

На правах рукописи

Кушнарева Дарья Леонидовна

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ИНЖЕНЕРНО-
ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ МОЛОЧНОГО ХОЗЯЙСТВА**

Специальность 4.3.1. Технологии, машины и оборудование
для агропромышленного комплекса (технические науки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 2023

Работа выполнена на кафедре тракторов и автомобилей Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева).

Научный руководитель: **Парлюк Екатерина Петровна**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

Официальные оппоненты: **Шишурин Сергей Александрович**, доктор технических наук, доцент, декан факультета инженерии и природообустройства ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова».

Катаев Юрий Владимирович, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории технического обслуживания, ремонта и рециклинга сельскохозяйственной техники ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ».

Ведущая организация: ФГБОУ ВО Донской ГАУ.

Защита состоится «18» мая 2023 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета 35.2.030.03 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел/факс: 8 (499) 976-21-84.

Юридический адрес для отправки почтовой корреспонденции (отзывов): 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте Университета www.timacad.ru.

Автореферат разослан «___» _____ 20__ г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 35.2.030.03
кандидат технических наук, доцент

Н.Н. Пуляев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Количество и качество производимого молока во многом зависит от эффективного использования технологических машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов и возможно только при высоком уровне их исправности.

Основными причинами низкого уровня работоспособности машин и оборудования животноводства являются: необеспеченность инженерно-технической службы (ИТС) оснащенной ремонтно-технической базой, высококвалифицированным персоналом; основными ремонтно-техническими материалами и запасными частями; низкий уровень организации и отсутствие комплексного подхода к организации технического сервиса машин и оборудования животноводства (ТО проводят одни исполнители, текущий ремонт – другие специалисты); отсутствие ответственности и стимулирования персонала ИТС за конечные показатели работы (работоспособность техники, объемы производства продукции, качество продукции и др.).

Обеспечение работоспособности парка технологических машин и оборудования животноводства требует обоснования производственно-технологических параметров системы технического сервиса, объектов ремонтно-технической базы, ее оснащения оборудованием, а также эффективной организации работы ИТС, ее стимулирования за повышение уровня исправности и безотказности машин и оборудования.

Целью исследования является повышение эффективности деятельности ИТС молочных хозяйств по обеспечению работоспособности и безотказности технологических машин и оборудования на основе совершенствования организации их комплексного технического сервиса, решения задачи своевременного логистического обеспечения заменяемыми элементами в условиях вероятностного характера потоков требований на обслуживание.

Основными **задачами**, обеспечивающими достижение поставленной в работе цели, явились:

- оценка состояния производства продукции на предприятиях молочной отрасли, уровня работоспособности машин и оборудования молочного животноводства и уровня организации их технического сервиса в реальных условиях эксплуатации;

- определение организационно-технологических условий и факторов повышения работоспособности машин и оборудования животноводства, на основе совершенствования деятельности ИТС по повышению качества выполнения работ по техническому сервису;

- исследование потребности машин и оборудования молочного животноводства в техническом сервисе и заменяемых элементах для потоков требований на обслуживание, имеющих плановый и вероятностный характеры;

- разработка и реализация методики проектирования материально-технического (логистического) обеспечения процессов технического сервиса;

– обоснование производственно-технологических параметров ИТС и разработка рациональной организации её деятельности, обеспечивающей повышение качества обслуживания и коэффициента готовности машин и оборудования молочного животноводства;

– определение эффективности от совершенствования работы ИТС агропредприятия и повышения уровня работоспособности машин и оборудования молочного животноводства.

Объектом исследования являются процессы организации технического сервиса, реализуемые специализированной ИТС хозяйства по обеспечению работоспособности машин и оборудования молочного животноводства.

Предметом исследования являются методы повышения качества технического сервиса и уровня работоспособности машин и оборудования молочного животноводства на основе повышения эффективности деятельности ИТС хозяйства.

Методы исследования. При проведении исследований использовались методы: анализа и сравнительных оценок, монографический и расчетно-конструктивный, теорий вероятностей, массового обслуживания и управления запасами, надежности и эффективности техники. Результаты теоретических исследований подтверждаются результатами и данными экспериментальных исследований, выполненных с помощью моделирования исследуемых процессов на ЭВМ и в производственных условиях, что подтверждает целесообразность выбранных методов исследования.

Научная новизна исследования заключается в получении математической зависимости для расчета коэффициента повышения качества технического обслуживания, а также в теоретическом обосновании условий, факторов и перспективной комплексной организации технического сервиса машин и оборудования молочного животноводства инженерно-технической службой молочного хозяйства, нацеленной на повышение качества обслуживания и их безотказности, снижение трудозатрат и простоев машин и оборудования по техническим причинам.

Практическая значимость результатов исследования. Комплексная реализация поставленных задач позволит своевременно обеспечить ИТС заменяемыми элементами, оперативно и качественно выполнить работы по техническому обслуживанию и устранению последствий отказов. Применение новых оценочных показателей деятельности, в частности, коэффициента готовности техники, обеспечивает постоянную заинтересованность и стимулирует ИТС в повышении уровня работоспособности машин и оборудования ферм и комплексов.

Реализация результатов исследования. Результаты исследования используются в качестве методических рекомендаций по повышению эффективности деятельности инженерно-технической службы АО «Зеленоградское» Московской области.

Апробация результатов работы. Конференция молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов ИЭФ ФГБОУ ВПО МГАУ (Москва, 2013 г.);

VI Международная научно-практическая конференция (Пенза, апрель 2015 г.); Студенческая научная весна 2016: Машиностроительные технологии: Всероссийская научно-техническая конференция (Москва, апрель 2016 г.); X Международная научно-практическая конференция (Пенза, сентябрь 2017 г.); Всероссийская научно-практическая конференция, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (Москва, апрель 2018 г.); Международная научно-техническая конференция, посвящённая 150-летию факультета «Машиностроительные технологии» и кафедры «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н. Э. Баумана (Москва, февраль 2019 г.); XIV Международная научно-практическая конференция «ИнформАгро-2022» (Московская обл., июнь 2022 г.).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 16 научных работ, из них 5 в изданиях из перечня ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 179 страницах. Состоит из введения, основной части, содержащей 40 рисунков, 22 таблиц, заключения, списка литературы (включает 165 наименований, в том числе 9 – на иностранном языке) и приложений.

Основные положения, выносимые на защиту:

– основополагающие принципы повышения безотказности технологических машин и оборудования молочного животноводства на основе совершенствования деятельности ИТС и повышения качества организационно-технологических процессов технического сервиса и их логистического обеспечения;

– научно-методические рекомендации и результаты исследований параметров потоков требований на обслуживание при определении потребности в техническом сервисе машин и оборудования молочного животноводства в условиях их реальной эксплуатации;

– результаты исследований по обоснованию рациональной организации инженерно-технической службы животноводства машин и оборудования молочного животноводства: численности ремонтно-обслуживающего персонала, потребности в ремонтно-технической базе и ее оснащении;

– способ определения коэффициента повышения качества технического обслуживания;

– методика и результаты обоснования подсистемы материально-технического (логистического) обеспечения процессов технического сервиса.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дан краткий обзор состояния вопроса и обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы задачи исследования и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «*Организация технического сервиса машин и оборудования молочного животноводства*» приведены результаты анализа уровня технической оснащенности, состояния парка технологических машин и оборудования молочного животноводства и организации их технического сервиса в хозяйствах; недостатки в деятельности инженерных служб при обеспечении

исправности и коэффициента готовности парка машин и оборудования молочного животноводства.

Развитие технического сервиса машин и оборудования животноводства осуществлялось в соответствии с ростом технической оснащенности ферм и комплексов. В основе обеспечения работоспособности физически и морально изношенной техники для молочного животноводства (рисунок 1) – Планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта машин и оборудования животноводства.

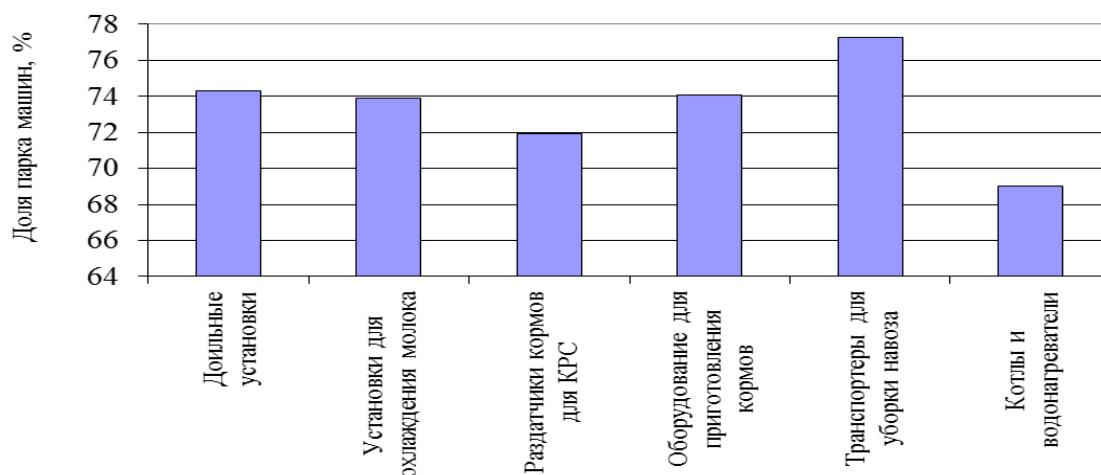


Рисунок 1 – Доля парка машин и оборудования животноводства, эксплуатируемых за пределами срока службы, %

Первые исследования по данному направлению были выполнены в ФНАЦ ВИМ в 1956 г. под руководством Н.Н. Оранского. Дальнейшее развитие системы технического обслуживания и ремонта средств механизации молочного животноводства получило в работах П.А. Андреева, Ф.И. Пономарева, В.Д. Кокошвили, Р.Г. Муллаянова, С.В. Мельникова, Е.И. Резника, Ю.А. Симарева и др.

Необходимость высокого уровня исправности машин животноводства обусловили исследования В.И. Ильяшенко, И.С. Леуса, И.И. Луневского, Н.Н. Оранского и др. Применительно к эксплуатации машин и оборудования молочного животноводства наибольшее внимание оптимизации системы технического сервиса с периодическим контролем технического состояния машин уделено в работах И.А. Луйка, Л.М. Цоя и др.

На повышение уровня технической оснащенности животноводства современной качественной техникой направлены работы М.Н. Ерохина, Ю.Г. Иванова, А.С. Дорохова, В.В. Кирсанова и многих других исследователей.

Отсутствие качественного технического обслуживания машин и оборудования молочного животноводства в равной степени сказывается на качестве продукции и эффективности работы фермы. Отказ оборудования влечет за собой дополнительные расходы на текущий ремонт, вызывает аварийную остановку и простой всей технологической линии производства продукции. Только четкая и слаженная работа инженерной службы молочного животно-

водства на основе разработки и строгого соблюдения плана проведения профилактического технического обслуживания и ремонта, применения диагностики, способна прогнозировать и предотвращать возможные неисправности и остановку технологического оборудования, минимизировать издержки от простоев машин и оборудования по техническим причинам. При этом сводятся к минимуму непредвиденные расходы, связанные с внезапными отказами.

Профилактическое техническое обслуживание является основой повышения безотказности машин и оборудования и получения качественной молочной продукции. Основной задачей ИТС должно быть обеспечение требуемого уровня безотказности и работоспособности машин и оборудования молочного животноводства при снижении затрат на их техническое обслуживание и ремонт, главным критерием оценки ее деятельности – коэффициент готовности техники, а не объемы выполненных работ по техническому сервису. Реализация этих требований возможна только при высокоточном обосновании производственно-технологических параметров ИТС: численности квалифицированного персонала, оснащенности ремонтно-технической базы и своевременном материально-техническом обеспечении технического сервиса ремонтно-техническими материалами и заменяемыми элементами (частями). Создание запасов необходимых деталей, узлов, агрегатов и расходных материалов позволяет уменьшить продолжительность простоев технологических машин и оборудования ферм и комплексов.

Во второй главе «Направления повышения работоспособности машин и оборудования животноводства» определены: особенности и условия эффективной организации технического сервиса машин и оборудования молочного животноводства; направления совершенствования деятельности ИТС; научно-методические основы повышения уровня исправности машин и оборудования с учетом вероятностных потоков требований на обслуживание; методы обоснования параметров ИТС и подсистемы материально-технического обеспечения процессов технического сервиса.

Результаты исследования показывают, что ИТС молочного животноводства должна быть специализированной службой, обеспечивающей выполнение всего комплекса работ по техническому сервису машин и оборудования молочного животноводства, оснащенной необходимыми средствами диагностирования, ТО и ремонта, укомплектованной квалифицированным персоналом, иметь обоснованный запас заменяемых при ТО и ремонте элементов и расходных материалов. При определении производственно-технологических параметров ИТС были установлены характеристики потоков требований на обслуживание машин и оборудования животноводства. Учитывая, что повышение качества выполнения работ по техническому обслуживанию обеспечивает снижение объемов работ по устранению неисправностей было получено выражение для определения коэффициента повышения качества ТО:

$$K_{\text{ПТО}} = \frac{t_{\text{б(н)}}}{t_{\text{ТПНП}}^{\text{б}} + \Delta t_{\text{ТО}}^i}, \quad (1)$$

где $t_{6(n)}$ – базовая (нормативная) трудоемкость ТО, чел.-ч; $t_{\text{ТРнп}}^b$ – базовая трудоемкость работ по устранению неисправностей при базовом коэффициенте готовности, чел.-ч; $\Delta t_{\text{ТО}}^i$ – разница трудоемкости ТО между достигнутым уровнем $K_{\text{ТГ}}$ и его базовым значением.

Анализ полученного выражения показывает, что чем выше значение коэффициента готовности машин и оборудования, тем больше величина снижения трудозатрат на устранение последствий отказов.

Обоснование фондов запасных элементов потребовало исследования каждого потока требований на обслуживание отдельно, поскольку каждый вид выполняемых ремонтно-обслуживающих воздействий требует своего набора (комплекта) заменяемых элементов.

При обосновании размеров фондов запасных элементов исходили из того, что плановые профилактические мероприятия и работы имеют детерминированный характер, поскольку периодичность требований на обслуживание регламентирована и время его поступления может быть установлено с высокой степенью точности. Поэтому целесообразно сформировать сервисные комплекты (СК) запасных элементов, СК-1 и СК-2, соответственно, для ТО-1 и ТО-2. При определении состава запасных элементов исходили из периодичности между ТО и потребностью заменяемых элементов, необходимых для ТО-1 и ТО-2.

При формировании ремонтных комплектов (РК), соответственно РК-1 и РК-2, которые необходимы для устранения последствий отказов 1-й и 2-й групп сложности были установлены средняя наработка на отказ по определенной группе технологических машин и оборудования молочного животноводства и зоны рассеивания потребности в тех или иных запасных элементах, которые включались в состав комплекта при попадании в них.

Для формирования запасов использовались основные положения теории управления запасами Х. Таха. Учитывая издержки от простоев машин и оборудования в обслуживании при отсутствии необходимых запасных элементов, для определения оптимального (экономичного) размера заказа предлагается следующая целевая функция

$$Z_c = Z_{зч} + Z_{оф} + Z_{хр} + Y_{пр} \longrightarrow \min \quad (2)$$

где Z_c – совокупные затраты на создание резервного запаса, тыс. р.; $Z_{зч}$ – затраты на приобретение запасных элементов и РТМ, тыс. р.; $Z_{оф}$ – затраты на оформление заказа, тыс. р.; $Z_{хр}$ – затраты на хранение запасных элементов, тыс. р.; $Y_{пр}$ – издержки (убытки) от простоев машин и оборудования по техническим причинам из-за отсутствия запасных элементов и РТМ, тыс. р.

Оптимальное значение объема заказа y^* для сервисных комплектов, имеющих детерминированный характер определяется путем минимизации совокупных затрат по формуле:

$$y^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}}, \quad (3)$$

где D – интенсивность спроса, шт./дн.; K – затраты на оформление и размещением заказа, тыс. р; h – затраты на хранение заказа, тыс. р.

Это количество заменяемых элементов необходимо приобретать через каждые $t_0 = y^* / D$ единиц времени (рисунок 2).

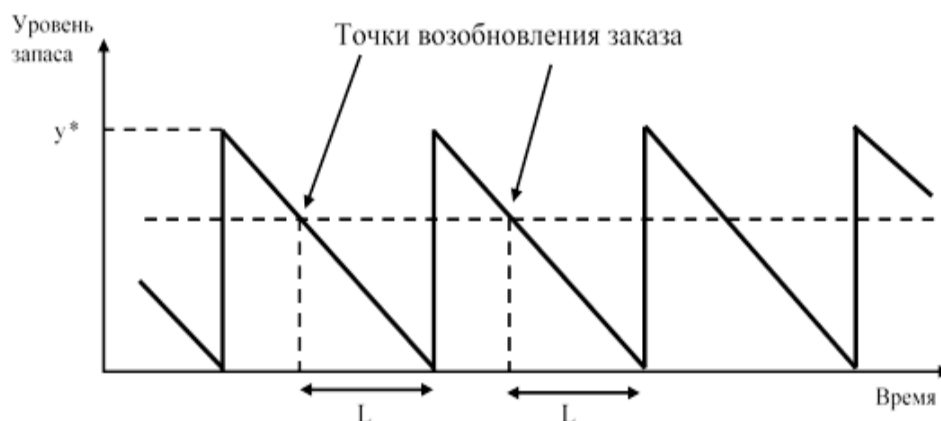


Рисунок 2 – Детерминированная модель формирования запасов по сервисным комплектам СК-1 и СК-2

Величина спроса является случайной величиной с определенным распределением вероятности, что требует дополнительного страхового запаса заменяемых элементов. Величина резерва с учетом вероятности истощения запаса в течение *периода выполнения заказа* (интервала между моментом размещения заказа и его поставкой) не должна превышать наперед заданной величины (рисунок 3). Величина спроса на протяжении срока выполнения заказа L обычно описывается плотностью распределения вероятностей, которая является нормально распределенной случайной величиной со средним D и стандартным отклонением σ .

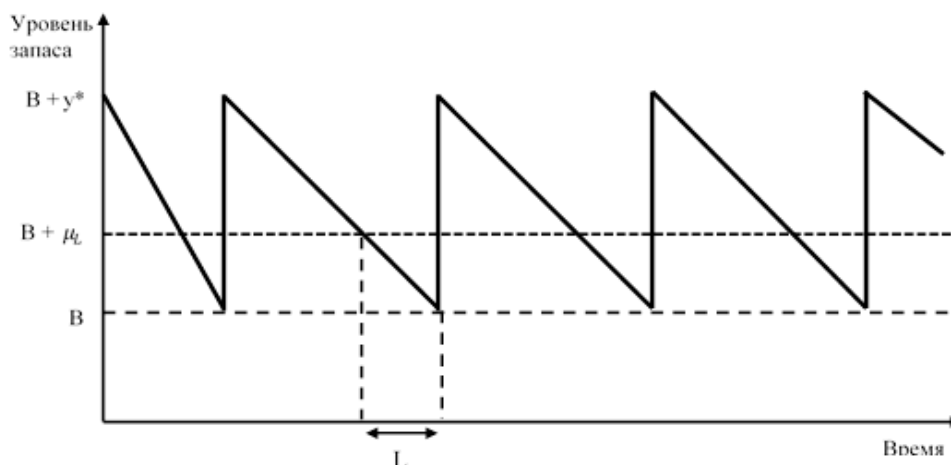


Рисунок 3 – Динамическая модель формирования запасов по ремонтным комплектам РК-1 и РК-2:

L – срок выполнения заказа, т.е. время от момента размещения заказа до его поставки;
 μ_L – средняя величина спроса на протяжении срока выполнения заказа;
 B – размер резервного запаса.

Статистическая обработка результатов наблюдений по отказам 1-й и 2-й групп сложности по всем группам машин и оборудования животноводства

позволила получить характеристики, необходимые для формирования запасов по РК-1 и РК-2.

В третьей главе «Программа и методика исследований» изложены: программа, общая и частные методики исследований (рисунок 4).



Рисунок 4 – Общая программа исследования

При исследовании потоков требований на обслуживание использованы стандартные методики для определения законов распределения интенсивности и других характеристик, поступающих в систему обслуживания требований. Результаты расчетов получены путем моделирования процессов организации технического сервиса, использования основ теории надежности.

При разработке и реализации методики обоснования рациональной инженерно-технической службы молочного животноводства исходили: из фактического наличия, состояния и потребности машин в техническом сервисе,

уровня их надежности; наличия и состояния ремонтно-технической базы и потребности в капиталовложениях на ее развитие. Для обоснования параметров подсистемы материально-технического снабжения ИТС в качестве исходных данных использованы характеристики потоков требований на обслуживание от каждого вида ремонтно-обслуживающих воздействий.

Обработка и анализ информации о надежности машин и оборудования, решение задач, предусмотренных программой и методическим обеспечением исследования осуществлялось с помощью программных продуктов *Matlab*, *Statistika* и пакета прикладных программ *Microsoft Excel* для ПЭВМ.

В четвертой главе «Совершенствование организации технического сервиса машин и оборудования молочного животноводства» приведены основные результаты работы: выбор типичного объекта исследования молочного животноводства; характеристики и причины отказов машин и оборудования животноводства; определены виды и объемы работ по техническому сервису и параметры ИТС молочного животноводства; установлены состав и структура сервисных и ремонтных комплектов, а также параметры фондов запасных элементов для материально-технического обеспечения работ по техническому сервису машин и оборудования животноводства.

Основные результаты экспериментальных исследований были получены в молочных хозяйствах ЗАО «Малино-Фризское» Коломенского района и АО «Зеленоградское» Пушкинского района Московской области. На базе этих хозяйств были проведены наблюдения и собрана информация о надежности технологических машин и оборудования животноводческих молочных ферм и комплексов, проанализирована планово-отчетная и финансовая документация по обеспечению их работоспособности. Результаты обработки собранной информации о поступающих в систему обслуживания требованиях подтвердили вероятностный характер их потоков.

Установленные наработки на отказы 1-й и 2-й групп сложности и периодичности работ по различным типам и маркам машин и оборудования животноводства позволили определить количество требований на обслуживание по группам машин и оборудования молочного комплекса с поголовьем 600 коров. Годовая трудоемкость работ по техническому сервису по видам работ и группам технологических машин и оборудования для данного типоразмера хозяйств приведена в таблице 1. Наибольшие объемы работ приходятся на устранение последствий отказов первой и второй групп сложности машин и оборудования.

Их доля в общем объеме трудозатрат составляет 50...70 %. Это указывает на низкий уровень качества выполнения плановых профилактических обслуживаний. В то же время, многими ранее выполненными работами доказано, что количество внезапных отказов, которое сопровождается длительными простоями техники, может быть снижено в 1,5...2 раза за счет своевременного и качественного проведения профилактических технических обслуживаний.

Таблица 1 – Расчетная трудоемкость работ по ТО и ремонту машин и оборудования животноводства

Машины и оборудование	Виды и объемы работ по техническому сервису, чел.-ч					
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	ТРп	ТРпп2	ТРпп1
Доения	307	82,4	45,1	551,0	249,6	431,6
Кормления	428	96,4	93,4	549,9	517,2	504,9
Поения	252	65,3	33,1	222,1	183,1	341,9
Стойловое	498	180,4	10,0	284,4	55,6	944,5
Навозоуборочное	358	127,1	40,5	234,8	224,1	665,8
Микроклимата	186	61,6	29,4	154,1	162,8	322,4
Прочие	261	63,6	46,4	707,0	256,9	332,9
Итого	2292	676,8	297,8	2703,4	1649,2	3543,9

Используя примерную структуру специализированных видов работ, определен численный и профессиональный состав ремонтно-обслуживающего персонала молочных ферм и комплексов (таблица 2) хозяйств, а также потребности в основном ремонтно-технологическом оборудовании, приспособлениях и инструменте.

Таблица 2 – Расчет численности ремонтно-обслуживающего персонала

Виды работ	Трудоемкость, чел.-ч	Структура работ, %	Численность персонала, чел.	
			расчетная	принятая
Монтажно-демонтажные	5358	48	3,23	3
Слесарные	2233	20	1,34	1
Сварочные	1340	12	0,81	1
Электромонтажные	1340	12	0,81	1
Прочие	893	8	0,54	–
ИТОГО	11163	100	6,72	6

Для сравнительной оценки качества выполнения работ по ТО использованы данные, полученные в результате наблюдений в АО «Зеленоградское». Основным направлением деятельности хозяйства являются производство и переработка молока. Около 30 % дойного стада хозяйства обслуживаются отечественными машинами и оборудованием. Но в результате четкой организации работ по техническому обслуживанию в хозяйстве достигнут и постоянно обеспечивается высокий уровень коэффициента готовности – в пределах 90...95 %. По данным хозяйства количество внезапных отказов и трудоемкость устранения их последствий ниже в 1,5...2,6 раза, чем в ЗАО «Малино-Фризское» (рисунок 5).

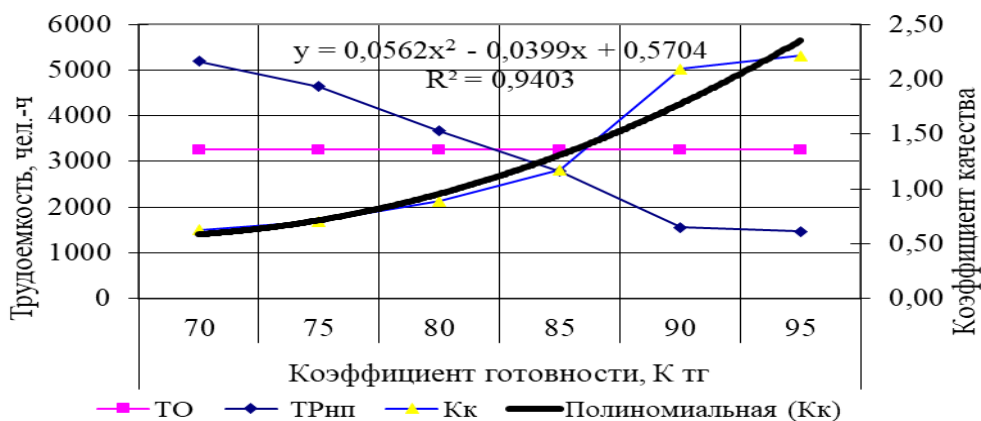


Рисунок 5 – Изменение трудоемкости ТО и ТР_{ПП} и коэффициента качества К_К в зависимости от уровня К_{ТГ} (АО «Зеленоградское»)

При решении задачи материального обеспечения процессов ТО и ремонта количество плановых ремонтно-обслуживающих воздействий определено согласно периодичности, установленной заводом-изготовителем и планово-предупредительной системой технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в животноводстве по календарной продолжительности использования. Необходимые для проведения ТО-1 и ТО-2 расходные элементы и материалы, на основе анализа результатов наблюдений, приведенных ранее, и с учетом наработки на отказ были сформированы в наборы (комплекты) СК-1 и СК-2. При определении перечня расходных элементов СК-1 и СК-2 исходили из установленной периодичности замены элементов в процессе эксплуатации.

Состав и структура сервисных комплектов СК-1 и СК-2 представлены на рисунках 6 и 7. Приведенные элементы СК-1 и СК-2 имеют регламентированную периодичность замены 120 и 720 часов, что соответствует периодичности ТО-1 и ТО-2. При этом на диаграммах указано наименование заменяемых при техническом обслуживании ТО-1 или ТО-2 элемента, количество и доля этих элементов в комплекте. При проведении ТО-2 требуется один комплект СК-2 и один комплект СК-1 (при ТО-2 выполняются операции ТО-1)

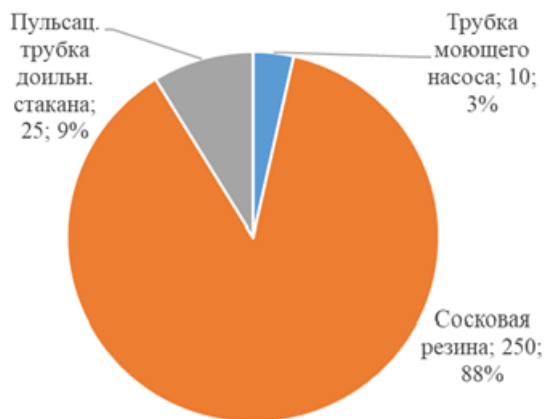


Рисунок 6 – Состав и структура сервисного комплекта СК-1

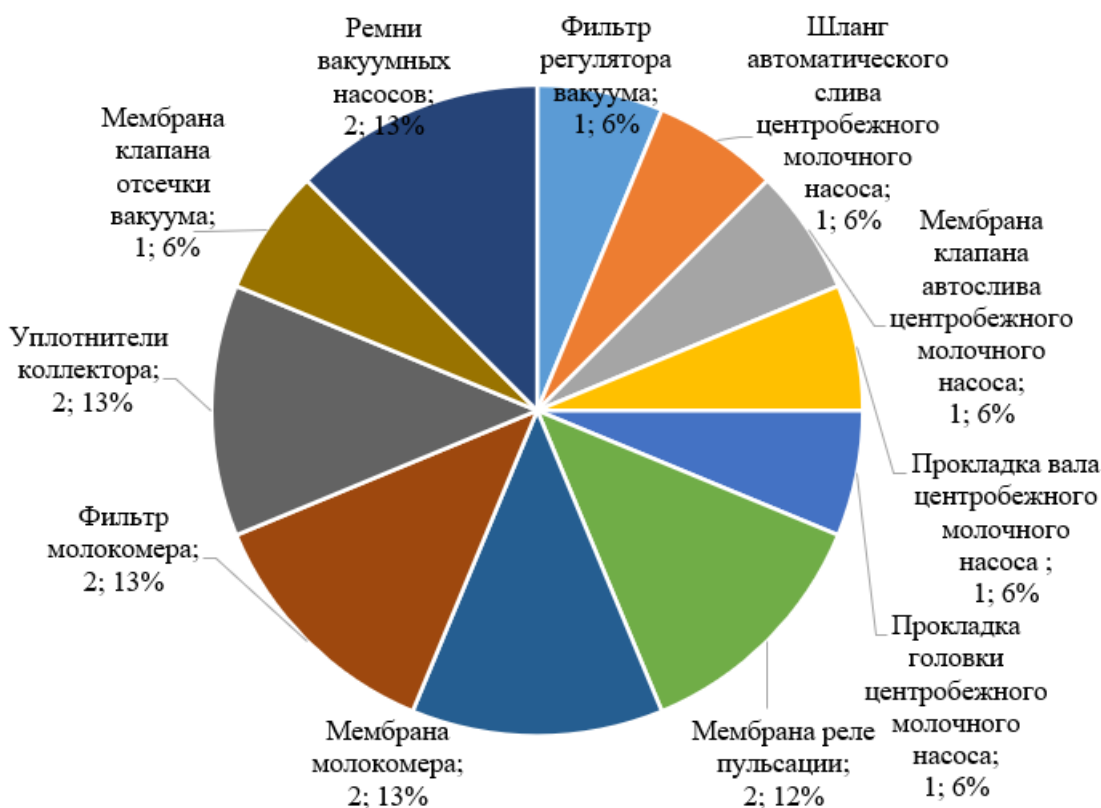


Рисунок 7 – Состав и структура сервисного комплекта СК-2

Наименование и количество заменяемых элементов, входящих в ремонтные комплекты РК-1 и РК-2 (рисунки 8 и 9), определялось на основании установленной по результатам наблюдений наработки на отказ и количества отказов, попавших в зону рассеивания отказов первой или второй групп сложности.



Рисунок 8 – Состав и структура сервисного комплекта РК-1



Рисунок 9 – Состав и структура сервисного комплекта РК-2

Разработана схема потребности в сервисных комплектах для ТО-1 и ТО-2 машин и оборудования животноводства (рисунок 10). Учитывая, что объем спроса и создание запаса на сервисные комплекты являются детерминированными, то они могут проводиться при ТО-1 и ТО-2 и планироваться по календарному времени.

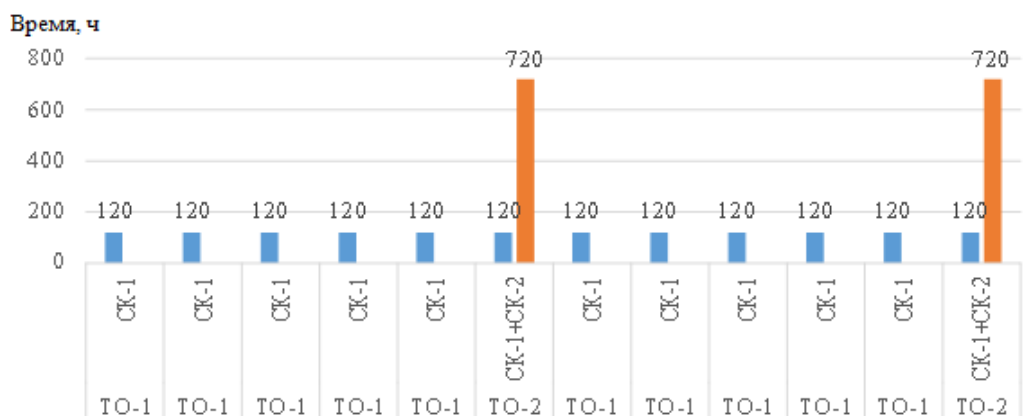


Рисунок 10 – Модель потребности в сервисных комплектах для ТО-1 и ТО-2 машин и оборудования животноводства

Определение объема спроса и создание резервных запасов ремонтных комплектов РК-1 и РК-2, поскольку время наступления отказов имеет вероятностный характер, требует учета закона распределения и вероятности распределения наступления моментов требования по устранению последствий отказов первой и второй групп сложности отказов. Количество требований на

устранение последствий отказов и их трудоемкость имеют значительные объемы и формируют потребности ИТС в запасных частях и ремонтно-технических материалах для устранения последствий эксплуатационных отказов (рисунок 11).

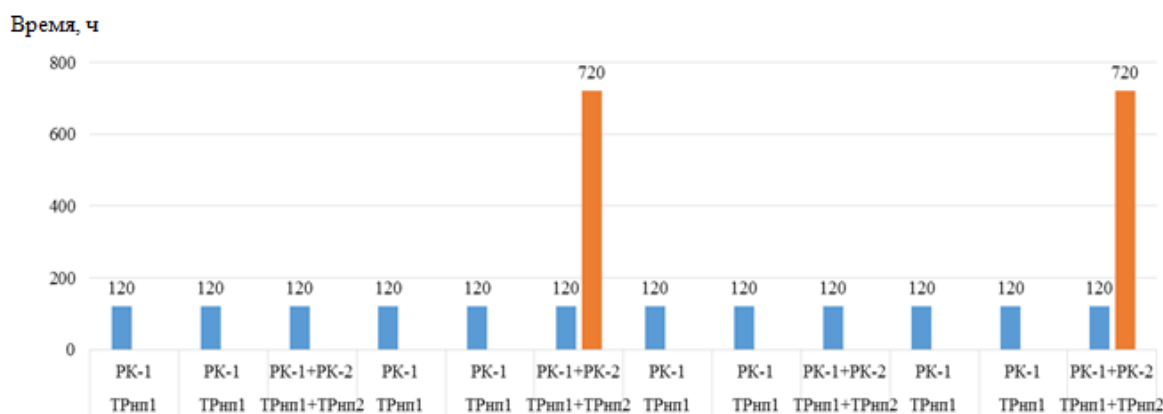


Рисунок 11 – Модель потребности в ремонтных комплектах РК-1 и РК-2 для устранения последствий отказов

Результаты анализа собранной исходной информации по отказам 1-й и 2-й групп сложности позволили сформировать зоны рассеивания отказов и, соответственно, установить ее центр и значения интервалов для распределения отказов. Середина зоны рассеивания отказов составила, соответственно, для отказов 1-й группы – 120 часов (таблица 3) и 2-й группы – 360 часов работы.

Таблица 3 – Результаты обработки отказов 1-й группы сложности по машинам и оборудованию для доения

Интервал, ч	15...45	45...75	75...105	105...135	135...165	165...195	195...225
Середина интервала, ч	30	60	90	120	150	180	210
Количество отказов	6	21	34	49	36	28	7
Опытная вероятность	0,0331	0,1160	0,1878	0,2707	0,1989	0,1547	0,0387
Накопленная опытная вероятность	0,0331	0,1492	0,3370	0,6077	0,8066	0,9613	1,0000
Дисперсия	0,9806	2,6674	4,5657	6,6736	8,2727	9,5904	9,9891
Коэффициент вариации	0,1689	0,1123	0,1247	0,0946	0,0780	0,0236	0,5911
Критерий Ирвина	0,3330	0,3330	0,3330	0,3330	0,3330	0,3330	0,3330
Закон распределения	нормальный						
Теоретич. вероятность	0,0498	0,1030	0,1667	0,2403	0,1765	0,1373	0,0343
Накопленная теоретическая вероятность	0,0498	0,1528	0,3195	0,5598	0,7363	0,8736	0,9079

Особенности предлагаемой организации ИТС и технического сервиса машин и оборудования, обеспечивающие высокий (требуемый) уровень безотказности состоят в следующем:

– ИТС должна специализироваться на техническом сервисе машин и оборудования животноводства (молочного животноводства);

– обеспечение ИТС комплексного подхода и охвата обслуживанием всего комплекса работ по техническому сервису всего парка машин и оборудования фермы или комплекса;

– при определении потребности в техническом сервисе животноводческой техники необходимо учитывать вероятностный характер требований на обслуживание, что позволяет обосновать производственно-технологические параметры ИТС с высокой точностью (численность персонала, состав ремонтно-технологического оборудования, производственные площади пункта технического обслуживания и ремонта машин и оборудования животноводства и т.д.);

– перечень и состав фондов запасных расходных материалов и заменяемых элементов машин и оборудования должны быть сформированы с учетом вероятностного характера требований на обслуживание и своевременно пополняться;

– пополнение фондов запасных расходных материалов и заменяемых элементов машин и оборудования должно учитывать характер требований (детерминированный или вероятностный) на обслуживание, интенсивность расхода заменяемых элементов и продолжительность пополнения фонда;

– деятельность ИТС должна оцениваться показателями безотказности и готовности и стимулироваться за повышение этих показателей.

В пятой главе «Эффективность совершенствования деятельности инженерно-технической службы молочного хозяйства» представлены расчеты экономической эффективности внедрения перспективной организации технического сервиса машин и оборудования молочного животноводства, которая составит для молочных хозяйств с поголовьем 600 коров более 1,9 млн р.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Полученные результаты исследований по повышению безотказности машин и оборудования молочного животноводства на основе повышения эффективности работы ИТС позволяют сделать следующие выводы и предложения.

1. Установлено, что в молочном животноводстве уровень технической оснащенности производственных процессов составляет примерно около 75 %. Более 80% парка машин и оборудования животноводства имеют возраст 8 и более лет; коэффициент обновления парка находится в пределах 1,7...3,5 % в зависимости от типа машин и оборудования; достигнутый уровень коэффициента готовности в большинстве хозяйств находится в пределах 70...73 %, а требуемый для высокоэффективной деятельности – не ниже 90...95 %.

2. Основой обеспечения высокого уровня безотказности машин и оборудования молочного животноводства являются высокоточное проектирование и планирование работы ИТС, специализация работ, комплексная организация и повышение качества технического сервиса, обеспечивающие повышение коэффициента готовности техники – главного показателя деятельности службы.

3. Для обоснования производственно-технологических параметров ИТС, решения логистических задач разработаны методики, учитывающие вероятностный характер потоков требований на обслуживание и, в первую очередь, неплановых внезапных отказов, возникающих, как правило, непосредственно в процессе использования машин по назначению при реализации производственного процесса.

4. Для решения задач материально-технического обеспечения целесообразно использовать предлагаемые разработанные и реализованные в работе методики определения потребности в запасных элементах, учитывающие вероятностный характер и полученные характеристики потоков требований на обслуживание по группам сложности отказов машин и оборудования животноводства. Это позволило установить наработку и сформировать перечень и состав заменяемых элементов сервисных и ремонтных комплектов (РК-1 – 120 ч, РК-2 – 360 ч), определить потребности и фонды заменяемых элементов, установить порядок их пополнения заменяемыми элементами и т.д.

5. Обоснованы функциональные задачи специализированной ИТС, ее организационная структура, обеспечивающая выполнение всего комплекса работ по техническому сервису машин и оборудования животноводства. Повышение качества обслуживания обеспечило снижение объемов ремонтных работ по машинам и оборудованию животноводства в 2,0...2,6 раза, при повышении коэффициента готовности до уровня 90...95 %. Предложен механизм стимулирования деятельности ИТС по повышению безотказности технологических машин и оборудования.

6. Практическая реализация результатов работы обеспечивает снижение затрат на технический сервис машин и оборудования животноводства в 1,5...2,0 раза. Снижение издержек от простоев машин и оборудования по техническим причинам составляет около 1,9 млн р. за счет повышения сортности и качества молока.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных перечнем ВАК Российской Федерации

1. Севостьянова, Д.Л. Основы методики проектирования систем технического сервиса / Е. Л. Чепурина, Д. Л. Севостьянова // Технический сервис машин. – 2019. – № 3(136). – С. 73-80.

2. Севостьянова, Д.Л. Результаты проектирования инженерно-технической службы молочных ферм и комплексов / Е. Л. Чепурина, Д. Л. Севостьянова, А. В. Чепурин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2020. – № 7. – С. 39-45.

3. Севостьянова, Д.Л. К стабильно высокому качеству продукции машиностроения / Л. И. Кушнарев, Д. Л. Севостьянова // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2022. – № 2. – С. 32-36.

4. Кушнарева, Д.Л. Обоснование конструктивно-технологической схемы раздатчика стебельчатых кормов / М. С. Елисеев, Д. А. Рыбалкин,

Е. Л. Чепурина, Д. Л. Кушнарера // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 6. – С. 91-93.

5. Кушнарера, Д.Л. К совершенствованию организации технического сервиса машин и оборудования / Е.П. Парлюк, Д.Л. Кушнарера // Сельский механизатор. – 2023. – № 3. – С. 38-40.

2. Статьи в других научных журналах и сборниках, материалах международных и всероссийских конференций

1. Кушнарера, Д.Л. Состояние и воспроизводство материально-технической базы сельхозпроизводства / Е. Л. Чепурина, Д. Л. Кушнарера // Региональные особенности рыночных социально-экономических систем (структур) и их правовое обеспечение : Сборник материалов VI-й Международной научно-практической конференции, Пенза, 03 апреля 2015 года / Московский университет им. С.Ю. Витте, Филиал в г. Пензе. – Пенза: Московский университет им. С.Ю. Витте, 2015. – С. 319-326.

2. Кушнарера, Д.Л. К вопросу оптимизации срока службы машин и оборудования / Е. Л. Чепурина, Д. Л. Кушнарера // Доклады ТСХА : Сборник статей, Москва, 01 января – 31 декабря 2015 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – С. 269-272.

3. Кушнарера, Д.Л. К обоснованию параметров инженерно-технических центров сельхозтехники / Д. Л. Кушнарера // Студенческая научная весна 2016: Машиностроительные технологии : Всероссийская научно-техническая конференция. Электронный сборник трудов конференции, Москва, 05–08 апреля 2016 года. – Москва: ООО КванторФорм, 2016.

4. Кушнарера, Д. Л. Обеспечение исправности машин и оборудования животноводства / Д. Л. Кушнарера // Студенческая научная весна 2016: Машиностроительные технологии : Всероссийская научно-техническая конференция. Электронный сборник трудов конференции, Москва, 05–08 апреля 2016 года. – Москва: ООО КванторФорм, 2016.

5. Севостьянова, Д.Л. Организация инженерно-технической службы в молочном животноводстве / Е. Л. Чепурина, А. В. Чепурин, Д. Л. Севостьянова // Лучшая научно-исследовательская работа 2017 : Сборник статей X Международного научно-практического конкурса, Пенза, 30 сентября 2017 года. – Под общей редакцией Г.Ю. Гуляева. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2017. – С. 23-29.

6. Кушнарера, Д.Л. Повышение безотказности машин и оборудования в животноводстве / Е. Л. Чепурина, Д. Л. Кушнарера // Эффективное животноводство. – 2018. – № 7(146). – С. 49-51.

7. Севостьянова, Д.Л. Повышение безотказности машин и оборудования в животноводстве / Е. Л. Чепурина, Д. Л. Севостьянова // Системы управления полным жизненным циклом высокотехнологичной продукции в машиностроении: новые источники роста : Материалы Всероссийской научно-

практической конференции, Москва, 18 апреля 2018 года. – Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2018. – С. 162-167.

8. Севостьянова, Д.Л. К методике обоснования и выбора методов и средств изготовления и восстановления составных частей технологических машин и оборудования / Л. И. Кушнарёв, В. В. Владимирова, Д. Л. Севостьянова // Инновационные технологии реновации в машиностроении : Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвящённой 150-летию факультета «Машиностроительные технологии» и кафедры «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, 04–05 февраля 2019 года. – Под общ. ред. В. Ю. Лавриненко. – Москва: Московский государственный областной университет, 2019. – С. 448-452.

9. Севостьянова, Д.Л. К обеспечению безотказности технологического оборудования животноводческих ферм и комплексов / Е. Л. Чепурина, Д. Л. Севостьянова // Инновационные технологии реновации в машиностроении : Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвящённой 150-летию факультета «Машиностроительные технологии» и кафедры «Технологии обработки материалов» МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, 04–05 февраля 2019 года. – Под общ. ред. В. Ю. Лавриненко. – Москва: Московский государственный областной университет, 2019. – С. 437-441.

10. Севостьянова, Д.Л. Особенности формирования фонда запасных элементов при организации технического сервиса машин и оборудования / Д. Л. Севостьянова // Устойчивое развитие и новая индустриализация: наука, экономика, образование : Материалы конференции, Москва, 17 декабря 2021 года. – Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2021. – С. 121-127.

11. Кушнарёва, Д.Л. Повышение эффективности работы инженерно-технической службы агропредприятий / Д. Л. Кушнарёва, Е. Л. Чепурина // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : Материалы XIV Международной научно-практической Интернет-конференции, Московская обл., Пушкинский р-н, рп. Правдинский, 07–09 июня 2022 года. – Москва: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса, 2022. – С. 289-300.