

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Направление «Агроинженерия»
Магистерская программа: «Технологии и средства технического обслужи-
вания в сельском хозяйстве»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУ-
ЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТРАКТОРОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ИХ ЭКСПЛУ-
АТАЦИИ

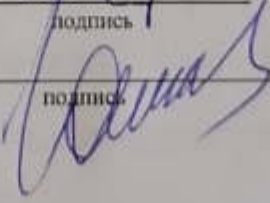
(На примере хозяйств Лаишевского района РТ)

Выпускник студент


подпись

Фатыйхов Ф.Р.
Ф.И.О.

Руководитель профессор
ученое звание

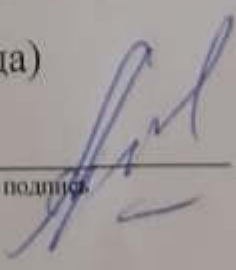

подпись

И.Г.Галиев
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол № 4 от 02.02 2021 года)

Зав. кафедрой профессор
ученое звание


подпись

Н.Р.Адигамов
Ф.И.О.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ	10
1.1 Состояние использования техники в аграрном производстве	10
1.3 Влияние условий функционирования на эксплуатацию тракторов в сельскохозяйственном производстве	13
1.2.1 Методы определения состояния эксплуатации тракторов	16
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ТО И РЕМОНТА ТРАКТОРОВ В АПК	25
2.1 Общий подход к решению задач	25
2.2 Анализ качества ТО и ремонта техники в аграрном производстве ...	27
2.2.1 Обоснование перечня факторов, характеризующих качества ТО и ремонта тракторов.....	34
2.2.2 Методика определения весомости факторов и уровня качества ТО и ремонта тракторов	38
2.2.3 Обоснование мероприятий по повышению уровня качества ТО и ремонта тракторов.....	40
2.3 Обоснование вида зависимостей влияния качества ТО и ремонта тракторов на эксплуатационные показатели и методика их определения	42
2.3.1 Методика оптимизации вида зависимостей влияния уровня качества ТО и ремонта тракторов на технико-экономические и эксплуатационные показатели.....	45
3. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	47
3.1. Программа экспериментальных исследований.....	47
3.2 Обоснование выбора объектов наблюдений	49
3.3. Методика сбора и обработки информации.....	51
3.3.1 Методика сбора информации.....	51

3.3.2 Определение наработки на отказ агрегатов трактора	52
3.4 Погрешность оценки уровня качества ТО и ремонта техники	55
3.5. Проверка адекватности расчетных показателей эксплуатации тракторов фактическим значениям	56
3.6 Результаты оценки качества ТО и ремонта и определения показателей надежности тракторов в сельскохозяйственных предприятиях	57
3.7 Результаты определения уровня качества ТО и ремонта тракторов в сельскохозяйственных предприятиях	58
3.8 Погрешность оценки уровня качества ТО и ремонта тракторов	61
3.9 Зависимости показателей надежности и эксплуатационных показателей тракторов от уровня их качества ТО и ремонта.....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	77
ПРИЛОЖЕНИЕ	85

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития сельского хозяйства в условиях формирования рыночных отношений обостряется проблема эффективности эксплуатации техники.

Основными задачами, стоящими перед исследователями в области эксплуатации тракторов, является обеспечение значительного повышения качества работы, увеличение производительности тракторных агрегатов, снижение затрат на единицу произведенной продукции.

Актуальность темы. Природно-климатические условия, сезонность при выполнении механизированных работ, значительная стоимость машинно-тракторного агрегата, дефицит механизаторских кадров, снижение технической оснащенности и постепенное увеличение объемов производства продукции агропромышленного комплекса (АПК) предъявляют особые требования к эффективности эксплуатации тракторов.

При улучшении технических характеристик тракторов тенденция снижения эффективности их эксплуатации сохраняется, поскольку для производства отсутствуют разработанные мероприятия по реализации потенциальных возможностей техники с учетом условий ее функционирования.

В связи с этим, актуальными становятся исследования, направленные не только на техническое перевооружение хозяйств, но и на повышение эффективности эксплуатации тракторов с учетом этих условий, позволяющие выявить и использовать резервы сбережения трудовых и материальных ресурсов для обеспечения работоспособности тракторов, которые представляют большой теоретический и практический интерес.

Степень разработанности. Исследователями недостаточно изучен вопрос по разработке эффективных эксплуатационных мер, направленных

на реализацию потенциальных возможностей техники, выявлению и использованию резервов сбережения трудовых и материальных ресурсов для обеспечения работоспособности тракторов, позволяющих в значительной мере снизить уровень затрат на содержание машинно-тракторного парка. Также применение существующей системы поддержания техники в работоспособном состоянии не обеспечивает выполнение операций по возделыванию сельскохозяйственных культур в агротехнические сроки из-за отсутствия методов определения оптимальных значений доремонтных, межремонтных наработок и наработки до списания тракторов с учетом условий их функционирования.

Объект исследования. Трактора сельскохозяйственного назначения в различных условиях проведения ТО и ремонта.

Предмет исследований. Закономерности влияния качества ТО и ремонта тракторов на их технико-экономические, эксплуатационные показатели и показатели надежности.

Методология и методика исследования. При выполнении магистерской работы использовались следующие методы: экспериментальное исследование, математическое моделирование, частный метод оценки уровня качества ТО и ремонта тракторов с последующими экспериментальными исследованиями, которые были выполнены на основе планирования многофакторных экспериментов и регрессионного анализа опытных данных с использованием разработанных программ на ЭВМ.

Научная новизна:

1. Разработать метод оценки качества ТО и ремонта тракторов, определяемый уровнем их качества ТО и ремонта в аграрном производстве.
2. Установить закономерности влияния уровня качества ТО и ремонта тракторов на показатели их надежности и эксплуатационные показатели.

3. Разработать мероприятия по повышению эффективности уровня качества ТО и ремонта тракторов и рассчитать экономический эффект от их внедрения.

Теоретическая значимость:

- установлены закономерности влияния уровня качества ТО и ремонта тракторов на показатели их надежности и эксплуатационные показатели.

Практическая значимость работы:

- предложен метод оценки качества ТО и ремонта тракторов, определяемый уровнем их качества ТО и ремонта тракторов;

- полученные результаты исследования внедрены в ООО «Семиречье» Лаишевского района Республики Татарстан.

Публикации. Основное содержание научной работы нашло свое отражение в 5 статьях. Подано заявка на 1 свидетельство на государственную регистрацию программы для ЭВМ (в рассмотрении).

Апробация работы.

Основные результаты магистерской диссертации обсуждены и одобрены на ежегодных научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава и сотрудников ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ» в 2019-2020 гг.

Структура и объем работы. Магистерская диссертация состоит из введения, трех разделов, заключения, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 89 страницах машинописного текста, содержит 18 таблиц, 11 рисунков, список использованной литературы из 58 наименований.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, ее новизна, теоретическая и практическая значимость, формулируются объект, предмет, метод и методология исследования, дается краткая характери-

ка работы, а также излагаются основные положения, выносимые на защиту.

Первый раздел содержит обзор и анализ состояния, используемой техники в сельском хозяйстве. В разделе приводятся и обосновываются цель и задачи исследования.

Второй раздел посвящен теоретическим исследованиям по повышению эффективности эксплуатации тракторов с учетом качества ТО и ремонта.

В третьем разделе приведена программа экспериментальных исследований для установления закономерностей влияния уровня качества ТО и ремонта тракторов на эксплуатационные показатели трактора и показатели их надежности; результаты определения уровня качества ТО и ремонта тракторов в хозяйствах, а также представлены рекомендации производству и экономическая эффективность результатов исследований.

В приложении приведены показатели эксплуатации и надежности тракторов по хозяйствам, классификация факторов и их возможные состояния, таблицы.

Structure and scope of work. The master's thesis consists of an introduction, three sections, conclusion, list of used literature and appendixes. Work contained 89 pages of typescript, contains 18 tables, 11 drawings, bibliography of 58 titles.

The introduction substantiates the relevance of the chosen topic, its no-vis, theoretical and practical significance, formulates the object, subject, method and methodology of research, gives a brief description of the work, and outlines the main provisions for the defense.

The first section provides an overview and analysis of the state of the art used in agriculture. The section presents and justifies the purpose and objectives of the study.

The second section is devoted to theoretical research on improving the efficiency of tractor operation, taking into account the quality of repair.

The third section presents a program of experimental studies to establish the regularities of the impact of the level of quality of repair of tractors on the performance of the tractor and indicators of their reliability; the results of determining the level of quality of repair of tractors in farms, as well as recommendations for production and economic efficiency of research results.

The Appendix contains indicators of operation and reliability of tractors on farms, classification of factors and their possible status, tables.

1.2 Цель и задачи исследования

Проведенный анализ исследований показал:

- техничко-экономические и эксплуатационные показатели тракторов зависят от качества их ТО и ремонта, численным выражением которых является уровень качества ТО и ремонта трактора. Однако, количественно эта зависимость исследована недостаточно;

- при оценке уровня качества ТО и ремонта тракторов, важное значение, имеет определение перечня и весомости факторов, в зависимости от агроклиматических особенностей зоны. Однако, при определении перечня факторов, следует учесть не только технические, но и организационные условия, а при определении их весомостей – производственные и природно-климатические;

- уровень качества ТО и ремонта тракторов оказывает влияние на сроки ремонтов и службы техники, однако, в существующих методиках при определении этих величин не учитываются условия функционирования тракторов.

В связи с этим, целью исследовательской работы является повышение эффективности эксплуатации тракторов с учетом качества их ТО и ремонта.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) разработать метод оценки качества ТО и ремонта тракторов, определяемый уровнем их качества ТО и ремонта в аграрном производстве;
- 2) установить закономерности влияния уровня качества ТО и ремонта тракторов на показатели их надежности, технико-экономические и эксплуатационные показатели;
- 3) разработать мероприятия по повышению уровня качества ТО и ремонта тракторов, и рассчитать экономический эффект от их внедрения.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Состояние использования техники в аграрном производстве

Значение тракторного парка в хозяйственной деятельности аграрных предприятий трудно переоценить, поскольку с использованием тракторов выполняются почти все трудоемкие процессы в аграрном производстве, связанные с технологией возделывания сельскохозяйственных культур (вспашка, посев, уход за посевами, в значительной мере сбор урожая и др.).

Уровень технической и технологической оснащенности во многом предопределяет объемы и эффективность сельскохозяйственного производства.

По данным Российской ассоциации производителей сельхозтехники, в 2013 году общий объем рынка сельскохозяйственных тракторов в России составил 44 216 ед., что на 11,1% меньше, чем в 2012 году [11, 13].

Устойчивая тенденция снижения прироста парка тракторов и комбайнов (2012 г.- 26,5 тыс. шт., 2013 г.-20,5 тыс. шт.) свидетельствует о том, что значительный объем поставок идет на замену выбывающих машин, ремонт которых оказывается экономически нецелесообразным, и только небольшая часть поставок направляется на расширение парка. Имеющаяся в распоряжении сельскохозяйственных предприятий России техника, 80% от общего ее количества, морально устарела и находится за пределами сроков физической амортизации, что препятствует проведению сезонных полевых работ в оптимальные агротехнические сроки.

Анализ структуры рынка сельскохозяйственных тракторов в Российской Федерации (РФ) показывает существенное снижение отгрузки тракторов сельхозмашиностроителями, располагающимися на территории России: общий объем отгрузки по итогам 2013 года составил 5792 ед., что на 39% меньше уровня 2012 года. В 2013 году импорт в России занимал 86,9% рынка сельскохозяйственных тракторов, что на 6% больше по сравнению с 2012 годом.

Рассматривая мощностную структуру тракторов российского рынка, можно отметить, что российское производство в 2013 году представлено во всех мощностных разрядах. Наиболее покупаемые тракторы (62-73%) имеют мощность двигателя в диапазоне 50-100 л.с.

Коэффициент выбытия значительно опережает коэффициент обновления сельскохозяйственной техники. Например, по тракторам коэффициент выбытия последние пять лет колебался в пределах 5,1-5,8, коэффициент обновления - 2,0-3,4.

Сокращение парка сельскохозяйственной техники привело к резкому росту нагрузки на нее. Таким образом, на один трактор она возросла со 135 га пашни в 2000 году до 274 га в 2013 году, то есть в 2 раза [11, 26].

Низкая эффективность эксплуатации тракторов и дальнейшее ее снижение отражается и на годовой наработке. Во время ТО и ремонта техники затраты на покупку запасных частей составляют 50...70 % от стоимости всего ТО и ремонта. При этом себестоимость восстановления изношенных деталей, пригодных к ремонту, составляет не более 30...50 % от цены новых. Поэтому цена отремонтированных машин, где были использованы восстановленные детали, будет менее цены новых машин на 30...40 %, при аналогичном ресурсе работы.

На современном этапе в системе технического обеспечения отрасли земледелия можно выделить следующие основные проблемы:

- низкая энергооснащенность сельскохозяйственных предприятий, вследствие высокого процента износа энергетических средств и оборудования, а также невысокими темпами обновления;

- недостаточная обеспеченность квалифицированными инженерно-техническими работниками и механизаторскими кадрами;

- большая разномарочность машинно-тракторного парка, обусловленная

отсутствием единой научно-обоснованной методики его комплектования и обновления;

- недостаточная обеспеченность энергетических средств соответствующим шлейфом сельскохозяйственных машин;

- отсутствие ремонтных предприятий регионального уровня, обеспечивающих высококачественный капитальный ремонт сложной сельскохозяйственной техники;

- слабая организация сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники и отсутствие эффективной логистики снабжения запасными частями, обеспечивающими высокую техническую готовность машинно-тракторного парка;

- недостаточно эффективная эксплуатация имеющейся высокопроизводительной техники вследствие неправильной организации производственных процессов и низкой производственной дисциплины;

- высокие затраты на поддержание парка машин в работоспособном состоянии, обусловленная значительной долей техники, работающих за пределами амортизационных сроков службы;

В целом, на сегодняшний день, существующий машинно-тракторный парк позволяет работать, в основном, по базовым и минимальным агротехнологиям. При этом не в полной мере обеспечиваются требования к качеству и агротехническим срокам выполнения технологических операций.

Недостаточная обеспеченность основными техническими средствами и высокая нагрузка на единицу техники часто приводит к необоснованному упрощению агротехнологий.

Анализируя состояние эксплуатации техники в предприятиях аграрного производства, видно, что, тракторы, сельскохозяйственные машины в хозяйствах эксплуатируются на несоответствующем уровне, что приводит их к снижению эффективности эксплуатации.

1.3 Анализ влияние условий функционирования тракторов на эксплуатационные показатели тракторов в АПК

Эффективность эксплуатации сельхозмашин значительно зависит от условий ее функционирования. Условия функционирования – это комплекс факторов, оказывающие влияние на выполнение техникой механизированных сельскохозяйственных работ.

Многие исследования посвящены решению вопроса влияния природно-климатических и производственных условий на состояние техники [9, 17, 35, 40].

Большие потери в сельском хозяйстве обусловлены тем, что сельскохозяйственная техника функционирует в агрессивной среде. Среди всех отраслей, согласно статистике, самые большие потери вследствие коррозии оборудования несут топливно-энергетический комплекс, агропромышленный комплекс, химическая и нефтехимическая промышленность. Например, потери металла от коррозии, следующие: в топливно-энергетическом комплексе - 30%, в химической и нефтехимической промышленности - 20 %, в агропромышленном комплексе - 15%, металлообрабатывающей промышленности - 5 %. Коррозия оборудования является причи-

ной ежегодных многомиллиардных убытков, и решение этой проблемы является одной из важных задач.

Значительный ущерб сельхозмашинам причиняется влажностью воздуха, обилием осадков, вызывающих коррозию деталей, выполненных из металла. При появлении невидимого слоя влаги, на поверхности металла начинает возникать коррозия. Критическая величина влажности для железа и стали колеблется от 63 до 65%, при этом относительная влажность находится в значительных пределах. Средняя влажность составляет 62,4% в районах средней Азии и 79,9% в Европейской части страны. Так же известно, что при хранении сельскохозяйственных машин на открытых площадках, скорость распространения коррозии деталей из малоуглеродистых сталей – более 200 г/м³ в год, при хранении в закрытых помещениях – до 100 г/м³ в год [27, 41].

Другим важным примером коррозионно-активных сред в сельском хозяйстве являются удобрения, ядохимикаты, сок растений, отходы животноводства, растениеводства и др. [35].

Существуют специфические виды коррозий, не связанные с потерей металла. Так, незначительные точечные поражения, которые возникают на плунжерных парах, топливных насосов, после года их эксплуатации, приводят к потере мощности двигателя примерно на 20%, при этом расход масла увеличивается на 50...80% и сокращаются сроки службы двигателей почти в два раза [40].

У конструкций сельскохозяйственных машин, которые имеют коррозионные разрушения, снижается усталостная прочность на 30...40%, что приводит к появлению трещин и разрывов в металле. Износостойкость поверхностей сопряжения снижается в 1,5...2 раза коррозионными повреждениями [27].

Работы многих ученых посвящены изучению влияния рельефа местности, изрезанности полей, наличия склонов и препятствий и влияние их на показатели эксплуатации тракторов [30, 31].

Поломка узлов, повышенный износ, в основном, происходит из-за непостоянных, т.е. динамических нагрузок, перегрузок на крутых склонах, увеличенных нагрузках на ходовую часть трактора. Повышение коэффициента изрезанности от 0,89 до 0,99, приводит к росту себестоимости сельскохозяйственных работ на 8%, а при повышении среднего угла от 10^0 до 20^0 расход масла увеличивается на 12 %, производительность снижается на 23%/ [24].

Многие работы посвящены изучению воздействия запыленности воздуха на мощностные характеристики тракторов [2, 16]. Вид (связанность) почвы, влажность воздуха, скорость ветра играют огромную роль в запыленности воздуха.

Имеется тенденция уменьшения загрязнения воздуха пылью по мере повышения удельной доли чернозема в обрабатываемой почве [18].

При повышении запыленность воздуха от $0,08 \text{ г/м}^3$ до $0,25 \text{ г/м}^3$, мощность двигателя внутреннего сгорания снижается от 5,7 до 13,8%, при этом увеличивается расход топлива от 6,6 до 14,1%.

Такие факторы как, тип почвы, ее структурность и связанность влияют на загруженность двигателя трактора. Нагрузка на двигатели тракторов при вспашке на глинистых почвах выше в два раза, чем на суглинистых. При, влажности почвы равной 21 %, почва считается нормальной. При значении влажности почвы 12 %, сопротивление рабочих органов сельскохозяйственных машин повышается на 25% и при увеличении влажности почвы до 26% - возрастает на 13% [30].

В исследованиях многих ученых, проанализированы влияние организации работ техники на показатели их эксплуатации [3, 6]. Увеличение

скорости движения сельхозмашины от 5 до 6 км/ч приводит к увеличению нагрузки на системы и агрегаты трактора, в среднем: при вспашке - 5% (на легких почвах - 1-2%, средних почвах - 3-5%, тяжелых почвах - 6-8%); при посеве - 1,5-2,5 %; при бороновании, культивации, прикатывании, лушении на - 3-4% [16]. Нагрузка при пахоте с затупленным лемехом увеличивается на 20-30% [19].

На эксплуатацию тракторов также оказывает влияние правильность выбора вида поворота и способа движения, особенно при наличии на возделываемом участке склонов и препятствий. Известно, уменьшение длины гона приводит к увеличению пути для совершения поворотов и заездов, который может составить от 10 до 12%, а для коротких участков этот показатель может увеличиться до 40 % и более [14]. При частых и продолжительных поворотах, увеличивается износ ходовой части трактора.

Эксплуатационные показатели непосредственно зависят от факторов, направленных на поддержание техники в работоспособном состоянии, и от тех факторов, которые способствуют его нормальной работе, это такие факторы как транспортировка, проведение технического обслуживания, хранение и ремонт трактора, классность и стаж работы механизатора, обкатка и другие. Исходя из вышеизложенного считаем, что оценка и определение закономерности воздействия условий функционирования на показатели эксплуатации тракторов имеет важное значение.

1.2.1 Анализ методов оценки состояния функционирования тракторов

В настоящее время известны производственная и техническая эксплуатации тракторов. Производственная эксплуатация тракторов связана с факторами выполнения сельскохозяйственных работ. Техническая эксплуатация - это период эксплуатации, при котором осуществляется поддержа-

ние техники в работоспособном состоянии, проведение мероприятий, таких как организационных, технологических, технических, и других [1, 4, 8].

Приемка, транспортировка и обкатка машин, профилактическое техническое обслуживание, хранение, заправка, эксплуатационный ремонт, а также снабжение материалами и запасными частями, являются основными факторами технической эксплуатации.

Производственная эксплуатация определяется технологией сельскохозяйственных работ в сельском хозяйстве, комплектованием и организацией работ агрегатов, планированием состава и управлением МТП, которые характеризуют производственные условия.

Под состоянием эксплуатации следует понимать совокупность факторов, влияющих на процесс эксплуатации тракторов и находящихся во взаимосвязи друг от друга [6].

От состояния качества ТО и ремонта, ремонтной базы, качества очистки и заправки масел и топлива, качества хранения сельхозмашин, уровня профессионализма механизаторов, которые обслуживают агрегат, зависит уровень эксплуатации.

Различают два основных направления для оценки состояния эксплуатации. Первое - по показателям качества изготовленного или отремонтированного механизма, второе - по показателям технологических процессов. Оценивать состояния эксплуатации по исходному результату более приемлемо с точки зрения оценки «по конечному результату»; действительно при этом подтверждается не только качество рассматриваемого процесса, но и качество других - изготовление, восстановление и т.д. Определять состояния эксплуатации по качеству выполнения операций более целесообразно, поскольку при этом одновременно выявляются причины, приводящие к его уменьшению.

В связи с этим, далее анализируются работы второго направления. Второе направление можно охарактеризовать двумя методами: методом статистической обработки, и методом максимальных и средних значений [2]. Так как первый метод достоверен лишь для периода проектирования (конструирования), то принимается второй метод, выражающийся зависимостями, оценивающими не только качество готовых изделий, но и качество технологического процесса проектирования (изготовления). В результате итоговая формула выйдет следующим образом:

$$G_i = \frac{(K_i - K_i^*)^{-1}}{\sum (K_i - K_i^*)^{-1}}, \quad (1.1)$$

где K_i - нормальное значение i -го показателя, определяемого как среднестатистическое для изделия, удовлетворяющего нормативным требованиям, K_i^* - максимальное допустимое значение, меньше которого i -й показатель снизиться не может.

Оценивая процесс изготовления, авторами использовался комплексный безразмерный показатель, полученный сложением всех обобщенных показателей качества мероприятий по организации технологических процессов и их проведению, с учетом коэффициентов их весомостей [2]. В общем виде выражение выйдет следующим образом:

$$K_i = \sum_1^{N_1} K_{i,m_1} \cdot \mu_1 + \sum_1^M K_{i,m} \cdot m_i, \quad (1.2)$$

где: $K_{i,m_1} = \sum_1^{N_1} K_{i,m_1}$ - качество i -х технологических операций, K_{e,m_2} - единичный показатель e -го свойства технологической операции и его весомость; N_1 - количество единичных показателей качества технологической операции; M_i - весомость i -й технологической операции; N - количество i -х технологических операций; $K_{i,m}, m_i$ - единичные показатели техно-

логического процесса и их весомости; N_i — количество единичных показателей качества технологического процесса.

Формула (1.2) показывает качество осуществления технологических процессов в зависимости от качества технологических операций. К этим показателям можно отнести состояние технологического оборудования и машин, квалификацию инженерно-технических работников и обслуживающего персонала, систему стимулирования этих работников.

Наиболее близко к сельскохозяйственным машинам определение состояния эксплуатации изложено в трудах [8, 12, 19].

Для определения состояния эксплуатации тракторов в работе [15] используется следующее выражение:

$$K_o = \frac{\sum_{i=1}^j (K_i - \varphi_i)}{0,95 \cdot \sum_{i=1}^j \varphi_i}, \quad (1.3)$$

где $K_o = \sqrt{\prod d_i}$ — частный показатель состояния эксплуатации j -го обобщенного фактора; d_i — значение i -го определяющего фактора в зависимости от уровня его реализации в эксплуатации; n — число определяющих факторов для j -го обобщенного фактора; φ_j — вес j -го обобщенного фактора.

Как видно, в данной работе и в трудах [15, 28] оценка обобщенного фактора определена средним геометрическим значением всех его факторов. Оценка значения каждого определяющего фактора, в этом случае определяется путем сравнения его фактического значения с определенными фиксированными уровнями, при этом применена четырехбалльная система оценки, при которой баллы имеют одинаковые значения: 0,95; 0,76; 0,50; 0,24.

В трудах [28, 38] не учтено, что обобщенные факторы проявляют многообразное влияние на состояние эксплуатации техники, то есть, не учтены степени влияния факторов природно-климатических производственных условий.

В трудах [41, 44] уделяется большое внимание качеству хранения техники, однако, на долговременном хранении, техника находится редко. Поэтому, степень представленного фактора в работе [45] несколько преувеличена. Таким образом, перечень обобщенных факторов и оценка степени их значения требуют уточнения.

В работе [12], состояние эксплуатации техники определялась шестью обобщенными факторами: уровнем технического обслуживания, уровнем текущего ТО и ремонта, подготовленностью механизаторских кадров, обеспеченностью предприятий материальными и техническими средствами и кадрами, степенью организацией эксплуатации тракторов, технического обслуживания и ТО и ремонта. Определение состояния любого обобщенного фактора предполагает формирование и оценку определяющих его факторов.

При оценке уровней факторов, авторами использована трехбалльная система оценки, при этом баллы были равны: 1,00; 0,75; 0,31. Определенные удельные веса обобщенных и определяющих факторов при ранжировании для ряда 1,2,3,4,5... и т.д. соответственно равны: 1; 1; 0,75; 0,50; 0,31... и т.д. Для определения обобщенного удельного веса фактора необходимо умножить удельный вес фактора на его порядковый номер и числовую характеристику, определяющий уровень фактора.

Для определения состояния эксплуатации техники в предприятии предлагается следующая формула:

$$y_s = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_{\phi_i}}{\sum_{i=1}^n \varphi_{\phi_{\max}}}, \quad (1.4)$$

где: φ_{ϕ} и $\varphi_{\phi_{\max}}$ - обобщенные удельные веса i -го определяющего фактора, соответствующие фактическому и высокому уровню эксплуатации тракторов; n - общее число анализируемых факторов.

Для определения состояния эксплуатации техники в предприятиях в работе [8] используется формула вида:

$$K_n = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i \cdot K_i}{\sum_{i=1}^n \varphi_i}, \quad (1.5)$$

где $\varphi_i = \frac{1}{2^{i-1}}$ - значение нормирующей функции для i -го обобщенного фактора; n - число обобщенных факторов.

В работе [52] сделано допущение аналогичного характера, при этом состояние эксплуатации тракторов определяется из выражения:

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^N \varphi_i \cdot \sum_{j=1}^M K_{ij}}{\sum_{i=1}^N \varphi_i \cdot \sum_{j=1}^M K_{\max ij}}, \quad (1.6)$$

где $K_{\max ij}$ - максимально возможное значение факторов; K_{ij} - численное значение i -ого фактора, определяющего j -ый фактор; N - число основных факторов; M - число факторов, определяющих основной фактор.

Определение весомости факторов в работах [8, 12, 49] проведена без учета природно-климатических и производственных условий. Поскольку была принята 3-х балльная система оценки состояния определяющих факторов, точность оценки будет невысокой. Тем более, значение удельных

весов факторов, которые получены с использованием нормативных функций, возможно, использовать только при предварительном исследовании.

При сравнении моделей, предложенных в работах [12, 48], необходимо обратить внимание на перечисленные в них обобщенные и определяющие факторы. В научной работе [47] такие факторы включают: уровень технического обслуживания, уровень текущего ТО и ремонта; уровень подготовленности механизаторского персонала; уровень обеспеченности хозяйств; уровень организации использования технического обслуживания и ТО и ремонта техники. В трудах [12, 46] в обобщенные факторы входят: качество технического обслуживания; качество текущего ТО и ремонта; качество очистки топливно-смазочных материалов; квалификация трактористов; качество хранения техники.

Как видим, в перечнях обобщенных факторов наблюдается различия, а в перечнях определяющих факторов степень различия больше, как по количеству факторов, так и в их содержании (от 17 до 25) [12, 46, 48].

Методы оценки качества проведения качества ТО и ремонта энергетических средств показаны в работах [1, 4, 10, 21, 25], которые подразделяются по видам применяемых показателей, характеризующих качество технологического процесса, качества ТО и ремонта, существенными из которых являются: периодичность ТО и ремонта; качество операций технического обслуживания; объем работ по проведению технического обслуживания (трудовые и денежные издержки); оценка организационного и технического уровня ТО осуществляется с помощью балльной системы.

При проведении предварительных исследований в большинстве случаев, как показатель уровня организации технического обслуживания используется периодичность одного из видов технического обслуживания, часто ТО-1. Однако авторы трудов полагают, что номенклатура операций технического обслуживания разных видов, проводится на высоком уровне.

В других трудах придают значения только качеству выполнения всего комплекса операций технических обслуживаний, однако, не учтены значения периодичности технического обслуживания. Из всех операций технического обслуживания выбираются те, что оказывают максимальное воздействие на топливно-энергетические показатели, безотказность техники и на ресурс его механизмов. В таком случае оценка качества технического обслуживания проводится по обобщенному показателю оценки качества технического обслуживания, вычисляемое по формуле:

$$K_{\text{об}} = \sum_i K_i \cdot \Pi_i = \sum_i \sum_j K_{ij} \cdot p_j \cdot \Pi_i, \quad (1.7)$$

где K_i - комплексный показатель i -й группы характеристики качества обслуживания; Π_i - весомость показателя; K_{ij} - единичный j -ый показатель оценки и его весомость в j -ой группе.

Единичный показатель K_{ij} , характеризующий качество выполнения j -й ключевой операции ТО, можно представить как отклонение j -го параметра состояния ΔQ_j обслуживаемого элемента от номинального значения $Q_{\text{н}j}$ в долях единицы:

$$K_{ij} = 1 - \left| \frac{\Delta Q_j}{\Delta Q_{\text{н}j}} \right|, \quad (1.8)$$

В этом случае принимаются во внимание только те факторы, которые оказывают наибольшее влияние на соответствующие комплексные j -е группы, характеризующие качество технического обслуживания.

Ученые понимают, что точное определение единичного показателя, зависящего от отклонения j -го параметра состояния обслуживаемого элемента весьма трудоемко и сложно, и в задачах употребляют иной упрощенный вид формулы, чтобы определить единичный показатель путем деления числа фактически осуществленных действий (операций) на общее

количество выполненных действия (операций) по j - ой сборочной единице.

В работе [39] при определении качества технического обслуживания был принят показатель, который характеризует долю фактически выполненных операций по данному энергетическому средству:

$$A = \frac{t_{\text{ф}}}{t_{\text{пл}}} , \quad (1.9)$$

где $t_{\text{ф}}$, $t_{\text{пл}}$ - фактическая и плановая удельная трудоемкость периодических и сезонных ТО.

Оценка качества ремонтной работы оценивается в трудах [39, 42, 46]. Термин «качество ТО и ремонта» обладает двойным значением. Первое значение термина «качество ТО и ремонта» говорит об оценке по показателям технологического процесса ремонтной работы, в основном по уровню соответствия параметров состояния деталей и механизмов сельхозмашин стандартам и техническим требованиям, и условиям на ремонтные работы. Второе значение качества отремонтированных машин показывает оценку сравнением показателей работы или надежности в межремонтном периоде с указанием соответствующих показателей в доремонтном периоде.

Качество текущего ТО и ремонта (ТР) оцениваются по показателям качества технологического процесса ТР [12, 19, 20, 25]: использование диагностики при постановке техники на ТР; использование диагностики для контроля качества ремонтных работ; качество используемых запасных частей; исполнитель, ликвидирующий отказы и проводящий текущий ремонт техники; снабжение ремонтной мастерской оборудованием. С помощью четырехбалльной системы, оценивается качество каждого фактора.

Сделав анализ имеющихся методик оценки состояния эксплуатации техники, выводим следующие выводы:

- для определения весомостей факторов, ученые руководствуются итогами опроса экспертов или показателями нормирующих функций. Возможное влияние природно-климатических и производственных условий на уровень качества ТО и ремонта не учитывается;

- предлагаются всевозможные комплекты факторов, которые характеризуют технические условия, однако в этом случае удельный вес факторов, определяющие организационные условия не значителен, что понижает вероятность получения объективных данных. Исходя из этого, необходимо разработать методику определения весомостей факторов и качества ТО и ремонта тракторов.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ТО И РЕМОНТА ТРАКТОРОВ В АПК

2.1 Общий подход к решению задач

Состояние техники в процессе её эксплуатации при воздействии технических и эксплуатационных факторов, а также влиянии окружающей среды, постоянно меняется. Изменение состояния техники влияет на эффективность эксплуатации техники и отражается на его технико-экономических и эксплуатационных показателях.

Повышение эффективности эксплуатации тракторов связано с улучшением качества технического обслуживания, определением влияния технической эксплуатации, ремонтно-обслуживающих воздействий, материально - технической базы, наличия квалифицированных специалистов и

нормативно - технической документации и разработкой мероприятий по их повышению.

В процессе эксплуатации техники реализуется их взаимодействие как объекта управления с такими факторами, как природно-климатические, эксплуатационные, производственные условия, а так же технические условия. Главным звеном, устанавливающим программу действий, является положения и нормативы, устанавливающие требования к ТО и ремонту [29].

Существенное варьирование в направлениях производства сельскохозяйственной продукции, плотности сельскохозяйственных работ, условий выполнения сельскохозяйственных работ, объемов ремонтно - обслуживающих воздействий устанавливают необходимость повышения эффективности и надежности эксплуатации техники, которые должны оказывать содействие в решении поставленных задач:

- выполнение намеченных объемов сельскохозяйственных операций;
- соблюдение оптимальных сроков ремонтно-обслуживающих работ.

Согласно данным о производительности и результатах диагностирования техники при ТО-3, информация о техническом состоянии её механизмов (агрегатов) может быть классифицирована. Оценка факторов качества ТО и ремонта техники осуществляется с учетом состояния техники и закономерностей влияния на него условий функционирования.

Основываясь на вышеизложенные суждения, совершается построение целесообразного варианта технологического процесса, поддержания работоспособности техники. Этот процесс охватывает ремонтно-обслуживающие воздействия: ТО, ремонт, плановая смена механизмов, узлов и агрегатов, а также капитальный ремонт [30].

Параметры агрегатов техники в процессе эксплуатации зависят от состояния их эксплуатации, т.е. воздействия на них природно -

климатических условий, производственных условий и факторов качества ТО и ремонта тракторов.

2.2 Анализ качества ТО и ремонта техники в аграрном производстве

При выполнении сельскохозяйственных работ на состояние качества ТО и ремонта агрегатов трактора оказывают влияние различные условия, которые определяют технико-экономические и эксплуатационные показатели [1, 2, 3].

Исходя из литературного анализа и фактического состояния использования тракторов видно, что состояние качества ТО и ремонта тракторов определяется природно-климатическими, техническими и производственными условиями.

Природно-климатические условия определяются рельефом местности, количеством осадков в году и средней температурой, видом (связностью) почвы. Рельеф местности характеризуется изрезанностью поля, наличием склонов и препятствий, при этом трактор работает с переменными нагрузками, что провоцирует возникновение усталостных напряжений в сварных швах, ослабление креплений, разрегулировке деталей, узлов и других конструктивных элементов. В зависимости от рельефа местности будут меняться интенсивность расхода ресурса систем и агрегатов.

Количество осадков в году и средняя температура воздуха характеризуют его влажность. Они могут быть также определены гидротермическим коэффициентом. Гидротермический коэффициент – это отношение количества осадков к суммарной температуре за этот же период времени. Коэффициент 0,8 соответствует засушливой зоне, от 0,9 до 1,3 – зоне нормальной влажности, и больше 1,3 – зоне повышенной влажности

[4]. Повышенная влажность воздуха способствует коррозии деталей и узлов трактора и приводит к повышенному расходу ресурса.

Вид (вязкость) почвы в комплексе с влажностью характеризуют запыленность воздуха. Запыленность воздуха считается критической, если в одном кубическом метре воздуха находится пыли в количестве от 0,3 до 0,6 г [5, 6]. Запыленность воздуха способствует появлению абразивного износа в подшипниках скольжения, расхода ресурса деталей кривошипно-шатунного механизма и топливной аппаратуры. Таким образом, запыленность воздуха влияет на состояние качества ТО и ремонта тракторов.

Технические условия определяется определяющими факторами качества ТО и ремонта, например: «Наличие оборудования для проведения ТО и ремонта», «Состав специалистов», «Применение дефектовки» и другие факторы.

Факторы влияют на качества ТО и ремонта агрегатов и систем трактора, степень их влияния называется весомостью факторов качества ТО и ремонта тракторов. Величина весомости того или иного фактора зависит от качества ТО и ремонта агрегатов и систем трактора, вероятности внезапного отказа, возможного продолжительного простоя и стоимости его ликвидации при невыполнении или частичном выполнении данного фактора [7].

Производственные условия определяются организацией работ тракторного агрегата, планированием состава машинно - тракторного парка (МТП) и технологией механизированных работ.

Организация работ тракторного агрегата характеризуется скоростью его передвижения, способом движения, видом поворотов и др. В зависимости от выбора скорости будет меняться нагрузка на двигатель, что влияет на интенсивность износа его деталей и узлов. Способ движения и вид поворотов

отражаются на частоте и продолжительности включения механизмов поворота трактора, что влияет на степень износа трансмиссии и возникновение отказов.

Планирование состава МТП включает в себя планирование марочного состава и количества тракторов в хозяйстве[8], это в основном определяет наличие ресурсосберегающих объектов ремонтной базы, а значит продолжительность восстановления работоспособности и простоя техники.

Технология механизированных работ отражает процент работы трактора в трудоемких процессах: вспашка, сплошная культивация, боронование и др.; в работах средней тяжести: посев и косьба зерновых, посадка картофеля, уборка силосных культур и др.; и легких – это транспортные работы [9, 10]. В зависимости от доминирования тех или иных сельскохозяйственных операций будет изменяться работоспособность систем и агрегатов, количество отказов.

Влияние уровня качества ТО и ремонта тракторов на показатели их использования и надежности представлены на рисунке 2.1.

Исходя из вышеизложенных суждений, можно сделать следующие выводы:

- состояние качества ТО и ремонта тракторов определяется природно-климатическими, техническими и производственными условиями эксплуатации тракторов;
- технические условия эксплуатации тракторов определяется уровнем определяющих факторов, которые непосредственно влияют на уровень качества ТО и ремонта;
- природно-климатические, технические и производственные условия влияют на технико-экономические и эксплуатационные показатели тракторов.

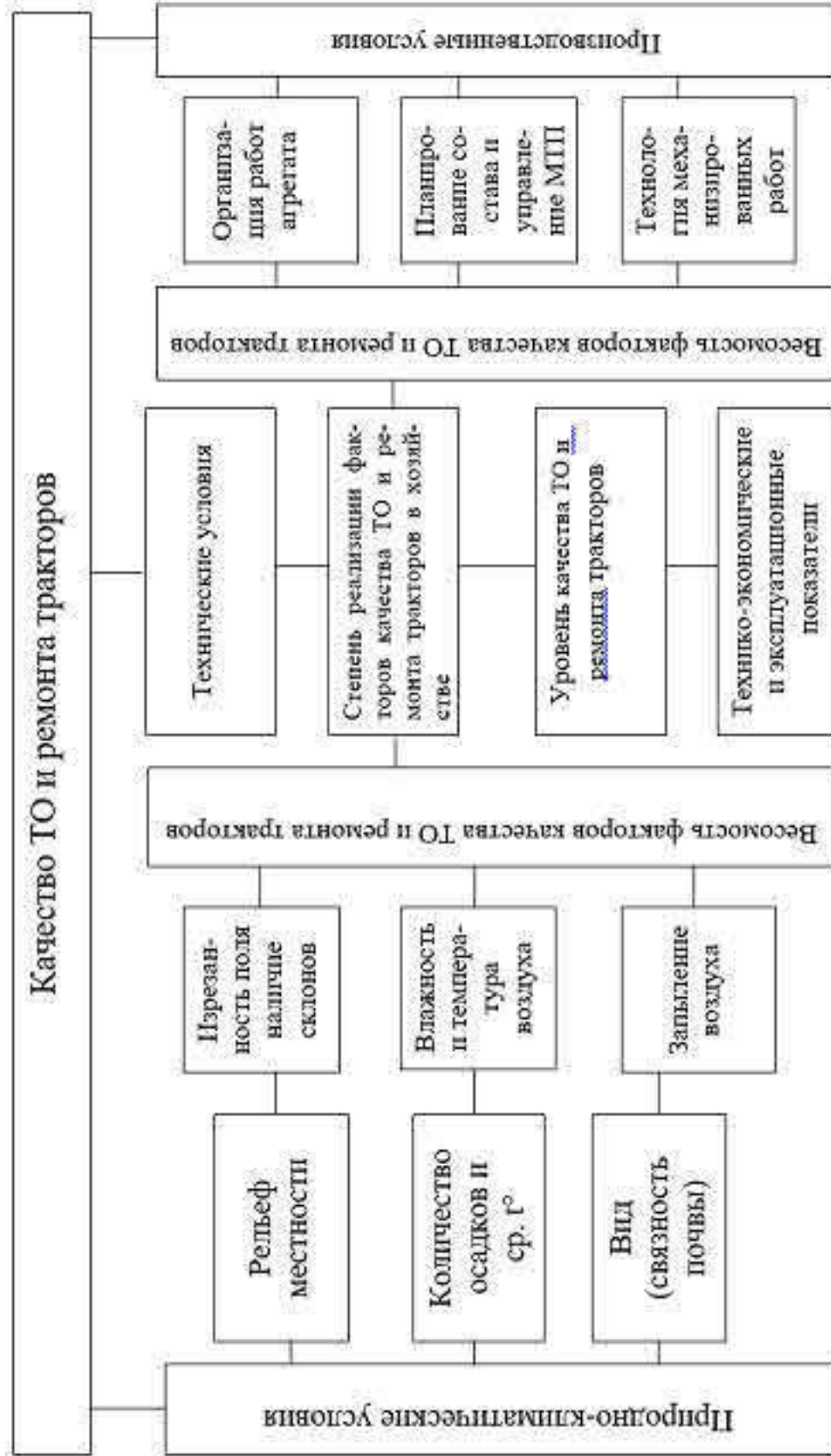


Рисунок 2.1 – Влияния уровня качества ТО и ремонта тракторов на показатели их эксплуатации и надежности тракторов в АПК

2.2.1 Обоснование перечня факторов, характеризующих качества ТО и ремонта тракторов

Ранее было отмечено, что качества ТО и ремонта техники можно оценить комплексным безразмерным показателем – уровнем качества ТО и ремонта тракторов. Уровень качества ТО и ремонта трактора – состояние ТО и ремонта трактора в хозяйстве. Теоретически, значение может меняться от 0 до 1. При этом, 1 соответствует состоянию качества ТО и ремонта трактора, при котором расход ресурса минимален, т.е факторы уровня качества ТО и ремонта соответствует требованиям ГОСТ; 0- теоретический, соответствует состоянию качества ТО и ремонта трактора, при котором ремонт трактора не производится.

Отсюда следует, что необходимо установить перечень факторов, характеризующих технические, производственные условия и их весомости, определяющие степени реализации этих факторов в хозяйствах, влияния природно-климатических условий на показатели надежности тракторов.

В известных исследованиях предлагаются определяющие факторы разных наборов [12, 34, 43]. Исходя из обзора литературных источников и реального состояния качества ТО и ремонта техники в хозяйстве, были выделены следующие факторы:

качество ТО

1. Качество проведения технического обслуживания.
2. Наличие передвижных средств ТО
3. Состав специалистов
4. Наличие оборудования для ТО
5. Место проведения ТО
6. Выполнение номенклатуры операций ТО
7. Соблюдение сроков проведения ТО
8. Применение диагностики

качество ремонта

1. Качество выполнения ремонта
2. Вид и необходимость ремонта
3. Характеристика ремонтной базы
4. Состав специалистов
5. Применение диагностики
6. Обеспеченность запасными частями
7. Применение деффектовки
8. Стимулирование за экономию запасных частей
9. Место проведения ремонта
10. Наличие выездных бригад по ремонту техники

Для уточнения номенклатуры определяющих факторов и обоснования их весомостей применяется, используемый в теории квалиметрии, экспертный опрос инженерно-технических работников - специалистов.

Определение показателей уровня качества ТО и ремонта техники представляет определенную сложность, которая заключается в количественной оценке факторов, имеющих свою размерность и физический смысл. В связи с большим количеством и разнообразием факторов и их сочетаний, решить данную задачу, используя строгие математические методы, затруднено. Использование функции желательности Харрингтона [54, 55] для получения числовых значений определяющих факторов является более рациональным. При этом появляется возможность преобразовать натуральные значения частных факторов в безразмерную шкалу желательности.

Применение балльного метода оценки, где уровень каждого определяющего фактора соответствует определенному набору качеств реализации данного фактора в хозяйстве, количество которых определяет

точность их оценки, предполагает проведение полного анализа состояния каждого определяющего фактора.

Нами была выбрана более распространенная система оценки - четырехбалльная система. При этом, определенному уровню качества ТО и ремонта тракторов соответствует определенный набор баллов с учетом их весомостей.

Для уточнения перечня факторов и определения их весомостей проводился экспертный опрос инженерно-технических работников.

Факторы были расположены в порядке уменьшения уровня обобществления.

Базовый фактор	Обобщённый фактор	Определяющие факторы
Уровень качества ТО и ремонта тракторов	Качество проведения ТО тракторов	1. Качество проведения технического обслуживания. 2. Наличие передвижных средств ТО 3. Состав специалистов 4. Наличие оборудования для ТО 5. Место проведения ТО 6. Выполнение номенклатуры операций ТО 7. Соблюдение сроков проведения ТО 8. Применение диагностики
	Качество проведения ремонта тракторов	1. Качество выполнения ремонта 2. Вид и необходимость ремонта 3. Характеристика ремонтной базы 4. Состав специалистов 5. Применение диагностики 6. Обеспеченность запасными

		частями
		7. Применение деффектовки
		8. Стимулирование за экономию запасных частей
		9. Место проведения ремонта
		10. Наличие выездных бригад по ремонту техники

Таблица 2.1 - Влияние факторов на уровень качества ТО и ремонта тракторов

Для обеспечения приемлемой точностью факторов их количество оптимизировалось. Оценка уровней некоторых факторов осуществлялась по выявленным параметрам [16, 52].

Основываясь на литературные источники и действительное состояние ТО и ремонта в предприятиях, оценка качества текущего ТО и ремонта [61, 62], определялись показатели, которые характеризуют его уровень (рисунок 2.1). Дефектовка применяется для того чтобы, определить годность деталей с использованием диагностических измерительных приборов. При организации снабжения предприятия запасными частями необходимо учитывать время для поиска и доставки деталей. Качество выполненных ремонтных работ характеризуется, косвенно, изменением наработки за смену после проведения ремонтных работ. При определении состава мастеров наладчиков, которые проводят ремонтные работы техники, можно исходить из таких показателей как: квалификация и стаж работы. Назначение и вид ТО и ремонта характеризуется необходимостью отправления техники и агрегатов на ремонт, при этом, важную роль играет наличие запасных частей. Оценка качества ремонтной базы может быть определена по следующим показателям: наличие аппаратуры, объем ремонтных работ, наличие ремонтного участка для проведения ТО и ремонта двигателей, ТНВД, наличие на разборочно-сборочных участках грузоподъемного оборудования.

2.2.2 Методика определения весовости факторов и уровня качества ТО и ремонта тракторов

Одним из важных моментов при оценке уровня качества ТО и ремонта тракторов является составление перечня определяющих факторов, а также определение их весомостей, которые наиболее полно отражают качества ТО и ремонта тракторов. Исходя из литературного анализа, весомости факторов, можно определить с помощью экспертного опроса и расчетного метода [2, 50].

Уровень качества ТО и ремонта техники оказывает влияние на показатели надежности (коэффициент готовности, наработку на отказ и т.д.), в связи с этим определив зависимости между показателями надежности и определяющими факторами, вычисляем степень влияния каждого фактора на выходной показатель, наработку на отказ.

Чтобы определить весомость факторов, мы предлагаем воспользоваться методами экспертного опроса и теории математической статистики.

Метод экспертного опроса проводится в соответствии с ГОСТ 23554.1-79.

Теория математической статистики предполагает проведение корреляционно - регрессионного анализа результатов, полученных в период наблюдений. В таком случае значение весомости показывает долю величины наработки на отказ, приходящийся на данный фактор.

При нахождении весомостей факторов качества ТО и ремонта следует провести регрессионный анализ, в связи с этим первичные данные необходимо представить в виде матрицы:

$$\begin{pmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \varphi_{1n} & \dots & \varphi_{1i} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \varphi_{2n} & \dots & \varphi_{2i} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \varphi_{n1} & \varphi_{n2} & \varphi_{nn} & \dots & \varphi_{ni} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T_{01} \\ T_{02} \\ \dots \\ \dots \\ T_{0i} \end{pmatrix}, \quad (2.5)$$

где T_0 – наработка на отказ трактора, м.ч.; φ_{1j} , φ_{2j} , ..., φ_{nj} – уровни i -х факторов, в j -ом опыте.

Выводится уравнение регрессии вида:

$$b_1\varphi_1 + b_2\varphi_2 + \dots + b_i\varphi_i = T_0, \quad (2.6)$$

где b_i – коэффициенты регрессии i -х факторов.

Используя уравнение (2.6), можно определить степень влияния каждого фактора φ_1 , φ_2 , ..., φ_i на выходной показатель T_0 :

$$k_i = \frac{\overline{\varphi_i} b_i}{\sum_{i=1}^n \overline{\varphi_i} b_i}, \quad \sum_{i=1}^n K_i = 1, \quad (2.7)$$

где k_i – весомость i -го определяющего фактора;

$\overline{\varphi_i}$ – среднеарифметическое значение уровня i -го фактора; b_i – коэффициент регрессии i -го фактора.

Качества выполнения ТО и ремонта тракторов определяется, соответственно, формулами:

$$K_{\text{то}} = \sum_{i=1}^n \varphi_{\text{то}i} k_{\text{то}i}, \quad (2.8)$$

$$K_{\text{р}} = \sum_{i=1}^n \varphi_{\text{р}i} k_{\text{р}i}, \quad (2.9)$$

Уровень качества ТО и ремонта определяются для каждого хозяйства по формуле:

$$Y_{\text{то}0} = K_{\text{то}0} Z_{\text{то}} + K_{\text{р}0} Z_{\text{р}}, \quad (2.10)$$

где $Y_{\text{то}}$ - уровень качества ТО и ремонта.

В результате нами разработан метод, основанный на расчете значений весомостей факторов, которые учитывают условия проведения ТО и ремонта техники в хозяйствах.

Составляющие эмпирической зависимости определяются исходя из расчета по данной формуле:

$$\Pi = f\left(\bar{Y}_{\text{то}} + \frac{\bar{Y}_{\text{то}}}{100}\right), \quad (2.9)$$

где Π - выходной показатель - годовая наработка, количество отработанных машинодней, машиносмен и др.; $\bar{Y}_{\text{то}}$ - фактический уровень качества ТО и ремонта техники в хозяйствах.

На основании данных вычислений необходимо выбрать показатели использования, имеющие максимальные значения изменения. При этом приращение фактического уровня качества ТО и ремонта должен быть один процент.

2.2.3 Обоснование мероприятий по повышению уровня качества ТО и ремонта тракторов

Уровень качества ТО и ремонта оценивается для того, чтобы в конечном итоге провести разработку и внедрение мероприятий по его повышению [56, 57].

Для того, что бы лучше представить состояние и рационального осуществления мероприятий по увеличению уровня качества ТО и ремонта необходимо все факторы соотнести с одной из групп, показывающих их выполнимость (таблица 2.2).

Таблица 2.2 - Определяющие факторы с разделением их по группам реализации

Обобщенный фактор	Факторы, повышение которых требует выполнение следующих мероприятий		
	Повышение дисциплины труда	Проведение организационных мероприятий	Проведение дополнительных капитальных вложений
Качество проведения ТО тракторов	Соблюдение сроков проведения ТО	Состав специалистов для ТО и диагностирования	Наличие оборудования для проведения ТО
Качество проведения ремонта тракторов	Качество выполнения ремонтных работ	Состав специалистов	Место ремонта Наличие передвижных ремонтных средств

Первая группа содержит в себе факторы, для повышения уровней которых требуется повышение трудовой дисциплины, так как эти факторы, в большинстве случаев, зависят от инженерно - технических работников, от их ответственного и качественного выполнения своих обязанностей.

Во второй группе находятся факторы, повышение уровней которых требует проведение качественных, организационных мероприятий.

Третья группа содержит факторы, повышение которых требует капитальных вложений.

Увеличение уровня качества ТО и ремонта следует проводить в 2 этапа. Первый этап заключается в доведении уровней факторов первой и второй групп до уровней факторов третьей группы. Во втором этапе дополнительно осуществляются капитальные вложения, вследствие чего уровни факторов третьей группы приводятся к номинальному значению. После повышают уровень факторов 1 и 2 группы.

Для быстрого увеличения уровня качества ТО и ремонта нужно установить порядок повышения уровней факторов качества ТО и ремонта.

Порядок увеличения уровней факторов качества ТО и ремонта определяются размерами коэффициентов эффективности тех или иных факторов.

Коэффициент эффективности факторов вычисляют из уравнения:

$$\eta_i = (1 - \overline{\varphi_i}) z_i^0 k_i, \quad (2.10)$$

где η_i - коэффициент эффективности i -го фактора.

Коэффициенты вариации находят для каждого фактора по формуле:

$$U_i = \frac{\sigma_i}{\varphi_i}. \quad (2.11)$$

Факторы в любой группе рассчитывают в порядке уменьшения коэффициента эффективности η_i . В первую очередь обязаны повышаться факторы, значение величины коэффициентов которых отвечают условиям:

$$\eta_i \geq \frac{\sum \eta_i}{m}. \quad (2.12)$$

2.3 Обоснование вида зависимостей влияния качества ТО и ремонта тракторов на эксплуатационные показатели и методики их определения

Существует множество видов функциональных зависимостей показателей эксплуатации тракторов от состояния их эксплуатации. При этом, в зависимости от адекватности расчетных показателей фактическим, будет меняться и погрешность определения основных показателей. Поэтому, при определении вида зависимости каждому показателю эксплуатации должен быть индивидуальный подход [58, 59].

Так как остаточная дисперсия указывает на отклонение фактических значений от расчетных, то основным критерием выбора определенного вида зависимостей служит её минимум.

Нахождение зависимостей показателей эксплуатации и надежности тракторов от условий их функционирования должно проводиться с целью прогнозирования их значений при изменении уровней эксплуатации.

Так как мы всегда имеем один изменяющийся фактор — уровень качества ТО и ремонта и один выходной показатель — показатель надежности или эксплуатации, то необходимо рассматривать однофакторные зависимости.

Однако, прежде чем исследовать параметры уравнения и зависимости, необходимо найти степень связи между ними. В данном случае, такой величиной может быть коэффициент корреляции R , для определения которого воспользуемся формулой:

$$R = \frac{\sum xy - 1/n \cdot \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{(\sum x^2 - 1/n(\sum x)^2) \cdot (\sum y^2 - 1/n(\sum y)^2)}} \quad (2.13)$$

При $R=0,5$ (по абсолютной величине) корреляционная зависимость достаточно велика, поэтому можно с уверенностью предположить закономерность связи явлений [56].

Надежность полученных значений m_R можно охарактеризовать ошибкой коэффициента корреляции, которая будет определяться выражением [53]:

$$m_R = \pm \frac{1 - R^2}{\sqrt{n}}, \quad (2.14)$$

где n — количество наблюдений.

Значение R надежно, при выполнении условия [53]:

$$R \geq 3 m_R. \quad (2.15)$$

С повышением уровня ТО некоторые показатели увеличиваются (годовая наработка, наработка на отказ и др.). При этом ошибочно утверждать, что выбор какого-то определенного вида зависимости правилен для всех показателей.

Так как зависимости будут использованы в дальнейшем, то степень предсказания, т.е. соответствие фактических значений и эмпирических, должно быть достаточно высоким.

Поэтому, с учетом анализа исследований по данному вопросу, определяем основные возможные виды зависимостей:

$$\begin{aligned}
 Y &= X / (A + B \cdot X); \\
 Y &= A \cdot X^B; \\
 Y &= A \cdot B^X; \\
 Y &= A \cdot X / (B + X); \\
 Y &= A + B \cdot \lg X; \\
 Y &= A / (B + X); \\
 Y &= A + B \cdot X^2; \\
 Y &= A + B \cdot X + C \cdot X^2.
 \end{aligned} \tag{2.16}$$

Степень предсказания можно определить остаточной дисперсией, т.е. при уменьшении ее значения степень предсказания увеличивается.

Остаточную дисперсию можно определить по следующей формуле:

$$\varphi_{\text{ост}}^2 = \frac{\sum (Y - \tilde{Y})^2}{n - 2} \tag{2.17}$$

Коэффициенты зависимостей находятся с помощью метода наименьших квадратов, а оптимизация вида зависимостей осуществляется по критерию минимума остаточной дисперсии, т.е. $\varphi_{\text{ост}} \rightarrow \min$.

Расчеты целесообразно проводить на ЭВМ.

2.3.1 Методика оптимизации вида зависимостей влияния уровня качества ТО и ремонта тракторов на технико-экономические и эксплуатационные показатели

Для определения показателей эксплуатации и надежности тракторов в зависимости от качества ТО и ремонта собираются и обрабатываются сведения о состоянии определяющих факторов в каждом хозяйстве и соответствующих им технико-экономических и эксплуатационных показателей, по ранее рассмотренным методикам.

Как указано в разделе 2.3, были определены восемь часто встречающихся парных зависимостей. Параметры этих зависимостей были определены методом наименьших квадратов.

В таблице 2.3 показаны виды зависимости и линеаризующие преобразования переменных.

Таблица 2.3 - Функции и линеаризующие преобразования

Функция	Линеаризующие преобразования			
	преобразование переменных		выражения для величин	
	Y'	X'	A'	B'
1. $Y = \frac{X}{(A+X+B)}$	y	$\frac{1}{X}$	A	B
2. $Y = A \cdot X^2$	lg Y	lg X	lg A	lg B
3. $Y = A \cdot B^X$	lg Y	X	lg A	lg B
4. $Y = \frac{A \cdot X}{(B+X)}$	$\frac{1}{Y}$	$\frac{1}{X}$	$\frac{B}{A}$	$\frac{1}{A}$
5. $Y = A + B \cdot \lg X$	Y	lg X	A	B
6. $Y = \frac{A}{(B+X)}$	$\frac{1}{Y}$	X	$\frac{B}{A}$	$\frac{1}{A}$
7. $Y = A + B \cdot X^2$	Y	X ²	A	B
8. $Y = A + B \cdot X + C \cdot X^2$	-	-	-	-

Вычисления проводятся в следующем порядке:

1. Используя данные из таблицы 2.3, функция линеаризуется, т.е. $Y \rightarrow Y'$ и $X \rightarrow X'$.

2. Определяются суммы $\Sigma X'$, $\Sigma Y'$, $\Sigma (X')^2$, $\Sigma (Y')^2$, $\Sigma X'Y'$ и средние значения Y' и X' .

3. Вычисляются промежуточные величины:

$$G'_{xx} = \Sigma (X')^2 - 1/n (\Sigma X')^2, \quad (2.18)$$

$$G'_{yy} = \Sigma (Y')^2 - 1/n (\Sigma Y')^2, \quad (2.19)$$

$$G'_{xy} = \Sigma X'Y' - 1/n (\Sigma X') (\Sigma Y'). \quad (2.20)$$

4. Определяются коэффициенты регрессии:

- линейный

$$B' = G'_{xy} / G'_{xx}, \quad (2.21)$$

$$A' = Y' - B' \cdot X'; \quad (2.22)$$

- криволинейный, используя данные таблицы

$$B' \rightarrow B, \quad A' \rightarrow A.$$

5. Определяется остаточная дисперсия:

$$\varphi_{\text{ост}} = \Sigma (Y - Y')^2 / (n - 2). \quad (2.23)$$

6. Определяется коэффициент корреляции:

$$R = G'_{xy} / \sqrt{G'_{xx} \cdot G'_{yy}}. \quad (2.24)$$

7. Ошибку коэффициента корреляции находится по следующей формуле:

$$m_R = (1 - R^2) / \sqrt{n}, \quad (2.25)$$

если $R \geq 3 m_R$, то возможно предположить наличие статистической связи величин X и Y .

Каждая функция рассчитывается отдельно. При этом седьмая по счету функция, указанная в таблице 2.3, оптимизируется отдельно, а необходимые расчеты производятся при изменении показателя степени Z .

Определение коэффициентов регрессии квадратичного уравнения осуществляется методом наименьших квадратов [51].

В итоге принимается тот вид зависимости, для которого остаточная дисперсия будет минимальна.

3. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Программа экспериментальных исследований

Повышение эффективности и надежности эксплуатации тракторов в различных состояниях их качества ТО и ремонта основаны на установлении закономерностей изменения эксплуатационных показателей и показателей надежности тракторов от уровня качества ТО и ремонта техники. Экспериментальные исследования проводились для установления закономерностей влияния уровня качества ТО и ремонта тракторов, на их технико-экономические, эксплуатационные показатели и показатели надежности.

Для этого необходимо выполнить следующую работу: 1) определить перечни и весомости факторов, характеризующих уровень качества ТО и ремонта тракторов; 2) определить эксплуатационные показатели и показатели надежности исследуемых тракторов.

Были выбраны административный район, хозяйства и трактора исследуемой марки, а также для определения закономерностей влияния уровня качества ТО и ремонта на показатели надежности, эксплуатационные и технико-экономические показатели необходимо учитывать: год введения в эксплуатацию и периоды ТО и ремонта трактора. Программа экспериментальных исследований представлена на рисунке 3.1.

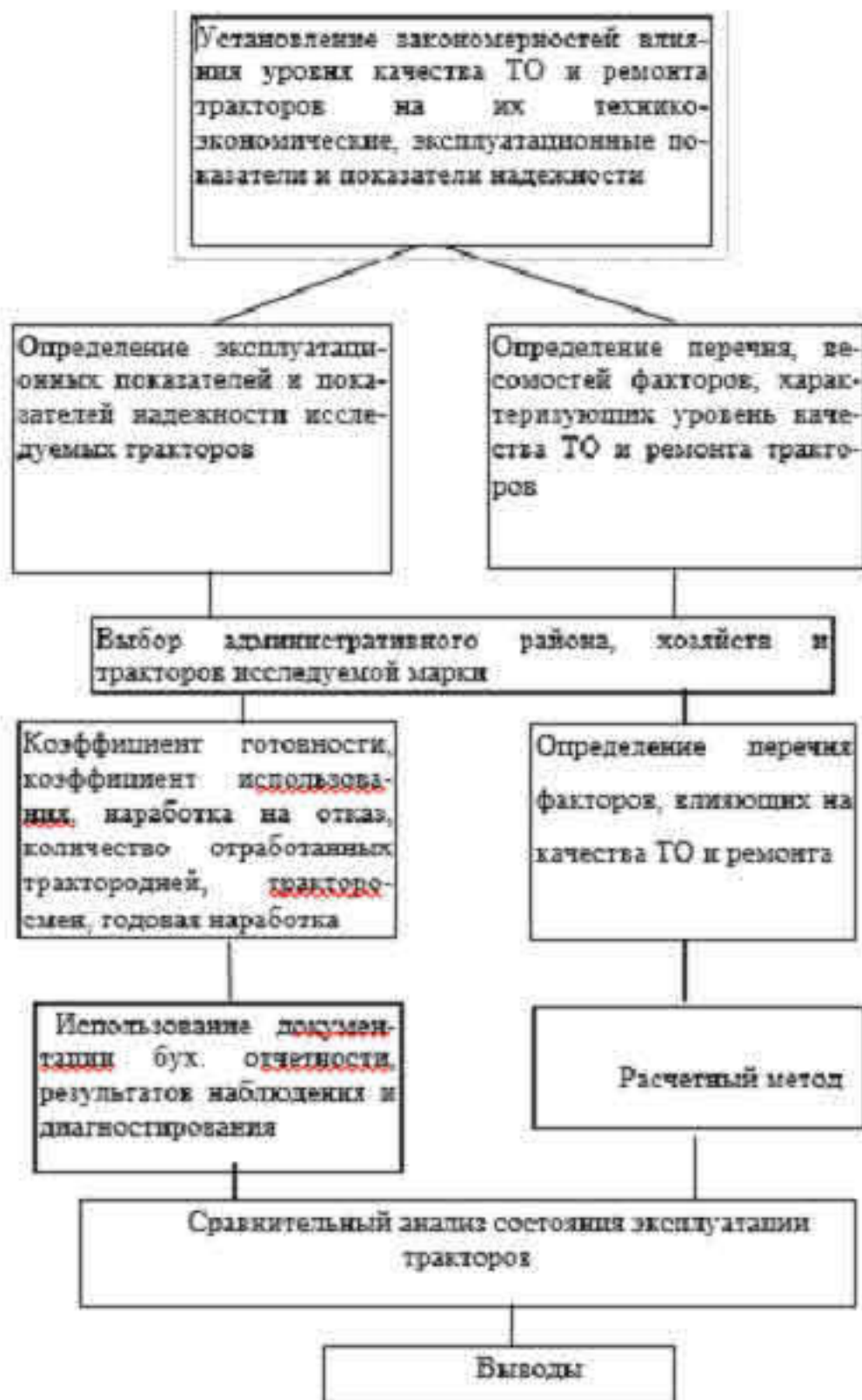


Рисунок 3.1- Программа экспериментальных исследований

Для выработки общей методики сбора данных о надежности сельскохозяйственной техники были использованы РД, ГОСТы, ОСТ и рекомендации [21, 22, 23].

3.2 Обоснование выбора объектов наблюдений

При изучении вопросов совершенствования и развития сельскохозяйственного производства необходимо учитывать, что техническое обслуживание тракторов в сельском хозяйстве обладает особенностями, которые характеризуется разнообразными природно-климатическими условиями.

Для каждого отдельного случая следует принимать во внимание условия работы и возможности системы при проведении ТО и ремонта в данных условиях.

Природно-климатические, а также местные условия определяются запыленностью, влажностью и средней температурой воздуха, изрезанностью полей, наличием склонов и препятствий, связанностью почвы. Вышеперечисленные факторы сказываются на показателях качества ТО и ремонта техники через величины весомостей факторов, которые определяют организационные и технические условия. В частности, чем больше запыленность, тем выше значение весомости фактора «Качества выполнения ТО и ремонта».

На сегодняшний день малоизучена и недостаточно определена методика, которая учитывает организационные, технические, природно-климатические условия, влияющие на эксплуатационные характеристики техники.

Для проведения экспериментальных исследований в магистерской работе были выбраны хозяйства Лаишевского района: 1) ООО «Агрофирма Волжская»; 2) ООО «Яратель»; 3) «Птицефабрика Державинская»; 4) ООО «Хаерби» которые расположены в Предкамской зоне Республики Татарстан.

Для обследуемых зон характерны условия, определяемые следующими значениями [32]:

- средним классом изрезанности 5-10%;
- средним классом угла склона 2-5°;
- средней длиной гона 400-800 м;
- средней запыленностью воздуха 0,01-0,112 г/м³;
- средней зимней температурой 10-12°С.
- средней влажностью воздуха 50-70%.

На сегодняшний день в сельском хозяйстве занято около 20 марок тракторов. Наиболее целесообразно выбрать самый распространенный для исследуемой зоны вид трактора.

В начале 2019 года в хозяйствах Татарстана числилось более 14 000 тыс. различных марок тракторов. В таблице 3.1 представлены марочные и количественные составы тракторов в хозяйствах Республики Татарстан.

Таблица 3.1- Марочные и количественные составы тракторного парка в сельскохозяйственных предприятиях Республики Татарстан (по данным на 2018 год)

Марки тракторов	Количество	
	Шт.	Отношение к общему числу тракторов, %
1	2	3
К-700А, К-701	774	5,5
К-744	134	0,9
ДТ-75, Т-4	3202	23,02
МТЗ-1221	2186	15,7
МТЗ-80/82	6949	49,9
КамАЗ Т-215	217	1,5
Нью-Холланд	225	1,6
Джон-Дир, Бюлер, Фendt	180	1,2
Агрес, Агротон	37	0,2
ИТОГО	13904	100

Из таблицы 3.1 видно, что колесные трактора в республике наиболее распространенные, их количество достигает 50% от всего количества техники. Во всех хозяйствах основной пахотной машиной являются колесные трактора, своевременные сельскохозяйственные работы в первую очередь зависят от работы этих тракторов. В зимнее время года колесные трактора в основном используются на транспортных работах. В связи с этим объектом изучения были выбраны трактора МТЗ-80 и МТЗ-82.

3.3. Методика сбора и обработки информации

3.3.1 Методика сбора информации

Для проведения исследований по установлению закономерностей влияния качества ТО и ремонта на эксплуатационные показатели сельскохозяйственных машин, а так же показатели надежности колесных тракторов в различных условиях эксплуатации выбраны были хозяйства более типичные для исследуемой зоны. Значение уровня качества ТО и ремонта тракторов при этом находилось в пределах 0,5...0,8.

Что бы определить зависимость количества отказов техники от вида выполняемых технологических работ, объектами наблюдения были выбраны тракторы МТЗ - 80, МТЗ - 82.

Для получения зависимостей показателей надежности и эксплуатационных показателей от уровня качества ТО и ремонта, адекватных реальному процессу, следовало установить минимальное число наблюдаемых с -ых систем. Так как эти зависимости определяются для основных систем, то удобнее наблюдать за трактором в целом, и число наблюдаемых тракторов определяется:

$$N = \max N_{c_i} \quad (3.1)$$

где N_c - требуемое для наблюдений минимальное количество s -х систем.

Так как коэффициенты уравнения регрессии определяют методами наименьших квадратов, то теоретически достаточно, чтобы число наблюдений n за системой было не меньше количество находимых параметров уравнения. Тем не менее, в этих случаях погрешности при определении коэффициентов будут высокими, потому рекомендуют четырехкратное повышение числа наблюдений по сравнению с теоретическим [33].

В соответствии со структурной схемой трактора МТЗ - 82, приведенной на рисунке 3.2, самое большое количество агрегатов (8) имеет двигатель и если $s=3$, таким образом, $N_c=24$ и $N=24$.

Период времени наблюдения за тракторами определяют по рекомендациям [36], учитывая точность определения исходной информации.

Для охвата при наблюдении наиболее широкого диапазона изменений эксплуатационных показателей объектов, выбирали тракторы, которые находились в начале, середине и конце доремонтного и межремонтного периодов.

3.3.2 Определение наработки на отказ агрегатов трактора

Глубокого анализа безотказности требуют двигатели, поскольку, например, для тракторов МТЗ - 80, 82 они обуславливают более 45% отказов тракторов в целом [37]. Количество отказов трактора в рассматриваемый определенный период наработки ($N, N+\Delta N$) есть величина случайная и зависит от многих факторов, таких как степень загрузки, качество нефтепродуктов, температура воздуха, сопротивление почв и др. Одним из факторов, способствующих увеличению количества отказов, является «старение» двигателя трактора. При увеличении наработки увеличивается износ его сопряжений, возрастает уровень внутренних возмущающих воздействий в агрегатах,

Трактор	Сис- тема кон- троля	Датчики
		Приборы
	Несущая система, кабина	Рама
		Кабина
		Оперения
	Ходовая система	Гусеницы
		Опорные катки
		Ведущая звездочка
		Каретки
	Гидроси- стема	Насос
		Распределитель
		Силовой цилиндр
	Электрообо- рудование	Генератор
		Стартер
		Батарея аккумуляторная
		Реле- регулятор
	Транс- мис- сия	Коробка перемены передач
		Ведущий мост
	Двигатель	Кривошипно-шатунный механизм
		Головка цилиндров
		Насос топливный
		Форсунка
		Цилиндропоршневая группа
		Агрегаты системы охлаждения
		Агрегаты системы пуска и смазки
		Воздушный фильтр

Рисунок 3.2- Структурная схема трактора МТЗ 80, 82

определяемый условием изготовления и капитального ТО и ремонта агрегатов, следовательно, возрастает и количество отказов. Анализ литературы, посвященной методам оценки показателей надежности тракторов, показывает, что зависимость износа агрегата от величины его наработки имеет вид параболы [48].

Однако на количество отказов агрегата трактора за период наработки также влияют условия эксплуатации, качество ТО и ремонта и т.д. как в рассматриваемом, так и в предшествующем периодах. Влияние этих факторов проявляется при определении количества отказов трактора по данным бухгалтерской отчетности. Следовательно, целесообразным является установление закономерности количества отказов агрегатов трактора для различных значений уровня их качества ТО и ремонта.

В качестве показателя безотказности трактора принята наработка на отказ. Этот параметр в интервале наработки $(H, H+\Delta H)$ определяется в соответствии с ГОСТ [51]:

$$T_o(H) = \frac{\Delta H}{\tilde{m}(\Delta H)}, \quad H \in \Delta H, \quad (3.2)$$

где $\tilde{m}(\Delta H)$ - математическое ожидание количества отказов двигателя трактора в интервале ΔH .

Математическое ожидание числа отказов двигателя за наработку ΔH определяется как:

$$m_o(\Delta H) = f(Y_{\text{то}}), \quad (3.3)$$

где $Y_{\text{то}}$ - уровень качества ТО и ремонта трактора.

Характерной особенностью агрегата как сборочной единицы является его автономность, связанная с наличием корпусной детали и выполнением определенной законченной рабочей функции.

Отказы многих агрегатов являются зависимыми, и по отдельным агрегатам наблюдается сравнительно небольшое количество отказов, поэтому прогнозирование их за определенный период наработки может привести к значительным погрешностям [36]. Более целесообразным является рассмотрение систем агрегатов, отказы которых независимы.

Таким образом, количество отказов трактора в интервале наработки ΔH оценивается количеством отказов агрегатов:

$$m_x(\Delta H) = \sum_{j=1}^n m_j(\Delta H), \quad (3.4)$$

где $m_x(\Delta H)$ - количество отказов трактора в интервале ΔH ; E - количество систем агрегатов; j - номер агрегата.

3.4 Погрешность оценки уровня качества ТО и ремонта техники

Погрешность оценки уровня качества ТО и ремонта имеет случайный характер, вследствие этого для ее характеристики задаются доверительным интервалом и доверительной вероятностью. Для оценивания степени достоверности полученных результатов используют доверительную вероятность.

Предположим, что необходимо оценить уровень качества ТО и ремонта техники какого-либо хозяйства для значений определяющих факторов $\varphi_{11}, \varphi_{12}, \varphi_{13}, \dots, \varphi_{1n}$. Перейдем к уравнению вида и найдем погрешность оценки Y_{α} для $Y_1^0, Y_2^0, Y_3^0, \dots, Y_n^0$. Для величины Y_{α} , границы доверительного интервала,

соответствующие доверительной вероятности α , находятся из выражения [60]:

$$\bar{Y}_j - (t^T, n-p-1)S_{\text{ом}j} \leq \bar{Y}_j^p \leq \bar{Y}_j^p + (t^T, n-p-1)S_{\text{ом}j}, \quad (3.5)$$

где: $(t^T, n-p-1)$ - значения j - распределения по таблицам [56]; $S_{\text{ом}j}$ - стандартная ошибка регрессии j - го агрегата.

Стандартная ошибка определяется из выражения:

$$S_{\text{ом}j} = \sqrt{\hat{S}_{0,1,2,\dots,h}^2 \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{ii} (X_i - \bar{X})^2 + 2 \sum \sum C_{gh} (X_g - \bar{X}_g) (X_h - \bar{X}_h) \right]} \quad (3.6)$$

где $\hat{S}_{0,1,2,\dots,h}^2$ - квадрат стандартной ошибки оценки по уравнению; g, h - индексы факторов по множественным уравнениям регрессии, $g < h$; C_{gh} - элемент матрицы, обратной матрице коэффициентов системы нормальных уравнений, стоящий g - ой строке и h - ом столбце.

Границы доверительного интервала для $Y_{\text{н}}$, соответствующие доверительной вероятности α , равны экспоненте величин, устанавливаемых из выражения (3.5).

3.5. Проверка адекватности расчетных показателей эксплуатации тракторов фактическим значениям

Для подтверждения зависимости показателей эксплуатации тракторов от качества ТО и ремонта и исследования стабильности соответствия расчетных показателей фактическим значениям, необходимо провести сравнительный анализ.

Адекватность полученных зависимостей оценивалась по величине затрат на ремонт и ТО, годовой наработке, коэффициенту готовности, количеству отработанных тракторосмен.

Входным параметром является уровень качества ТО и ремонта тракторов в хозяйствах.

Рассматривается стабильность этих параметров для другого хозяйства, которые не участвовали в экспериментальных исследованиях.

Адекватность проверяется методом сравнений расчетных и фактических показателей. Сбор данных осуществляется согласно методике, указанной в разделе 3.3.

3.6 Результаты оценки качества ТО и ремонта и определения показателей надежности тракторов в АПК

Для нахождения показателей качества ТО и ремонта и надежности тракторов было проведено обследование в четырех сельскохозяйственных предприятиях Республики Татарстан. В этих предприятиях был проведен полный анализ эффективности ТО и ремонта тракторов, который отражается на количестве отказов до и после ТО и ремонта, дневной, сменной и годовой выработках трактора, а также количестве отработанных трактородней и тракторосмен. Все эти показатели в большой степени зависят от уровня качества ТО и ремонта тракторов. Откуда видно, что по мере увеличения уровня качества ТО и ремонта показатели надежности увеличиваются, а затраты от отказов снижаются. На основе этого, по каждому хозяйству были найдены средние удельные затраты на проведение текущих ремонтов тракторов МТЗ-80, МТЗ

- 82.

3.7 Результаты определения уровня качества ТО и ремонта тракторов в сельскохозяйственных предприятиях

Для уточнения всех определяющих факторов был проведен экспертный опрос инженерно-технических работников. Эксперты выбирали из предложенного списка факторы, которые наиболее влияют на уменьшение расхода ресурса техники. На следующем этапе эксперты указывали весомости этих факторов. Данный этап необходим для сравнения экспертных данных и данных, полученных методом расчета (табл. 1 и 2 приложения).

Согласно результатам экспертного опроса, наиболее важными являются такие факторы как:

Качество проведения ТО

1. Состав специалистов для ТО
2. Наличие оборудования для ТО
3. Место проведения ТО
4. Соблюдение сроков проведения ТО

Качество проведения ремонта

1. Место ТО и ремонта
2. Состав специалистов
3. Наличие передвижных ремонтных средств
4. Качество выполнения

При использовании уточненных данных в исследуемых сельскохозяйственных предприятиях были собраны данные о факторах. Эти данные, необходимые для их оценки, собирались в хозяйствах при изучении технической документации, осмотре материально-технической базы, наблюдении за ремонтными работами и обслуживанием тракторов, а также опросом инженерно-технических работников и механизаторов. Полученные таким образом данные сравниваются с нормативными, после чего определяется степень их соответствия.

Таблица 3.2 - Уточненный перечень факторов и их весомости

Факторы	Весомости	Коэффициент вариации
Качество проведения ТО		
1. Наличие оборудования для проведения ТО	0,47	0,19
2. Выполнение номенклатуры операций ТО	0,31	0,27
3. Соблюдение сроков проведения ТО	0,22	0,32
Качество проведения ремонта		
1. Место ремонта	0,44	0,31
2. Наличие передвижных ремонтных средств	0,24	0,25
3. Состав специалистов	0,18	0,24
4. Качество выполнения ремонта	0,14	0,18

Например, рассмотрим определение уровня качества ТО и ремонта трактора № 2 в ООО «Агрофирма Волжская» Лаишевского района.

Все факторы качества ТО и ремонта тракторов оценивались по четырех-балльной шкале желательности Харрингтона (табл. 3 приложение).

В данном хозяйстве техническое обслуживание проводится в отапливаемом помещении, в связи с этим, уровень определяющего фактора: диагностическое оборудование старое – «Наличие оборудования для ТО» - 0,89; «Выполнение номенклатуры операций ТО» - 0,8; «Соблюдение сроков проведения ТО» - повседневный учет наработки, имеется график ТО, отклонение от сроков не более $\pm 10\%$ - 0,9. Уровень технического обслуживания определяется по формуле (2.8):

$$K_{\text{ТО}} = 0,89 \cdot 0,47 + 0,89 \cdot 0,31 + 0,9 \cdot 0,22 = 0,87$$

В данном хозяйстве ремонт проводится в ремонтном цех или гараже, в связи с этим, уровень определяющего фактора «Место ТО и ремонта» - 0,8; поскольку ремонтные средства устарели, но используются при ремонте – «Наличие передвижных ремонтных средств» - 0,59; «Состав специалистов» -

ремонтные механизированные бригады – 0,8; «Качество выполнения ремонтных работ» - поскольку, сменная наработка равна нормативной - 0,8. Уровень качества ТО и ремонта определяется по формуле (2.9):

$$K_p = 0,8 \cdot 0,41 + 0,59 \cdot 0,28 + 0,8 \cdot 0,17 + 0,8 \cdot 0,14 = 0,74$$

Уровень качества ТО и ремонта тракторов (ООО Агрофирма Волжская Лаишевского района) определяется по формуле (2.10):

$$U_{\text{кв}} = 0,87 \cdot 0,6 + 0,74 \cdot 0,4 = 0,522 + 0,296 = 0,82$$

Таким образом, определяли уровень качества ТО и ремонта тракторов для других хозяйств Лаишевского района.

В таблице 3.3. представлены результаты расчетов уровней качества ТО и ремонта тракторов по хозяйствам Лаишевского района Республики Татарстан.

Таблица 3.3 - Среднее значение уровня качества ТО и ремонта тракторов по хозяйствам

№	Хозяйства РТ Лаишевского района	Уровень технического обслуживания
1.	ООО «Агрофирма Волжская»	0,82
2.	ООО «Хаерби»	0,78
3.	Птицефабрика «Державинская»	0,73
4.	ООО «Яратель»	0,69
Средний уровень по хозяйствам		0,735

По результатам подсчетов, уровень качества ТО и ремонта по хозяйствам меняется от 0,69 (ООО «Яратель») до 0,82 (ООО «Агрофирма Волжская»).

Снижение уровня качества ТО и ремонта возникает вследствие низкого качества ТО и ремонта. Этому снижению способствует отсутствие необходимого оборудования для проведения ТО и ремонта.

3.8 Погрешность оценки уровня качества ТО и ремонта тракторов

Согласно методике, изложенной в разделе 3.3, была найдена погрешность оценки уровня качества ТО и ремонта техники. В таблице 3.4 показаны средние значения независимых переменных и стандартная ошибка дисперсии, которые были получены в результате проведенных расчетов по программе, а также табличное значение t (распределение Стьюдента). Эти данные служат для нахождения границ доверительного интервала, который определяется по формуле (3.4).

Таблица 3.4 - Данные для расчета доверительного интеграла

Показатели	Кол-во параметров в уравнении	Стандартная ошибка	Табличное значение t -распределения	Среднее значение переменной				
				$\bar{\varphi}_1$	$\bar{\varphi}_2$	$\bar{\varphi}_3$	$\bar{\varphi}_4$	$\bar{\varphi}_5$
Качество проведения ТО	5	0,24	2,42	0,82	0,71	0,68	0,56	0,62
Качества проведения ремонта	4	0,3	2,23	0,73	0,64	0,63	0,53	0,69

Известно, что с увеличением $(\varphi - \bar{\varphi})$, то есть по мере удаления от среднего значения $\bar{\varphi}$, точность оценки значительно снижается [56]. Наименее надежная оценка будет получаться для фактора φ , который максимально удален от среднего значения $\bar{\varphi}$.

В расчетах, как правило, доверительная вероятность принимается $(1-\alpha) = 0,90$.

Границы доверительных интервалов для значений, наиболее удаленных от среднего значения $\bar{\varphi}$, приведены в таблице 3.5

Таблица 3.5 - Границы доверительных интегралов

Показатели	Уровень факторов наиболее удаленной точки	Границы доверительного интервала	
		нижняя	верхняя
1. Место ремонта	0,67	0,47	0,87
2. Состав специалистов	0,62	0,51	0,72
3. Наличие передвижных ремонтных средств	0,55	0,38	0,71
4. Качество выполнения	0,66	0,49	0,83

Исходя из таблицы следует, что с доверительной вероятностью 0,90 величина доверительного интеграла не превышает 6% от значения уровня фактора, рассчитанного по формуле (3.4).

3.9 Зависимости показателей надежности и эксплуатационных показателей тракторов от уровня их качества ТО и ремонта

Годовая наработка является существенным показателем эксплуатации, который зависит от расхода ресурса тракторов. Как показано на рисунке 3.1, повышение уровня качества ТО и ремонта от 0,5 до 0,9 приведет к повышению годовой наработки на 12,3 % , которая определяется зависимостью:

$$W_r = 5712,48 \cdot Y_{\text{тор}} - 1421,32 - 3064,3 \cdot Y_{\text{тор}}^2, \quad (3.7)$$

при этом коэффициент корреляции $R_r = 0,76$, $m_R = 0,24$;

где R_r – коэффициент корреляции; m_R – ошибка коэффициента корреляции.

Так как годовой объем работы формируется из дневного, сменного объемов и зависит от количества отработанных трактородней и тракторосмен, то необходимо рассмотреть зависимости между вышеуказанными показателями

и уровнем качества ТО и ремонта. Количество отработанных трактородней и тракторосмен характеризуется зависимостями видов:

$$N_{тд} = 251,2 + 329,2 \cdot \lg Y_{тор}, \quad (3.8)$$

$$N_{тсж} = 342,4 - 64,4 \cdot Y_{тор}^{-1,49}, \quad (3.9)$$

при этом коэффициенты корреляции: $R_{тд} = 0,65$ и $m_R = 0,19$, $R_{тсж} = 0,67$ и $m_R = 0,21$.

Из рисунка 3.2 видно, что с ростом уровня качества ТО и ремонта от 0,5 до 1,0 количество трактородней увеличивается от 152 до 251, т.е. на 39% и количество отработанных тракторосмен увеличивается от 161 до 278, т.е. на 42% (табл. 4 приложение).

Как показали результаты наблюдений, надежность трактора зависит от уровня качества ТО и ремонта. Эта зависимость выражается в следующем:

- коэффициент готовности

$$K_r = \frac{1}{(2,48 - 1,58 \cdot Y_{то}),} \quad (3.10)$$

при этом коэффициент корреляции $R_r = 0,81$, $m_R = 0,23$;

- коэффициент использования

$$K_{из} = 1,07 - 0,157 \cdot Y_{тор}^{-1,43}, \quad (3.11)$$

при этом коэффициент корреляции $R_{из} = 0,72$, $m_R = 0,21$;

- наработка на отказ

$$T_o = 2020,94 \cdot Y_{тор} - 636,03 - 1005,4 \cdot Y_{тор}^2, \quad (3.12)$$

при этом коэффициент корреляции $R_r = 0,73$, $m_r = 0,22$.

Из графиков зависимостей уровня качества ТО и ремонта трактора от коэффициента готовности (рисунок 3.3), от коэффициента использования (рисунок 3.4) и наработки на отказ (рисунок 3.5) следует, что увеличение уровня качества ТО и ремонта ($Y_{\text{тр}}$) от 0,5 до 1,0 приведет к повышению коэффициента готовности от 0,592 до 0,94, т.е. на 37 %, коэффициента использования от 0,58 до 0,92, т.е. на 36,9 %, а наработка на отказ повысится от 81,7 до 156,1, т.е. в 1,9 раза (табл. 4 приложение).

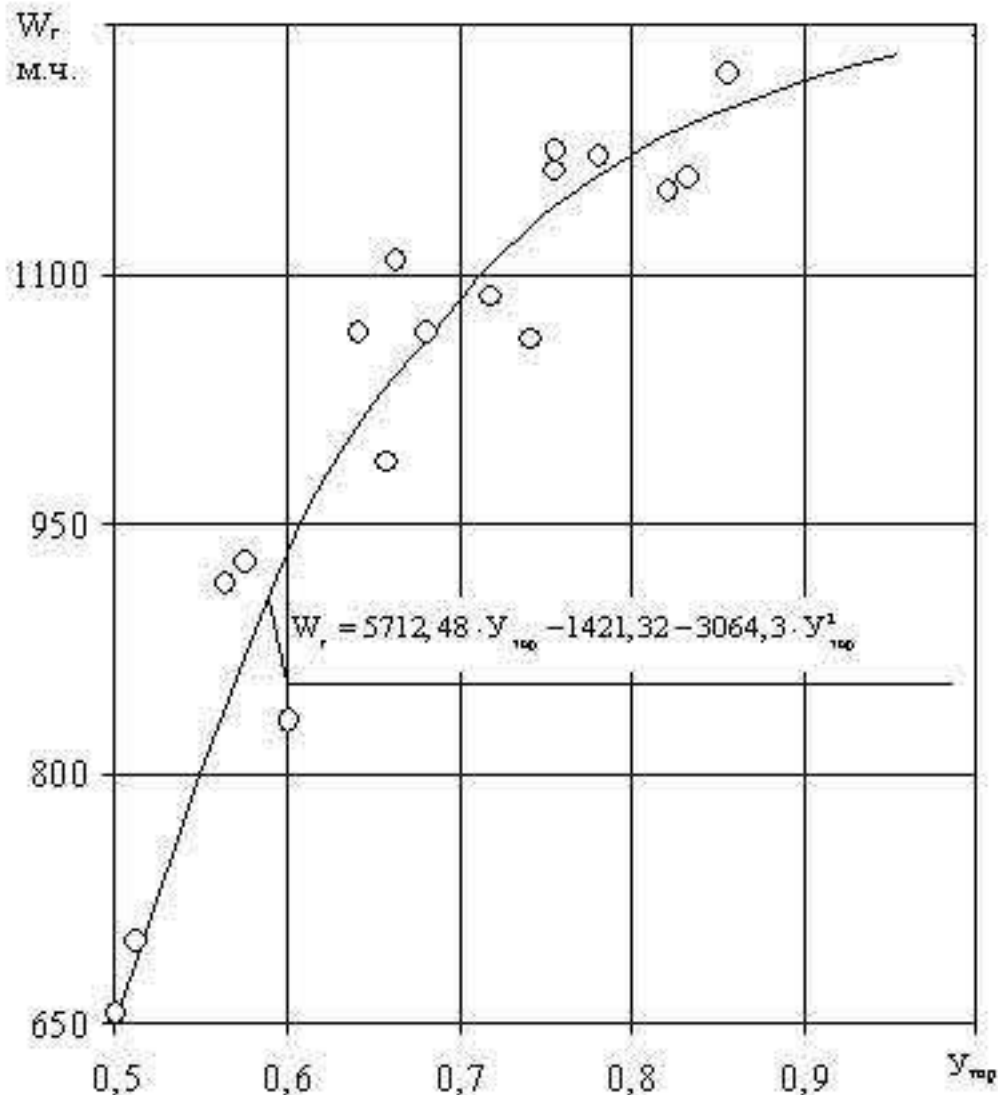


Рисунок 3.1 - Зависимость годовой наработки от уровня качества ТО и ремонта тракторов МТЗ- 80, МТЗ- 82

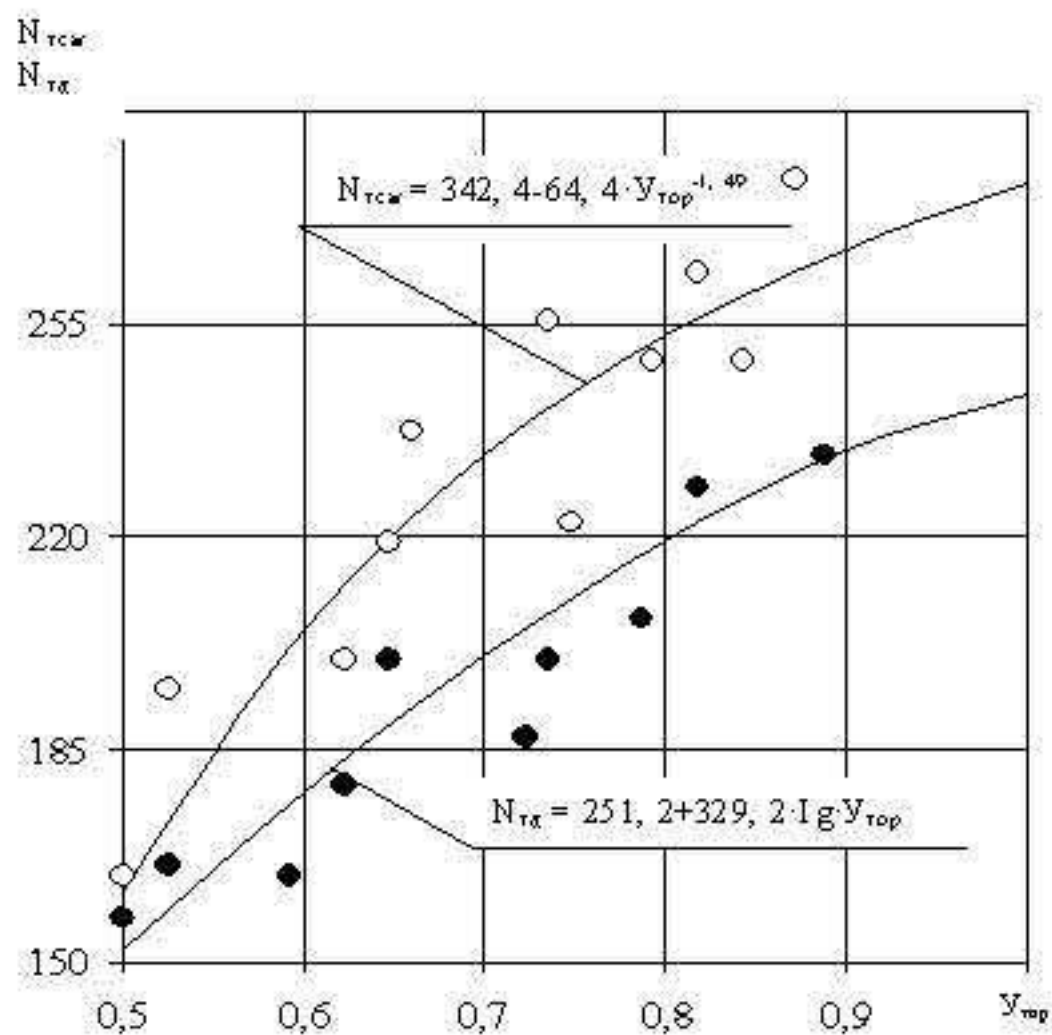


Рисунок 3.2 - Зависимость количества отработанных трактородней ($N_{тр}$) и тракторосмен ($N_{тсж}$) от уровня качества ТО и ремонта тракторов МТЗ- 80, МТЗ- 82

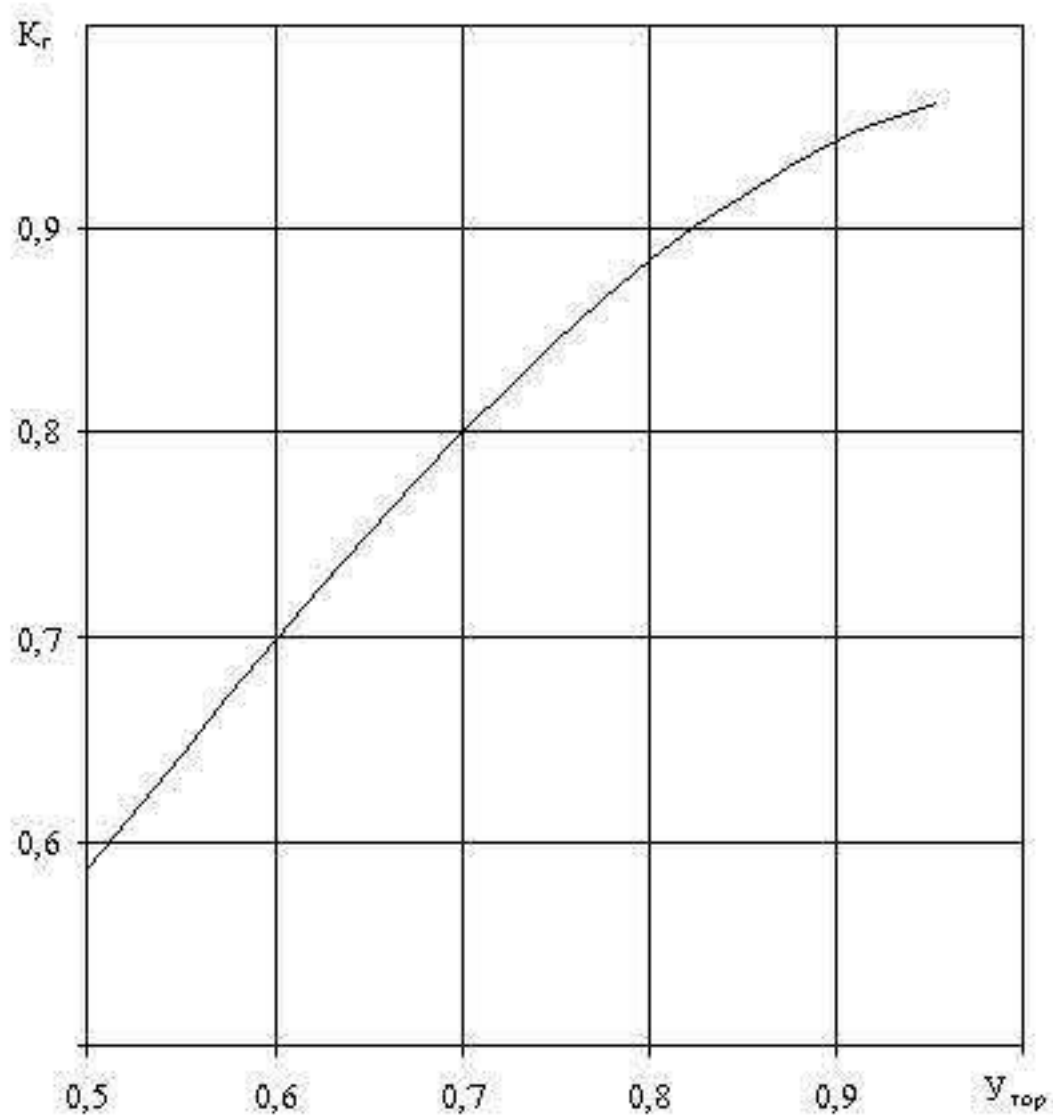


Рисунок 3.3 - Зависимость коэффициента готовности от уровня качества ТО и ремонта тракторов МТЗ- 80, МТЗ- 82

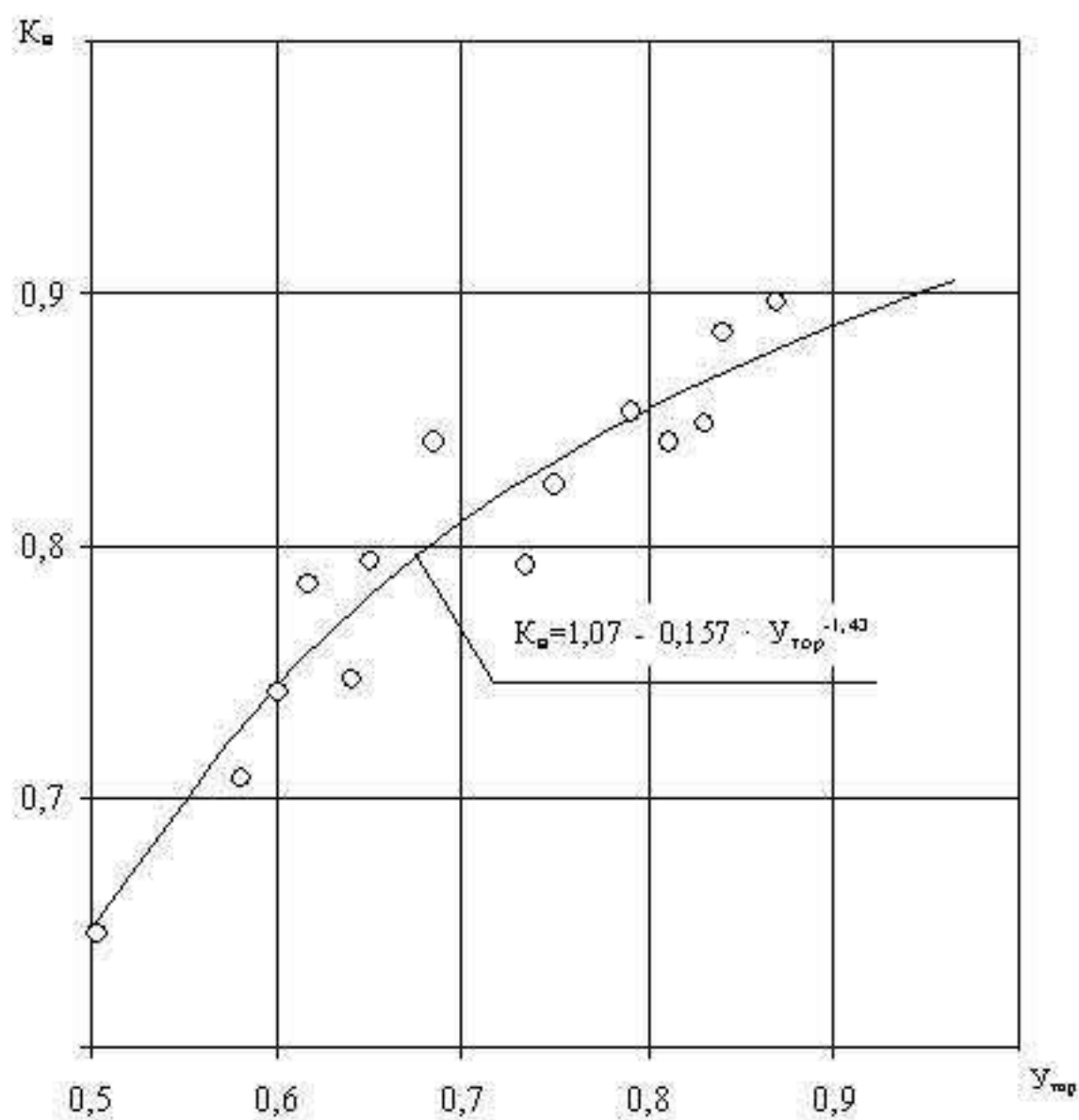


Рисунок 3.4 - Зависимость коэффициента использования от уровня качества ТО и ремонта тракторов МТЗ- 80, МТЗ- 82

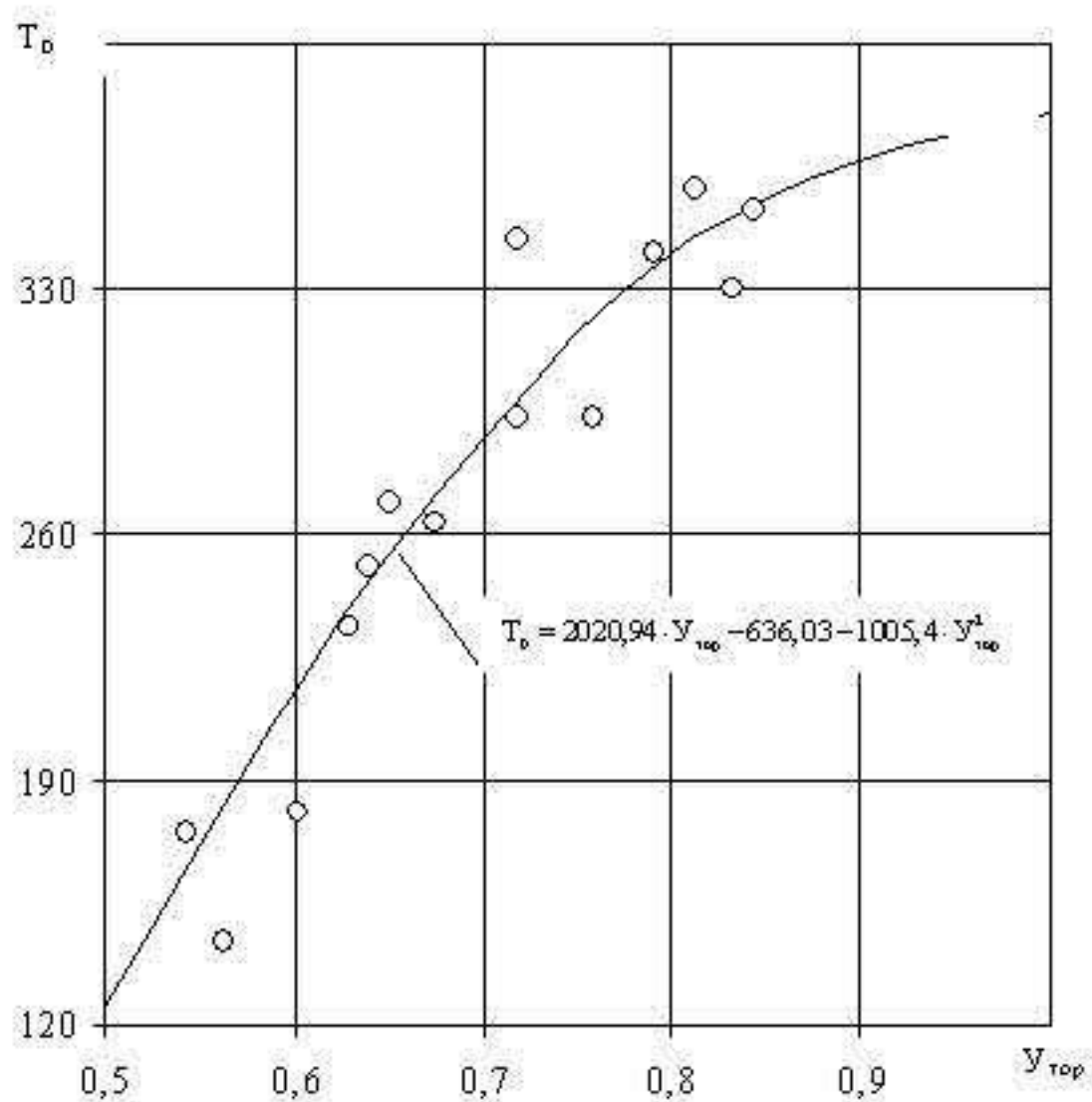


Рисунок 3.6 - Зависимость наработки на отказ от уровня качества ТО и ремонта тракторов МТЗ- 80, МТЗ- 82

3.10 Проверка адекватности расчетных показателей эксплуатации тракторов фактическим

В разделе 3.5 показано, что проверка адекватности расчетных показателей эксплуатации тракторов фактическим сводится к сравнению фактических данных, полученных в хозяйствах по методике, указанной в разделе 3.3 и расчетных, вычисленных по формулам (3.7), (3.9), (3.10), (3.11). Фактические и расчетные данные, вычисленные по этим формулам, сведены в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 - Данные для проверки адекватности

Хозяйство	Уровень ТОР	ПОКАЗАТЕЛИ									
		годовая наработка, м.ч.		количество тракторосмен		коэффициент готовности		коэффициент использования		наработка на отказ, м.ч.	
		расч.	факт	расч.	факт	расч.	факт.	расч.	факт.	расч.	факт.
ООО «Йолдыз»	0,73	1116	1182	240	223	0,75	0,81	0,82	0,83	303	296

Из таблицы 3.6 видно, что отклонение годовой наработки расчетных показателей от фактических составляет от 2,6 % до 9,5 %, отклонение расчетных показателей от фактических количества отработанных тракторосмен составляет от 1,6 % до 9,7 %, отклонение расчетных показателей от фактических коэффициента готовности составляет от 2,4 % до 11,8 %, отклонение расчетных показателей от фактических коэффициента использования составляет от 2,7 % до 11,1 %, отклонение расчетных показателей от фактических наработка отказ

В целом, на практике фактические показатели подтверждают влияние уровня качества ТО и ремонта тракторов в размерах, установленных расчетным путем.

3.11 Рекомендации по определению уровня качества ТО и ремонта тракторов

В результате проведенных исследований выявлено, что повышение эффективности использования техники сводится к улучшению уровня качества ТО и ремонта.

Как указано в разделе 2.3 уровень качества ТО и ремонта тракторов определяется методом последовательного определения.

Метод последовательного определения предполагает оценку уровней определяющих факторов, в связи с этим появляется возможность прогнозирования техника - экономических и эксплуатационных показателей.

Чтобы определить уровень качества ТО и ремонта, необходимо оценить уровни определяющих факторов. Оценка определяющих факторов осуществляется по четырехбалльной шкале желательности Харрингтона и используя формулы. В таблице 3.7 приведены определяющие факторы технической эксплуатации и наименование документов бухгалтерской отчетности, по которым их оценивают.

Таблица 3.7 - Определяющие факторы и документы бухгалтерской отчетности для их оценки

Определяющие факторы	Документы бух.отчетности
1	2
Наличие оборудования для проведения ТО, наличие оборудования	Книга учета основных средств (форма №93-ин)
Состав специалистов при проведении ремонта	Книга учета и расчетов с рабочими и служащими (форма №73-а)
Вид и необходимость ремонта, учет затрат на ТОР	Журнал учета затрат в ремонтной мастерской (форма №21)

Оценка остальных факторов устанавливается при помощи хронометража и опроса инженера-механика.

3.12 Определение последовательности повышения уровней факторов качества ТО и ремонта тракторов

Определение последовательности повышения факторов качества ТО и ремонта осуществляется путем расположения их по убыванию коэффициентов эффективности H_j (2.10) и расчетом коэффициентов вариаций каждого фактора V_j (2.11).

Значение показателей эффективности и коэффициентов вариации факторов, входящих в различные группы реализации в порядке убывания представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 - Значение показателей эффективности и коэффициентов вариации определяющих факторов

№п/п	Наименование определяющего фактора	Среднее значение фактора по хозяйствам	Показатель эффективности	Суммарный эффект нарастающим итогом, %	Коэффициент вариации
1. Факторы, зависящие от организационных мероприятий					
1.	Применение дефектовки	0,612	0,0134	17,77	0,105
2.	Состав специалистов (при ремонте)	0,673	0,0040	85,67	0,096
3.	Вид и необходимость ремонта	0,621	0,0037	90,57	0,119
	ИТОГО	0,663	0,0754	-	-
2. Факторы, зависящие от дисциплины труда					
1.	Выполнение номенклатуры операций ТО	0,721	0,0267	28,77	0,129
2.	Соблюдение сроков проведения ТО	0,692	0,0255	56,25	0,106
3.	Качество выполнения ремонта	0,573	0,0131	89,12	0,090
	ИТОГО				

3. Факторы, зависящие от дополнительных капитальных вложений					
2.	Наличие оборудования для проведения ТО	0,801	0,0268	41,14	0,098
	ИТОГО	0,701	0,1451		

Повышение уровня качества ТО и ремонта тракторов до значения 1, которое является номинальным, следует провести путем расчета перечень определяющих факторов, уровни которых повышаются в первую очередь. Расчет по определению уровня качества ТО и ремонта тракторов по формуле (2.8) производится повторно после каждого увеличения уровней факторов до единицы по списку, до тех пор, пока конечный результат не будет равен номинальному значению.

3.13. Экономический эффект от внедрения мероприятий по повышению качества ТО и ремонта тракторов

Как указано в разделе 2.2.3, повышение эффективности эксплуатации тракторов сводится к оптимизации уровня качества ТО и ремонта тракторов.

Используя разработанную математическую модель в диссертации Хусаинова Р.К. [36] по оптимизации сроков ТО и ремонта и службы тракторов были проведены расчеты по определению оптимальных значений доремонтной, межремонтной наработок и наработки до списания, результаты расчетов представлены в таблице 3.9.

Таблице 3.9 - Результаты реализации математической модели по определению оптимальных сроков ТО и ремонта и службы для номинального значения уровня качества ТО и ремонта трактора ($Y_{\text{тор}}=1$).

№ п.п	Показатели	Среднее значение	Рекомендуемые значения	Отношение рекомендуемого к среднему, %
1.	Годовая наработка, м.ч.	1061	1220	13
2.	Количество трактородней	198	235	16
3.	Количество тракторосмен	230	257	11,5
4.	Наработка на отказ, м.ч.	279	355	21
5.	Кэффициент использования	0,79	0,88	11,3
6.	Кэффициент готовности	0,74	0,87	14,7
7.	Доремонтная наработка, м.ч.	4850	5504	12
8.	Межремонтная наработка, м.ч.	8800	10147	14
9.	Наработка до списания, м.ч.	12087	13871	13

Из таблицы видно что, при повышении уровня качества ТО и ремонта трактора до номинального значения (1) эксплуатационные показатели и показатели надежности трактора увеличиваются, а затраты от отказов и простоев уменьшаются, а так же значения ремонтных наработок увеличатся от среднего до оптимального значений: доремонтная – от 4765 до 5504 м.ч; межремонтная - от 8839 до 10147 м.ч., до списания - от 12087 до 13871 м.ч.

Годовой экономический эффект, приходящийся на один трактор, определяется по формуле:

$$Э_r = (Z_0 + E_n \cdot K_0) - (Z_n + E_n \cdot K_n), \quad (3.13)$$

где Z_0, Z_n - суммарные годовые затраты на приобретение и эксплуатацию трактора при базовом и новом варианте уровня качества ТО и ремонта, р.; E_n - коэффициент народнохозяйственного эффекта; K_0, K_n - капиталовложения

потребителя на создание ремонтной - обслуживающей базы при базовом и новом уровне качества ТО и ремонта, р.

В результате преобразований, формула (5.9) выпадит следующим образом:

$$\mathcal{E}_r = (Z_6 - Z_3) \cdot W_3 - E_3 (K_3 - K_6), \quad (3.14)$$

где Z_3, Z_6 - суммарные удельные затраты на приобретение и эксплуатацию тракторов при базовом и новом уровне, р/м.ч; W_3 - годовая наработка трактора при новом уровне эксплуатации, м.ч.

Дополнительные капиталовложения определяют по формуле:

$$\Delta K = C_r \cdot \alpha \cdot \Delta Y_s \cdot E_3, \quad (3.15)$$

где C_r - стоимость техники, р.; α - норматив капиталовложения в сельском хозяйстве; ΔY_s - разность уровней факторов, зависящих от капиталовложений.

В конечном счете формула выпадит следующим образом:

$$\mathcal{E}_r = (Z_6 - Z_3) \cdot W_3 + E_3 \cdot C_{дв} \cdot \alpha \cdot \Delta Y_s, \quad (3.16)$$

где $C_{дв}$ - стоимость двигателя, р.

Как показало в разделе 3.3, при базовом уровне качества ТО и ремонта удельные затраты на приобретение и эксплуатацию трактора МТЗ- 80, МТЗ- 82. равны 109,9 р/м.ч и при новом - 77,8 р/м.ч. При новом уровне качества ТО и ремонта тракторов годовая выработка равна 1300 м.ч.

Разность факторов третьей группы равна - $\Delta Y_s = 1,0 - 0,7 = 0,3$.

Подставив значения в формулу (3.16), определяем годовой экономический эффект, приходящийся на один трактор МТЗ -80, МТЗ- 82:

$$\Xi_r = (109,9 - 77,8) \cdot 1300 - 0,15 \cdot 210000 \cdot 0,31 \cdot 0,3 = 38800,5 \text{ р.}$$

Расчетное значение экономического эффекта от повышения качества ТО и ремонта тракторов для условий Республики Татарстан составляет 38800,5 рублей в год на один трактор МТЗ – 80,82 (в ценах 2020 г.)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате анализа качества ТО и ремонта тракторов выявлено, что процесс их использования зависит от условий функционирования, которые определяются природно-климатическими, техническими и производственными условиями. Разработанный новый метод определения качества ТО и ремонта тракторов, как комплексного безразмерного показателя уровня качества ТО и ремонта, позволяет оценить состояние качества ТО и ремонта трактора в конкретном хозяйстве.

2. Полученные новые экспериментальные зависимости изменения технико-экономических и эксплуатационных показателей тракторов от уровня их качества ТО и ремонта, позволили выявить (при изменении уровня качества ТО и ремонта тракторов в хозяйствах от 0,5 до 0,88): увеличивается - годовая наработка на 12,3%; количество отработанных трактородней на 39%, тракторосмен на 42%; коэффициент готовности от 0,59 до 0,94, т.е. на 37 %; коэффициент использования от 0,58 до 0,92, т.е. на 36,9 %, а наработка на отказ от 81,7 до 156,1, т.е. в 1,9 раза. Проверка адекватности полученных закономерностей подтвердила влияние уровня качества ТО и ремонта тракторов на технико-экономические и эксплуатационные показатели, при этом, ошибка предсказания не превышает 9,8 %. Разработана программа на ЭВМ для определения весомостей факторов качества ТО и ремонта тракторов в хозяйстве.

3. Разработанные мероприятия по повышению эффективности эксплуатации тракторов, предусматривает повышение уровня качества ТО и ремонта

до номинального значения. Для этого обоснована номенклатура факторов по группам их реализации, которые необходимо повысить до 1. Повышение уровня качества ТО и ремонта тракторов до значения 1, следует провести путем расчета перечня факторов, уровни которых повышаются в первую очередь. Расчет по определению уровня качества ТО и ремонта тракторов производится повторно после каждого увеличения уровней факторов до единицы по списку, до тех пор, пока конечный результат не будет равен номинальному значению.

4. Расчетное значение экономического эффекта от повышения уровня качества ТО и ремонта тракторов для условий Республики Татарстан составляет 38800,5 рублей в год на один трактор МТЗ – 80,82

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.А., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: «Наука», 1976. – 288 с.
2. Азгальдов Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров. – М.: Экономика, 1982. – 133 с.
3. Алехин А.В. и др. Влияние объема технического обслуживания на уровень безотказности тракторов. – В кн.: Повышение ремонтпригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности сельскохозяйственной техники. Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции. – М., 1983. – С.96-98.
4. Алехин А.В. и др. Оптимизация объема технического обслуживания тракторов // Тракторы и сельхозмашины. – 1984. № 12. – С.8-10.
5. Ананьин А.Д., Михлин В.М., Габитов И.И., Неговора А.В., Иванов А.С. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб. Заведений / [А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Габитов и др.]. – М.: Издательский центр "Академия", 2008. – 432 с.
6. Анипович В.Я. Некоторые математические модели оптимизации надежности. – Сб.тр./МИИСП, 1978, т.14, вып.12, с.26-37.
7. Антонец Д.А. Надежность подшипников качения трансмиссий и ходовых частей тракторов в зонах холодного климата // Вестник ИрГСХА. – 2011. – № 45. С. 75-78.
8. Антонец Д.А. Теоретические основы количественной оценки уровня эксплуатации тракторов // Техника в сельском хозяйстве. – 1989. – №6. – С.16-19.
9. Антропович Н.А. Агроклиматические условия Татарской ССР. – Казань: Татарское книжное изд-во. 1959. – 152 с.
10. Арихипов В.С. Эксплуатационная надежность тракторов // Сельский механизатор. – 2014. – № 5 (63). С. 30-32.

11. Асп. Д.А. Александров, канд. техн. наук Л.Ю. Юферев (ГНУ ВИЭСХ). Применение систем электрохимической защиты в сельском хозяйстве. // Инновации в сельском хозяйстве. №1 - 2012, с. 14-19.
12. Бабаченко Л.А., Щукин А.Р. Оценка уровня эксплуатации тракторов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. -1985. -№1. -С.24-26.
13. Баженов С.П. Основы эксплуатации автомобилей и тракторов : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования /С.П.Баженов, Б.Н.Казьмин, С.В.Носов ; под ред. С.П.Баженова.— М. : Издательский центр «Академия», 2014. — 384 с. —(Сер. Бакалавриат).
14. Барам Х.Г. и др. Исследование влияния качества капитально отремонтированных зерноуборочных комбайнов на показатели использования.- сб.тр. / ГОСНИТИ, 1977,т.54, с.19-24.
15. Барам Х.Г. Эффективность полнокомплектного ТО и ремонта машин с позиций машиноиспользования. - сб.тр./ГОСНИТИ, 1979, т.58, с.3-19.
16. Барам Х.Г., Полуэктов Н.П. Экономические критерии поставки машин на капитальный ремонт // Сб.тр. ГОСНИТИ. -Т.60. -1979. -С.13-24.
17. Бердникова Р.Г., Криков А.М. Техническое обслуживание тракторов с использованием системы информационного обеспечения // Технология колесных и гусеничных машин. 2014. № 5. С. 30-35.
18. Бессонов В. А. Трансформационный спад и структурные изменения в российском АПК // Научные труды. М., 2011. № 30.
19. Бирков П.В. К расчету срока службы машины до капитального ТО и ремонта. - Надежность и контроль качества, 1977,№3,с.9-11.
20. Бураев М.К., Оловников И.В., Ильин П.И. Влияние уровня производственно- технической эксплуатации на техническое состояние ма-

шин и периодичность их обслуживания // Вестник ИрГСХА. - 2009. - № 35. С. 64-74.

21. Величкин И.П., Стародубцев И.С. Зависимость надежности тракторных двигателей от условий эксплуатации // Механизация и электрификация сельского хозяйства. -1971. -№ 5. -С.27.

22. Волков А.Е. Особенности эксплуатации трактора зимой. М.: «Ко-лос», 1975. – 220 с.

23. Волков М.К. Исследование и совершенствование способов получения достоверной информации об отказах сельскохозяйственной техники: Автореф. Дис. канд. техн. наук. – Челябинск, 1982. – 18 с.

24. Гайдар С.М. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии и износа с применением нанотехнологий : диссертация доктора технических наук : Гайдар Сергей Михайлович - Москва, 2011.- 352 с.: ил.

25. Галеев Г.Г., Галиев И.Г. Обоснование работоспособности техники в аграрном производстве с учетом условий их функционирования //Автомобиль и техносфера /Труды II международной научно-практической конференции. – Казань, Изд-ство Казан. Гос. техн. ун-та, 2001. –С. 584-586.

26. Галеев Г.Г., Галиев И.Г. Резервы улучшения использования тракторов // Техника в сел. хоз-ве. 1996. - № 2. – С. 22-24.

27. Галеев Г.Г., Галиев И.Г. Рекомендации хозяйствам по повышению эффективности использования тракторов. –Казань: Изд-ство КСХИ. 1992. – 40 с.

28. Галеев Г.Г., Галиев И.Г., Бикмуллин А.И. О путях обеспечения с/х производства техническими ресурсами //Материалы научной конференции ФМСХ, (сборник научных трудов). –Казань: КГСХА, 1998. -С. 21-23.

29. Галиев И.Г. Определение весомостей агрегатов, систем и влияние уровня работоспособности на надежность трактора. //Труды Казанской государственной сельскохозяйственной академии (раздел: технических наук). Том 70. -Казань: Изд-во КГСХА, 2001. –С. 75-83.

30. Галиев И.Г. Деловые вычисления и расчеты как учебная дисциплина. Соотношение Российского и зарубежного опытов. //Совершенствование - подготовки и переподготовки специалистов в условиях рыночных отношений /Тезисы докладов на международной конференции в рамках ЮНЕСКО. -Казань. -1996. -С. 57-60.

31. Галиев И.Г. Обоснование сроков ТО и ремонта и службы тракторов с учетом условий их функционирования. //Труды Казанской государственной сельскохозяйственной академии (раздел технических наук). Том 70. -Казань: Изд-во КГСХА, 2001. -С. 237-242.

32. Галиев И.Г. Определение весомости технологических операций и уровня расхода ресурса агрегатов и систем трактора / И.Г.Галиев, Р.К.Хусаинов // Вестник Казанского ГАУ. №3(25)-2012, с 74-77

33. Галиев И.Г. Управление работоспособностью тракторов //Перспективы развития автомобилей и двигателей в республике Татарстан /Труды юбилейной научно- практической конференции. -ОАО КамАЗ, Набережные Челны, 1999. -С. 260-262.

34. Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Дифференцированный подход в решении проблемы обеспечения работоспособности тракторов//Материалы всероссийской научно-практической конференции "Повышение эффективности механизации сельскохозяйственного производства", посвященной 50-летию инженерного факультета: Сборник научных трудов. - Чебоксары: ФГБОУ ВПО ЧГСХА, 2011. - 260 с. (с. 80-83)

35. Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Обеспечение работоспособности техники в аграрном производстве с учетом интенсивности расхода ресурса их агрегатов / Materials of the X international and practical conference, "Trends of modern science", - 2014. - С. 8-12

36. Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Обеспечение работоспособности тракторов путем дифференциации их по сельскохозяйственным операци-

ям // Автомобиль и техносфера (Материалы VI международной научно-практической конференции). – Казань, 2011. – С. 278–280.

37. Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Обоснование выбора варианта ремонтных воздействий с учетом интенсивности расхода ресурсов агрегатов трактора. Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – №2 (32). – С. 68–71.

38. Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Обоснование расхода ресурса тракторов с учётом условий функционирования и влияние их на окружающую среду // Конкурентоспособная научная продукция – АПК России. – Казань, 2011. – С. 323–326.

39. Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Обоснование ремонтных воздействий с учетом расхода ресурсов агрегатов трактора // Инженерная наука - аграрному производству /Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2014. – С. 38–41.

40. Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Общий подход к решению вопроса обеспечения работоспособности техники в АПК // Инновационное развитие агропромышленного комплекса. Том 78, часть 2. – Казань, 2011. – С. 266–269.

41. Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Определение весомости факторов и уровня эксплуатации тракторов // Роль технических наук в развитии общества: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа: Аэтерна, 2015. – 61. (с. 9-12)

42. Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Постановка проблемы обеспечения работоспособности техники в АПК // Традиции, тенденции и перспективы в научных исследованиях (Материалы V Международной студенческой научно-практической конференции). – Чистополь: Издательство ИНЭКА, 2010. – С. 219–221.

43. Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Резервы повышения эффективности использования тракторов // Традиции, тенденции и перспективы в научных исследованиях (Материалы VI Международной студенческой научно-практической конференции). – Чистополь: Издательство ИНЭКА, 2011. – С. 214–216.

44. Галиев И.Г., Хусаинов Р.К., Голяков М.С. Повышение эффективности эксплуатации тракторов// Проблемы, идеи и инновации в агропромышленном комплексе: П78 международная научно-практическая конференция (г. Чистополь, 16-17 декабря 2013 г.) / под ред. С.Н. Шарифуллина. - Казань: Казан. ун-т, 2014.-276 с. (с. 39-45)

45. Галиев И.Г., Хусаинов Р.К., студент Силантьев М.В. Разработка установки для мойки агрегатов в дефектовочном цехе. Студенческая наука – аграрному производству / Материалы 70-й студенческой (региональной) конференции. Казань, 2012. с.269-270

46. Галиев И.Г., Яхин С.М., Валиев А.Р., Мухаметшин А.А., Хусаинов Р.К. Обеспечение надежности сельскохозяйственной техники //Materialy VIII mezinarodni vedecko - prakticka konference "Predni vedecke novinky - 2012". - Díl 9. Ekologie, Chemie a chemická technologie. Zemědělství: Praha. Publishing House "Education and Science" s.r.o - 96 stran (с. 66–72)

47. Галиев И.Г., Яхин С.М., Валиев А.Р., Мухаметшин А.А., Хусаинов Р.К. Обоснование дифференциации сельскохозяйственных работ по условию безотказности выполнения технологических операций // Materialy VIII Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji "Nauka: teoria i praktyka – 2012" Volume 9. Ekologia Rolnictwo. Weterynaria. Przemysł.Nauka i studia – 80 str. (с. 23–26)

48. Гальперин А.С., Усманов В.А. Имитационная модель управления техническим состоянием машин. Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1976, №8, с.38.

49. Гольдман В.Г. Исследование энергетики трактора при движении по криволинейной траектории (применительно к условиям Северо-Запада ТАССР) : Автореф. дис. канд. техн. наук. – Казань, 1971. – 16 с.

50. ГОСТ 20831-75 Система технического обслуживания и ТО и ремонта техники. Порядок проведения работ по оценке качества отремонтированных изделий. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 21 с.

51. ГОСТ 23554.0-79 Система управления качеством продукции. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. Основные положения.

52. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ТО и ремонта техники. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 11 с.

53. ГОСТ 27.502-83 Надежность в технике. Система сбора и обработки информации. Планирование наблюдений.

54. ГОСТ 7751-79 Техника, используемая в сельском хозяйстве. Правила хранения.

55. Далматов Н.П. Повышение качества ТО и ремонта тракторов и автомобилей посредством диагностики // В сборнике: Совершенствование рабочих органов машин, технологии и организации производства работ в АПК материалы научно-практического семинара. 2009. С. 99-103.

56. Дмитриев Б.А. Новая система ТО и ремонта тракторов в Болгарии // Совершенствование методов организации ТО и ремонта и ТО МТП: Сб. науч. тр. ГОСНИТИ. –М., 1975. – Ч. 1. –С. 68-72.

57. Фатыхов Ф.Р., Мухаметшин А.А., Галиев И.Г., Габдрафиков Ф.З. Анализ существующей стратегии назначения ремонтно-обслуживающих воздействий // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы / Труды III международной научно-практической конференции. Научное издание. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2019. – С. 234-238.

58. Фатыхов Ф.Р., Мухаметзянов Н.А., Габдрафиков Ф.З. Анализ факторов влияющих на работоспособность тракторов в АПК// Современное состояние,

проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса / Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса. - Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2019 – С. 20-25.

59. Фатыхов Ф.Р., Кудряшев Д.А. Анализ методов обеспечения работоспособности тракторов в аграрном производстве //Materials of the XVI International scientific and practical Conference Science and civilization - 2020, 30 January - 07 February, 2020 Biological sciences. Veterinary. Agriculture. : Sheffield. Science and education LTD -P. 16-20

60. Фатыхов Ф.Р., Мухаметшин А.А., Габдрафиков Ф.З. Анализ факторов, влияющих на эффективность эксплуатации тракторов в аграрном производстве // Materiály XVI Mezinárodní vědecko - praktická konference «Věda a technologie: krok do budoucnosti», Volume 3: Praha. Publishing House «Education and Science» - S. 8-12.60. Крастинь О.П. Методы анализа регрессий и корреляций. – Рига: ЦСУ СМ Латвийской ССР, 1970. – 347 с.

61. Лышко Г.П. Оценка влияния условий эксплуатации на надежность тракторов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. –1978. –№ 3.–С.29-31.

62. Топилин Г.Е., Забродский В.М. Работоспособность тракторов. – М.: «Колос», 1984. – 303 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Карта опроса

Ф.И.О. эксперта _____

Стаж работы по специальности _____

Таблица 1 - Степень влияния обобщенных и определяющих факторов на уровень эксплуатации трактора

Наименование обобщенного фактора	Значимости	Наименование определяющего фактора
1. Качество проведения ТО тракторов		1. Качество проведения технического обслуживания. 2. Наличие передвижных средств ТО 3. Состав специалистов 4. Наличие оборудования для ТО 5. Место проведения ТО 6. Выполнение номенклатуры операций ТО 7. Соблюдение сроков проведения ТО 8. Применение диагностики
2. Организация и качество ТО и ремонта		1. Место ремонта 2. Состав специалистов 3. Наличие передвижных ремонтных средств 4. Вид и необходимость ТО и ремонта 5. Качество выполнения ремонтных работ 6. Применение диагностики 7. Применение дефектовки 8. Характеристика ремонтной базы 9. Наличие выездных ремонтных бригад 10. Стимулирование за экономию зап. частей

Таблица 2 - Результаты определения весомостей факторов, представленных экспертами

Наименование определяющих факторов	Эксперты															Ср. знач
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Качество проведения ТО																
1. Наличие оборудования для проведения ТО	15	30	20	25	15	20	10	25	15	15	10	15	10	30	15	18,6
2. Выполнение номенклатуры операций ТО	55	40	50	50	60	50	70	45	50	65	50	45	55	40	50	51,6
3. Соблюдение сроков проведения ТО	30	30	30	25	25	30	20	30	35	20	30	40	35	30	35	29,6
Качество ремонта																
1. Место ремонта	15	15	15	10	15	20	15	25	10	10	15	15	10	15	10	14,0
2. Наличие передвижных ремонтных средств	15	15	15	15	10	15	10	10	10	20	10	15	10	15	15	13,0
3. Состав специалистов	5	10	5	5	10	5	10	5	10	15	5	10	15	5	10	8,33
4. Качество выполнения ремонта	5	5	5	5	5	5	10	10	5	5	5	10	5	5	5	6,00

Таблица – 3 Классификация факторов качества ТО и ремонта тракторов и их возможные состояния

Наименование фактора	Весо- мость	Возможное состояние определяющих факторов- соответствующее уровню использования			
		$\varphi=1\div0,9$	$\varphi=0,89\div0,6$	$\varphi=0,59\div0,35$	$\varphi=0,34\div0$
Качество проведения ТО					
1.1 Наличие оборудо- вания для прове- дения ТО	0,47	Стационарные, передвижные средства и диа- гностические средства	Стационарные или передвижные средства, осна- щенные случай- ным оборудовани- ем	Простейшие немеха- низированные оборудо- вания	Имеющиеся ин- струменты тракто- риста
1.2 Выполнение но- менклатуры опера- ций ТО	0,31	Проводится об- катка, соблюда- ется перечень ра- бот на 70...100%	Проводится обкат- ка, соблюдается перечень работ на 70...80%	Проводится обкатка, соблюдается перечень операций ТО менее 70%	Обкатка не прово- дится, перечень ТО не соблюдается или проводится только замена масла
1.3 Соблюдение сро- ков проведения ТО	0,22	Повседневный учет наработки, имеется график ТО, отклонение от сроков $\leq 10\%$	Учет наработки 1 раз в 1...10 дней, имеется график ТО. Отклонение от сроков 25%	Учет наработки 1 раз в 10...30 дней, имеется график ТО, но ведется не регулярно, откло- нение более 25%	Графика ТО нет, ТО проводится бесси- стемно от случая к случаю
Качество проведения ремонта					
1 Место ремонта	0,44	Специализиро- ванный цех с точным оборудо- ванием для ТО и	Ремонтный цех или гараж	Открытая площадка на территории предприя- тия	Непосредственно на месте работы трак- тора

Наименование фактора	Весомость	Возможное состояние определяющих факторов-соответствующее уровню использования			
		$\varphi = 1 \div 0,9$	$\varphi = 0,89 \div 0,6$	$\varphi = 0,59 \div 0,35$	$\varphi = 0,34 \div 0$
		ремонта			
2 Наличие передвижных ремонтных средств	0,24	Имеется точное мобильное оборудование для проведения ТО и ремонта	Имеется точное стационарное оборудование для ТО и ремонта	Ремонтные средства устарели, но используются при ремонте	Примитивные ремонтные средства
3 Состав специалистов	0,18	Высококвалифицированные специалисты по ремонту и диагностированию	Ремонтные механизированные бригады	Тракторист с помощью квалифицированных специалистов	Тракторист и помощник тракториста
4 Качество выполнения ремонтных работ	0,14	Сменная наработка выше нормативной	Сменная наработка равна нормативной	Сменная наработка ниже нормативной	Сменная наработка с тенденцией к постоянному уменьшению

Таблица 4 – Эксплуатационные показатели и показатели надежности тракторов в хозяйствах

№ опыта	Уровень качества ТО и ремонта тракторов	Кол-во отработанных тракторосмен	Кол-во отработанных трактородней	Коэффициент сменности	Коэффициент готовности	Коэффициент использования
1.	0,82	258	223	1,15	0,845	0,861
2.	0,80	260	229	1,13	0,867	0,869
3.	0,80	252	220	1,14	0,822	0,854
4.	0,80	264	233	1,13	0,892	0,875
5.	0,80	244	211	1,15	0,772	0,833
6.	0,80	256	221	1,15	0,833	0,858
7.	0,77	246	212	1,16	0,792	0,842
8.	0,77	247	215	1,14	0,801	0,846
9.	0,77	235	207	1,13	0,736	0,814
10.	0,77	220	188	1,17	0,688	0,779
11.	0,77	218	187	1,16	0,681	0,773
12.	0,77	237	209	1,13	0,754	0,824
13.	0,69	230	196	1,17	0,719	0,803
14.	0,69	242	207	1,16	0,763	0,829
15.	0,69	236	204	1,15	0,745	0,819
16.	0,69	230	196	1,17	0,719	0,803
17.	0,69	209	174	1,20	0,653	0,744
18.	0,69	195	170	1,14	0,639	0,728

19.	0,69	209	174	1,20	0,653	0,744
20.	0,58	195	170	1,14	0,639	0,728
21.	0,59	198	173	1,14	0,646	0,736
22.	0,51	162	154	1,05	0,597	0,659
23.	0,49	158	151	1,17	0,586	0,635
24.	0,61	211	180	1,17	0,66	0,752