044746	3	-	-	-
Вариантов	6,525713	5	1,3051426	134,45	2,90
Остаток	0,145604	15	0,0097069	-	-

$$S_d = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,0097069}{4}} = 0,0696663$$

$$НСР_{05} = 2,13 \cdot 0,0696663 = 0,1483892 \approx 0,15 \text{ (т/га)}.$$

Дисперсионный анализ данных по влиянию старого нефтяного загрязнения серой лесной почвы на урожайность соломы ярового ячменя (полевой опыт, 2018 г.), т/га

Дозы нефти, л/м <sup>2</sup>	Повторения				Сумма, V	Средние
	I	II	III	IV		
Контроль (незагрязненная почва)	2,23	2,29	2,16	2,05	8,73	2,18
ПЗН (Почва, загрязненная нефтью)	1,94	1,91	1,77	1,81	7,43	1,86
ПЗН+Рыхление	2,08	2,09	2,21	2,14	8,52	2,13
ПЗН+Известь+Рых ление	2,23	2,26	2,02	2,06	8,57	2,14
ПЗН+Известь+Рых ление+НРК	3,44	3,24	3,38	3,61	13,67	3,42
ПЗН+Известь+ Рыхление+Биопреп арат	2,36	2,44	2,59	2,46	9,85	2,46
Сумма, P	14,28	14,23	14,13	14,13	56,77	2,37

$$N=24$$

$$C = (56,77)^2 : 24 = 134,2847$$

$$C_y = 140,5391 - C = 6,2544$$

$$C_v = 561,345 : 4 - C = 6,05155$$

$$C_p = 805,7251 : 6 - C = 0,00281$$

$$C_z = 0,20004$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F <sub>ф</sub>	F <sub>05</sub>
Общая	6,2544	23	-	-	-
Повторений	0,00281	3	-	-	-
Вариантов	6,05155	5	1,21031	90,76	2,90
Остаток	0,20004	15	0,013336	-	-

$$S_d = \sqrt{\frac{2 \cdot s^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,013336}{4}} = 0,0816578$$

$$НСР_{05} = 2,13 \cdot 0,0816578 = 0,1739311 \approx 0,18 \text{ (т/га)}.$$

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

№п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата			Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормисмен в объеме работы	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 га	начало работ	рабочих дней	марка трактора, автомобиля, комбайна	СХМ		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.		
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	39655					
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	6930					
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	9625					
4	Рыхление почвы	га	0	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КСН-3	1	1		25,00	0,00	0,00		161,82		0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	0					
5	Погрузка мин.удобрений	т	0	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1		151,00	0,00	0,00		95,12		0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0					
6	Перевозка удобрений	т	0	3,7	1,5	1	КАМАЗ																	0	0	0,00			
7	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3	2	МТЗ-1221	Amazona	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	13860					
8	Инкрустация семян	т	20	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПС-10А	1	1	1	67,60	0,30	2,07	2,07	95,12	62,26	28,14	18,42	46,56	65,19	0,30	0,06	231			9,1	32,396	
9	Погрузка семян	т	20	3,7	2,6	1	КАМАЗ	ПЭ-0,8	1	1		151,00	0,13	0,93		95,12		12,60		12,60	17,64	0,30	0,06	0	100	3600,00			
10	Перевозка семян	т	20	3,7	2,6	1	КАМАЗ																	0					
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	21945					
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	5775					
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	970,2					
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	3311					
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	47355					
16	Транспортировка зерна на ток	т	191,0				КАМАЗ																0	955	34380,00				
17	Очистка	т	191,0				эл.двиг.	ОВС-25	1		3	40,00	4,78		100,28		69,74		999,03	999,03	1398,64			0		55,39	197,1884		
18	транспортировка зерна на склад	т	175,7				КАМАЗ																0		878,6	31629,60			
<b>Всего</b>		<b>руб.</b>											<b>41,73</b>	<b>258,67</b>	<b>230,68</b>			<b>6019,16</b>	<b>2875,31</b>	<b>8894,47</b>	<b>12452,26</b>	<b>x</b>	<b>38,87</b>	<b>149657,20</b>	<b>1933,60</b>	<b>69609,60</b>	<b>64,49</b>	<b>229,58</b>	<b>0,00</b>

Семена - всего	тонн	Цена	Стоимость	Амортизация	на 1 га	всего	Тарифный фонд зарплаты	8894,47	Всего прямые затраты	1099267,40
	20	20000	400000	503,43	50342,83		Доплаты:		в том числе на 1 гектар	10992,67
				75,51	7551,42		за продукцию	2223,62	на 1 центнер	575,53
							за качество и срок	8894,47		
							за классность	1156,28		
							Повышенная оплата на уборке	12452,26		
							<b>Итого доплат</b>	<b>24726,63</b>		
							Отпуска	3025,90		
							Доплата за стаж	5497,05		
							Итого зарплаты с отпусками	42144,04		
							<b>Всего зарплата с начислениями</b>	<b>53185,78</b>		
							<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>531,86</b>		
							<b>на 1 центнер</b>	<b>27,85</b>		
									<b>Прочие прямые затраты</b>	<b>32978,02</b>
									<b>Накладные расходы</b>	<b>98934,07</b>
									<b>Итого затрат</b>	<b>1198201,47</b>
									<b>в том числе на 1 га</b>	<b>11982,01</b>
									<b>себестоимость 1 ц продукции</b>	<b>627,33</b>

Внесение удобрений из них органические	Количество, т	Цена	Рублей	Расход Г	Кольво, ц	Цена	Сумма, руб
ам. Селитра	0	10248	0	ДТ, ц	38,87	3850	149657,2
дв. Суперфосфат	0	12687	0	Смаз мат	0,24	2174	513,0
сернокислый калий	0	13973	0	6,07%			
Известь	0	125	0	<b>Всего</b>	<b>39,11</b>		<b>150170,1619</b>
Средства защиты растений							
Дифезан, кг	20	710	14200				
Пума супер 7,5, л	100	1890	189000				
Вилал ТТ, л	50	2640	132000				



ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

культура		ячмень		урожайность		ц/га	валовой сбор, ц		Ячмень 2018 г.		Загрязненная почва (ЗП)		Стоимость ГСМ, руб.		38,5
сорт		Раушан		основной		13,30	1330		Норма высева, т/га		0,2	Стоимость 1 т/км, руб.		36	
площадь, га		100		побочной		18,6	1860					стоимость 1 кВт.ч., руб.		3,56	
расстояние, км															5

№п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата			Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормосмен вобщем 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		Электронергия		Прочие прямые затраты, руб.
			в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условных, эталонных га	начала работ	рабочих дней	марка трактора, автомобиля, комбайна	СХМ		трактористов - машинистов	вспомогательных работников			трактористов - машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников	на единицу, кг	всего, ц			количество т/км	стоимость, руб.	количество, кВт.ч	стоимость, руб.			
									марка	количество																	количество	стоимость	
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	39655					
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	6930					
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	9625					
4	Рыхление почвы	га	0	7,7	21,5	2	МТЗ-82	КСН-3	1	1		25,00	0,00	0,00		161,82		0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	0					
5	Погрузка мин.удобрений	т	0	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1		151,00	0,00	0,00		95,12		0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0					
6	Перевозка удобрений	т	0	3,7	1,5	1	КАМАЗ																	0	0	0,00			
7	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3	2	МТЗ-1221	Amazona	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	13860					
8	Инкрустация семян	т	20				эл.дв.	ПС-10А	1	1	1	67,60	0,30	2,07	2,07	95,12	62,26	28,14	18,42	46,56	65,19					9,1	32,396		
9	Погрузка семян	т	20	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1		151,00	0,13	0,93		95,12		12,60		12,60	17,64	0,30	0,06	231					
10	Перевозка семян	т	20	3,7	2,6	1	КАМАЗ														0			0	100	3600,00			
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	21945					
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	5775					
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	970,2					
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	3311					
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	47355					
16	Транспортировка зерна на ток	т	133,0				КАМАЗ														0			0	665	23940,00			
17	Очистка	т	133,0				эл.двиг.	ОВС-25	1		3	40,00	3,33		69,83		69,83		695,66	695,66	973,92			0			38,57	137,3092	
18	транспортировка зерна на склад	т	122,4				КАМАЗ														0			0	611,8	22024,80			
<b>Всего</b>		<b>руб.</b>											<b>40,28</b>	<b>258,67</b>	<b>200,23</b>			<b>6019,16</b>	<b>2571,94</b>	<b>8591,10</b>	<b>12027,54</b>	<b>x</b>	<b>38,87</b>	<b>149657,20</b>	<b>1376,80</b>	<b>49564,80</b>	<b>47,67</b>	<b>169,71</b>	<b>0,00</b>

Семена - всего	тонн	Цена	Стоимость	на 1 га		всего	Тарифный фонд зарплаты		8591,10	Всего прямые затрат		1076670,78
	20	20000	400000	Амортизация	503,43	50342,83	Доплаты:			в том числе на 1 гектар		10766,71
				Текущий ремонт	75,51	7551,42	за продукцию		2147,78	на 1 центнер		809,53
Внесение удобрений из них органические	Количество, т	Цена	Рублей	Расход ДТ, ц	Кол-во, ц	Цена	Сумма, руб	за качество и срок	8591,10	Прочие прямые затраты		32300,12
ам. Селитра	0	10248	0	Смаз мат	0,24	2174	513,0	за классность	1116,84	Накладные расходы		96900,37
Дв. Суперфосфат	0	12687	0	6,07%				Повышенная оплата на уборке	12027,54	Итого затрат		1173571,15
сернокислый калий	0	13973	0	Всего	39,11	150170,1619		Итого доплат	23883,26	в том числе на 1 га		11735,71
Известь	0	125	0					Отпуска	2922,69	себестоимость 1 ц продукции		882,38
Средства защиты растений								Доллата за стаж	5309,56			
Дифезан, кг	20	710	14200					Итого зарплаты с отпусками	40706,61			
Пума супер 7,5, л	100	1890	189000					Всего зарплата с начислениями	51371,74			
Виал ТТ, л	50	2640	132000					в том числе на 1 гектар	513,72			
								на 1 центнер	38,63			

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

культура		ячмень	урожайность		ц/га	валовой сбор, ц	Ячмень 2018 г.	ЗП+Рыхление		Стоимость ГСМ, руб.	38,5
сорт		Раушан	основной		15,30	1530	Норма высева, т/га	0,2	Стоимость 1 т/км, руб.	36	
площадь, га		100	побочной		21,3	2130			стоимость 1 кВт.ч., руб.	3,56	

№п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата			Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормосмен в объеме работы	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		Электронергия		Прочие прямые затраты, руб.
			в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условных, эталонных га	начала работ	рабочих дней	марка трактора, автомобиля, комбайна	СХМ		трактористов - машинистов	вспомогательных работников			трактористов - машинистов	вспомогательных работников	трактористов - машинистов	вспомогательных работников	на единицу, кг	всего, ц			количество т/км	стоимость, руб.	количество, кВт.ч	стоимость, руб.			
									марка	количество																	стоимость всего, руб.	количество т/км	
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	39655									
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	371,39	1,80	1,80	6930										
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	9625								
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	36575								
5	Погрузка мин.удобрений	т	0	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	0,00	0,00	95,12	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0									
6	Перевозка удобрений	т	0	3,7	1,5	1	КАМАЗ											0	0	0,00									
7	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3	2	МТЗ-1221	Amazona	1	1	56,00	1,79	12,50	183,4	327,50	0,00	327,50	458,50	3,60	3,60	13860								
8	Инкрустация семян	т	20				эл.дв.	ПС-10А	1	1	67,80	0,30	2,07	95,12	62,26	28,14	18,42	46,56	65,19										
9	Погрузка семян	т	20	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	0,13	0,93	95,12	12,60		12,60	17,64	0,30	0,06	231								
10	Перевозка семян	т	20	3,7	2,6	1	КАМАЗ											0	100	3600,00									
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	21945						
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	5775								
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	970,2								
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	3311								
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	47355						
16	Транспортировка зерна на ток	т	153,0				КАМАЗ											0	765	27540,00									
17	Очистка	т	153,0				эл.двиг.	ОВС-25	1	3	40,00	3,83		80,33	69,74		800,27	800,27	1120,37										
18	транспортировка зерна на склад	т	140,8				КАМАЗ											0	703,8	25336,80									
<b>Всего</b>			<b>руб.</b>										<b>55,98</b>	<b>365,07</b>	<b>210,73</b>		<b>8478,82</b>	<b>2676,55</b>	<b>11155,37</b>	<b>15617,52</b>	<b>x</b>	<b>48,37</b>	<b>186232,20</b>	<b>1568,80</b>	<b>56476,80</b>	<b>53,47</b>	<b>190,35</b>	<b>0,00</b>	

Семена - всего	тонн	Цена	Стоимость	на 1 га	всего
	20	20000	400000	503,43	50342,83
Амортизация				75,51	7551,42
Текущий ремонт					
Расход Г	Кол-во	ц	Цена	Сумма, руб	
ДТ, ц	48,37	3850		186232,2	
Смаз мат	0,29	2174		638,3	
6,07%					
<b>Всего</b>	<b>48,67</b>			<b>186870,5256</b>	

Тарифный фонд зарплаты	11155,37
Доплаты:	
за продукцию	2788,84
за качество и срок	11155,37
за классность	1450,20
Повышенная оплата на уборке	15617,52
<b>Итого доплат</b>	<b>31011,94</b>
Отпуска	3795,06
Доплата за стаж	6894,36
Итого зарплаты с отпусками	52856,73
<b>Всего зарплата с начислениями</b>	<b>66705,19</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>667,05</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>43,60</b>

<b>Всего прямые затрат</b>	<b>1137460,95</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>11374,61</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>743,44</b>
<b>Прочие прямые затраты</b>	<b>34123,83</b>
<b>Накладные расходы</b>	<b>102371,49</b>
<b>Итого затрат</b>	<b>1239832,44</b>
<b>в том числе на 1 га</b>	<b>12398,32</b>
<b>себестоимость 1 ц продукции</b>	<b>810,35</b>

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

культура		ячмень	урожайность		ц/га	валовой сбор, ц	Ячмень 2018 г.	ЗП+Рыхление+Известь		Стоимость ГСМ, руб.	38,5
сорт		Раушан	основной		15,30	1530	Норма высева, т/га	0,2	Стоимость 1 т/км, руб.	36	
площадь, га		100	побочной		21,4	2140			стоимость 1 кВт.ч., руб.	3,56	

№п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата			Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормосмен в объеме работы	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		Авотранспорт		Электронергия		Прочие прямые затраты, руб.
			в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условных, эталонных га	начала работ	рабочих дней	марка трактора, автомобиля, комбайна	СХМ		тракторов - машинистов	вспомогательных работников			тракторов - машинистов	вспомогательных работников	тракторов - машинистов	вспомогательных работников	на единицу, кг	всего, ц			стоимость всего, руб.	количество т/км	стоимость, руб.	количество, кВт.ч	стоимость, руб.		
									марка	количество																		количество	
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	39655									
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	371,39	1,80	1,80	6930										
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	9625								
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	36575								
5	Погрузка мин.удобрений	т	120	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	0,79	5,56	95,12	75,59	105,83	0,30	0,36	1386										
6	Перевозка удобрений	т	120	3,7	1,5	1	КАМАЗ												0	600	21600,00								
7	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3	2	МТЗ-1221	Amazona	1	1	56,00	1,79	12,50	183,4	93,22	327,50	0,00	327,50	458,50	3,60	3,60	13860							
8	Инкрустация семян	т	20				эл.дв.	ПС-10А	1	1	67,80	0,30	2,07	95,12	62,26	28,14	18,42	46,56	65,19			9,1	32,396						
9	Погрузка семян	т	20	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1	151,00	0,13	0,93	95,12	12,60		12,60	17,64	0,30	0,06	231								
10	Перевозка семян	т	20	3,7	2,6	1	КАМАЗ											0	100	3600,00									
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	21945						
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	5775								
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	970,2								
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	3311								
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	47355						
16	Транспортировка зерна на ток	т	153,0				КАМАЗ											0	765	27540,00									
17	Очистка	т	153,0				эл.двиг.	ОВС-25	1	3	40,00	3,83		80,33	69,74		800,27	800,27	1120,37										
18	транспортировка зерна на склад	т	140,8				КАМАЗ											0	703,8	25336,80									
<b>Всего</b>			<b>руб.</b>										<b>56,77</b>	<b>370,64</b>	<b>210,73</b>		<b>8554,41</b>	<b>2676,55</b>	<b>11230,97</b>	<b>15723,35</b>	<b>x</b>	<b>48,73</b>	<b>187618,20</b>	<b>2168,80</b>	<b>78076,80</b>	<b>53,47</b>	<b>190,35</b>	<b>0,00</b>	

Семена - всего	тонн	Цена	Стоимость
20	20000	400000	
Внесение удобрений из них органические	Количество, т	Цена	Рублей
ам. Селитра	0	10248	0
Дв. Суперфосфат	0	12687	0
сернокислый калий	0	13973	0
Известь	120	125	15000
Средства защиты растений			
Дифезан, кг	20	710	14200
Пума супер 7,5, л	100	1890	189000
Виал ТТ, л	50	2640	132000

Амортизация	на 1 га	всего	
503,43	50342,83		
Текущий ремонт	75,51	7551,42	
Расход топлива	Кол-во, ц	Цена	Сумма, руб
ДТ, ц	48,73	3850	187618,2
Смаз мат	0,30	2174	643,1
6,07%			
<b>Всего</b>	<b>49,03</b>		<b>188261,262</b>

Тарифный фонд зарплаты	11230,97
Доплаты:	
за продукцию	2807,74
за качество и срок	11230,97
за классность	1460,03
Повышенная оплата на уборке	15723,35
<b>Итого доплат</b>	<b>31222,09</b>
Отпуска	3820,77
Доплата за стаж	6941,07
Итого зарплаты с отпусками	53214,90
<b>Всего зарплата с начислениями</b>	<b>67157,21</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>671,57</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>43,89</b>

<b>Всего прямые затрат</b>	<b>1177092,67</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>11770,93</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>769,34</b>
<b>Прочие прямые затраты</b>	<b>35312,78</b>
<b>Накладные расходы</b>	<b>105938,34</b>
<b>Итого затрат</b>	<b>1283031,01</b>
<b>в том числе на 1 га</b>	<b>12830,31</b>
<b>себестоимость 1 ц продукции</b>	<b>838,58</b>

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

культура		ячмень	урожайность		ц/га	валовой сбор, ц	Ячмень 2018 г.	ЗП+Рыхление+Известь+НРК		Стоимость ГСМ, руб.	38,5
сорт		Раушан	основной		29,20	2920	Норма высева, т/га	0,2	Стоимость 1 т/км, руб.	36	
площадь, га		100	побочной		34,2	3420			стоимость 1 кВт.ч., руб.	3,56	

№п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата			Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормосмен вообще работы	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		Электронергия		Прочие прямые затраты, руб.
			в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условных, эталонных га	начала работ	рабочих дней	марка трактора, автомобиля, комбайна	СХМ		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																		на единицу, кг	
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	39655					
	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	6930					
	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	9625					
	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	36575					
	Погрузка мин.удобрений	т	159,9	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1		151,00	1,06	7,41		95,12		100,73		100,73	141,02	0,30	0,48	1846,845					
	Перевозка удобрений	т	159,9	3,7	1,5	1	КАМАЗ																	0	799,5	28782,00			
	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3	2	МТЗ-1221	Amazona	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	13860					
	Инкрустация семян	т	20				эл.дв.	ПС-10А	1	1	1	67,60	0,30	2,07	2,07	95,12	62,26	28,14	18,42	46,56	65,19					9,1	32,396		
	Погрузка семян	т	20	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1		151,00	0,13	0,93		95,12		12,60		12,60	17,64	0,30	0,06	231					
	Перевозка семян	т	20	3,7	2,6	1	КАМАЗ														0			0	100	3600,00			
	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	21945					
	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	5775					
	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	970,2					
	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	3311					
	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	47355					
	Транспортировка зерна на ток	т	292,0				КАМАЗ														0			0	1460	52560,00			
	Очистка	т	292,0				эл.двиг.	ОВС-25	1		3	40,00	7,30		153,30		69,74		1527,31	1527,31	2138,23			0		84,68	301,4608		
	транспортировка зерна на склад	т	268,6				КАМАЗ														0			0	1343,2	48355,20			
	<b>Всего</b>	<b>руб.</b>											<b>60,51</b>	<b>372,48</b>	<b>283,70</b>			<b>8579,55</b>	<b>3403,59</b>	<b>11983,14</b>	<b>16776,40</b>	<b>x</b>	<b>48,85</b>	<b>188079,05</b>	<b>3702,70</b>	<b>133297,20</b>	<b>93,78</b>	<b>333,86</b>	<b>0,00</b>

Семена - всего	тонн	Цена	Стоимость	на 1 га	всего
	20	20000	400000	503,43	50342,83
Амортизация				75,51	7551,42
Текущий ремонт					
Расход ГСМ	Кол-во, ц	Цена	Сумма, руб		
ДТ, ц	48,85	3850	188079,0		
Смаз мат	0,30	2174	644,7		
6,07%					
<b>Всего</b>	<b>49,15</b>		<b>188723,7008</b>		

Тарифный фонд зарплаты	11983,14
Доплаты:	
за продукцию	2995,79
за качество и срок	11983,14
за классность	1557,81
Повышенная оплата на уборке	16776,40
<b>Итого доплат</b>	<b>33313,13</b>
Отпуска	4076,66
Доплата за стаж	7405,94
Итого зарплаты с отпусками	56778,88
<b>Всего зарплата с начислениями</b>	<b>71654,94</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>716,55</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>24,54</b>

<b>Всего прямые затрат</b>	<b>1729513,28</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>17295,13</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>592,30</b>
<b>Прочие прямые затраты</b>	<b>41140,33</b>
<b>Накладные расходы</b>	<b>155656,20</b>
<b>Итого затрат</b>	<b>1885169,47</b>
<b>в том числе на 1 га</b>	<b>18851,69</b>
<b>себестоимость 1 ц продукции</b>	<b>645,61</b>

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

культура		ячмень	урожайность		ц/га	валовой сбор, ц	Ячмень 2018 г.	ЗП+Рыхление+Известь+биопрепарат Байкал		Стоимость ГСМ, руб.	38,5
сорт		Раушан	основной		18,80	1880	Норма высева, т/га	0,2	Стоимость 1 т/км, руб.	36	
площадь, га		100	побочной		24,6	2460			стоимость 1 кВт.ч., руб.	3,56	

№п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ			Сроки проведения работ		Состав агрегата			Количество человек для выполнения нормы		Норма выработки	Количество нормосмен в объеме работы	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		Электронергия		Прочие прямые затраты, руб.
			в физическом выражении	эталонная сменная выработка	в условных, эталонных га	начала работ	рабочих дней	марка трактора, автомобиля, комбайна	СХМ		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																		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	39655					
	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	6930					
	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	9625					
	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	36575					
	Погрузка мин.удобрений	т	121	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1		151,00	0,80	5,61		95,12		76,22		76,22	106,71	0,30	0,36	1397,55					
	Перевозка удобрений	т	121	3,7	1,5	1	КАМАЗ																	0	605	21780,00			
	Разбрасывание удобрений	га	100	7,7	22,3	2	МТЗ-1221	Amazona	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	13860					
	Инкрустация семян	т	20				эл.дв.	ПС-10А	1	1	1	67,60	0,30	2,07	2,07	95,12	62,26	28,14	18,42	46,56	65,19						9,1	32,396	
	Погрузка семян	т	20	4,9	0,5	1	МТЗ-82	ПЭ-0,8	1	1		151,00	0,13	0,93		95,12		12,60		12,60	17,64	0,30	0,06	231					
	Перевозка семян	т	20	3,7	2,6	1	КАМАЗ														0			0	100	3600,00			
	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	21945					
	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	5775					
	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	970,2					
	Опрыскивание	га	200	4,9	5,4	1	МТЗ-82	ОП-2000	1	1		54,00	3,70	25,93		122,26		452,81		452,81	633,94	0,86	1,72	6622					
	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	47355					
	Транспортировка зерна на ток	т	188,0				КАМАЗ														0			0	940	33840,00			
	Очистка	т	188,0				эл.двиг.	ОВС-25	1		3	40,00	4,70		98,70		69,74		983,33	983,33	1376,67			0			54,52	194,0912	
	транспортировка зерна на склад	т	173,0				КАМАЗ														0			0	864,8	31132,80			
	<b>Всего</b>	<b>руб.</b>											<b>59,51</b>	<b>383,64</b>	<b>229,10</b>			<b>8781,45</b>	<b>2859,62</b>	<b>11641,07</b>	<b>16297,50</b>	<b>x</b>	<b>49,60</b>	<b>190940,75</b>	<b>2509,80</b>	<b>90352,80</b>	<b>63,62</b>	<b>226,49</b>	<b>0,00</b>

Семена - всего	тонн	Цена	Стоимость
20	20000	400000	
Внесение удобрений из них органические	Количество, т	Цена	Рублей
ам. Селитра	0	10248	0
Дв. Суперфосфат	0	12687	0
биопрепарат Байкал	1	75000	75000
Известь	120	125	15000
Средства защиты растений			
Дифезан, кг	20	710	14200
Пума супер 7,5, л	100	1890	189000
Виал ТТ, л	50	2640	132000

	на 1 га	всего
Амортизация	503,43	50342,83
Текущий ремонт	75,51	7551,42
Расход ГДТ, ц	49,60	3850
Смаз мат	0,30	2174
6,07%		
<b>Всего</b>	<b>49,90</b>	<b>191595,2145</b>

Тарифный фонд зарплаты	11641,07
Доплаты:	
за продукцию	2910,27
за качество и срок	11641,07
за классность	1513,34
Повышенная оплата на уборке	16297,50
<b>Итого доплат</b>	<b>32362,18</b>
Отпуска	3960,29
Долгата за стаж	7194,53
Итого зарплаты с отпусками	55158,07
<b>Всего зарплата с начислениями</b>	<b>69609,49</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>696,09</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>37,03</b>

<b>Всего прямые затрат</b>	<b>1270750,77</b>
<b>в том числе на 1 гектар</b>	<b>12707,51</b>
<b>на 1 центнер</b>	<b>675,93</b>
<b>Прочие прямые затраты</b>	<b>35872,52</b>
<b>Накладные расходы</b>	<b>114367,57</b>
<b>Итого затрат</b>	<b>1385118,33</b>
<b>в том числе на 1 га</b>	<b>13851,18</b>
<b>себестоимость 1 ц продукции</b>	<b>736,77</b>

