

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»
Институт механизации и технического сервиса
Кафедра эксплуатации и ремонта машин
Направление подготовки – 35.04.06 Агроинженерия
Магистерская программа – Технический сервис в сельском хозяйстве

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

ТЕМА: ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Магистрант _____ Мухаррамов Р.Г.

Научный руководитель,
к.т.н., доцент _____ Сёмушкин Н.И.

Рецензент к.т.н., доцент _____

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(Протокол № _____ от _____ 2019 г.)

Руководитель магистерской программы,
д.т.н., профессор _____ Адигамов Н.Р.

Казань – 2019 г

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе

Мухаррамова Руслана Гаммаровича

на тему «Повышение уровня технического сервиса

сельскохозяйственной техники в полевых условиях»

Выпускная квалификационная работа (магистерская диссертация) состоит из пояснительной записки на листах печатного текста.

Записка состоит из введения, 5 разделов, выводов и приложений, и включает рисунков, таблиц. Список использованной литературы состоит из наименований.

В первом разделе изучено состояние вопроса и задачи исследования, рассмотрены технический сервис в виде системы поддержания работоспособности сельскохозяйственной техники, проведен анализ и обозначены проблемы технического сервиса сельскохозяйственной техники, изучены особенности эксплуатации сельскохозяйственной техники в Республике Татарстан и особенности технического сервиса сельскохозяйственной техники вторичного рынка и сформулированы выводы по разделу и задачи исследования.

Во втором разделе произведен расчетно-теоретический анализ закономерностей изменения технического состояния сельскохозяйственных машин, теоретическое обоснование трудоемкости технического сервиса сельскохозяйственных машин с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта машин, проделана оптимизация загрузки прицепного агрегата технического обслуживания при техническом сервисе сельскохозяйственных машин в полевых условиях, сформулированы выводы по второй главе.

В третьем разделе отражена общая методика исследования, показана экспериментальная установка и применяемое оборудование, разработана методика проведения экспериментальных исследований усовершенствованной организации технического сервиса сельскохозяйственных машин в полевых условиях.

В четвертом разделе отражены результаты экспериментальных исследований усовершенствованной организации технического сервиса сельскохозяйственных машин в полевых условиях и выводами по разделу.

В пятом разделе приведена экономическая эффективность технического сервиса сельскохозяйственных машин в полевых условиях с использованием разработанного прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта машин

Пояснительная записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

to final qualification work

Mukharramov Ruslan Gammarovich

on a subject "Increase in level of technical service
agricultural machinery in field conditions"

Final qualification work (the master thesis) consists of the explanatory note on sheets of the printing text.

The note consists of introduction, 5 sections, conclusions and applications, and includes drawings, tables. The list of the used literature consists of 39 names.

In the first section the condition of a question and a research problem is studied, are considered technical service in the form of the system of maintenance of operability of agricultural machinery, the analysis is carried out and problems of technical service of agricultural machinery are designated, features of operation of agricultural machinery in the Republic of Tatarstan and feature of technical service of agricultural machinery of the secondary market are studied and conclusions according to the section and research problems are formulated.

In the second section the computational and theoretical analysis of regularities of change of technical condition of farm vehicles, theoretical justification of labor input of technical service of farm vehicles with use of the hook-on unit of maintenance and repair of cars is made, optimization of loading of the hook-on unit of maintenance at technical service of farm vehicles in field conditions is done, conclusions on chapter 2 are formulated.

The general technique of a research is reflected in the third section, experimental installation and the used equipment is shown, the technique of carrying out pilot studies of the advanced organization of technical service of farm vehicles in field conditions is developed.

In the fourth section results of pilot studies of the advanced organization of technical service of farm vehicles are reflected in field conditions and conclusions according to the section.

In the fifth section the cost efficiency of technical service of farm vehicles is given in field conditions with use of the developed hook-on unit of maintenance and repair of cars

The explanatory note comes to the end with conclusions and offers.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	6
1	СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ	9
1.1	Технический сервис в полевых условиях как система поддержания работоспособности сельскохозяйственной техники	9
1.2	Основные принципы технического сервиса сложной сельскохозяйственной техники	11
1.3	Анализ технического сервиса сельскохозяйственной техники	14
1.4	Особенности эксплуатации сельскохозяйственной техники в условиях Республики Татарстан	15
1.5	Цель и задачи исследования	19
2	РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ	21
2.1	Расчетно-теоретический анализ закономерностей изменения технического состояния сельскохозяйственных машин	21
2.2	Трудоёмкость технического сервиса сельскохозяйственных машин с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта машин	28
2.3	Оптимизация загрузки прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа при техническом сервисе сельскохозяйственных машин в полевых условиях	38
3	МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА И ПРИМЕНЯЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	45
3.1	Общая методика исследования	45
3.2	Экспериментальная установка и применяемое оборудование	46
3.3	Методика проведения экспериментальных исследований усо-	53

	вершенствованной организации технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин смешанного парка	
4	РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ	55
4.1	Организация технического сервиса сельскохозяйственных машин сельскохозяйственной машины в полевых условиях с использованием разработанного прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта машин	55
4.2	Технология технического обслуживания сельскохозяйственных машин в полевых условиях с использованием разработанного прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта машин	65
4.3	Выводы по четвертой главе	74
5	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКО ЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ПРИЛОЖЕНИЯ	75 82 85 88

ВВЕДЕНИЕ

В области технической эксплуатации машинно-тракторного парка одним из важнейших мероприятий в повышении эффективности его работы является внедрение в технологический процесс технического обслуживания методов и средств технического диагностирования [1, 5, 6, 18, 21, 41]. Это позволяет назначать необходимый объем профилактических (предупредительных) мероприятий по фактическому техническому состоянию, снизить трудоемкость обслуживания, предотвратить использование зерноуборочной и кормоуборочной техники с неудовлетворительным техническим состоянием, снизить расход топлива, запасных частей и эксплуатационных материалов.

Сокращение продолжительности и снижение себестоимости работ по техническому обслуживанию и диагностированию являются приоритетными направлениями повышения эффективности технического сервиса тракторов [49, 52, 55, 67, 72, 84].

Количественный и качественный состав, разномарочность, конструктивные особенности сельскохозяйственной техники, большие территориальные зоны обслуживания, неравномерная годовая загрузка сельскохозяйственных машин и персонала обуславливают специфику технического сервиса [50, 60, 71, 85].

Эффективность технического сервиса в значительной мере определяется качеством проведения технического обслуживания и диагностирования, продолжительностью простоев по техническим неисправностям, своевременностью поставки качественных запасных частей, узлов и агрегатов, оказания услуг [84, 85, 86, 91, 92, 103, 111].

Таким образом, повышение эффективности технического сервиса сельскохозяйственной техники является первостепенной и актуальной задачей.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований по совершенствованию технического обслуживания и ремонта тракторов и сельскохозяйственных машин отражены в работах Аллилуева В.А., Валге А.М.,

Веденяпина Г.В., Габитова И.И., Давидсона Е.И., Еникеева В.Г., Иофинова С.А., Казарцева В.И., Картошкина А.П., Киртбая Ю.К., Кряжкова В.М., Мартынова Б.Г., Михлина В.М., Новикова М.А., Орсика Л.С., Пучина Е.А., Свирщевского Б.С., Сидыганова Ю.Н., Смирнова В.Т., Сковородина В.Я., Тишкина Л.П., Улитовского Б.А., Черепанова С.С., Черноиванова В.И. и др. ученых.

Целью магистерской диссертации является совершенствование организации технического сервиса сельскохозяйственной техники путем создания прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в полевых условиях.

Научную новизну работы составляют:

расчётно-теоретическое обоснование усовершенствованной организации технического сервиса сельскохозяйственной техники в полевых условиях;

экономическое обоснование эффективности использования прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в полевых условиях.

Практическая значимость работы заключается:

в разработке прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в полевых условиях;

в разработке технологии технического сервиса сельскохозяйственной техники с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в полевых условиях.

Материалы диссертации использовались при проведении практических занятий по дисциплине «Эксплуатация технических систем» проводимых на кафедре эксплуатации и ремонта машин ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет» по направлению «Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в сельском хозяйстве». Создан образец прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в полевых условиях, а так же технология технического

сервиса сельскохозяйственной техники в полевых условиях с использованием прицепного сервисного агрегата.

Основные положения магистерской выпускной квалификационной работы докладывались на ежегодных научных конференциях студенческих научных работ и международных конференциях профессорско-преподавательского состава в ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», 2017, 2018, 2019 годах.

По результатам научных исследований опубликовано 2 печатные работы.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1. Технический сервис в полевых условиях как система поддержания работоспособности сельскохозяйственной техники

Хорошо отлаженная система сервисного обслуживания сельскохозяйственной техники в полевых условиях с использованием мобильных агрегатов технического обслуживания и ремонта - важнейший фактор, влияющий на эффективную и надежную работу машинно-тракторных агрегатов.

Большая номенклатура сельскохозяйственной техники в сельскохозяйственных предприятиях приводит к значительному увеличению расходов на техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники. Современный машинно-тракторный парк производителей сельскохозяйственной продукции в агропромышленном комплексе Республики Татарстан весьма разнороден по своему составу.

В сельскохозяйственном производстве эксплуатируется не более 60% сельскохозяйственной техники, прошедшей операции технического обслуживания в полном объеме. В основном, это вынужденная мера, в виду отсутствия на сельскохозяйственных предприятиях, укомплектованных в соответствии с техническими нормативами, пунктов и постов технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. В связи с сокращением на 20..30% парка отечественных сельскохозяйственных машин, увеличиваются затраты на поддержание импортных сельскохозяйственных машин-машин в работоспособном состоянии.

Система организации технического сервиса в Республике Татарстан базируется исходя из приоритета производителей сельскохозяйственной продукции. Материально-техническую базу предприятий технического сервиса в основном составляют объекты ремонтно-обслуживающих производств. Всего 15 % сельскохозяйственных машин обслуживаются и ремонтируются на ремонтных предприятиях, 25 % сельскохозяйственных машин обслуживаются

дилерами и у 60 % сельскохозяйственных машин ремонт и обслуживание переложено на производителей сельскохозяйственной продукции [71].

При рациональной организации технического сервиса сокращается время на диагностирование, устранение отказов (текущий и внеплановый ремонт) на 10-15%, увеличивается наработка машинно-тракторных агрегатов на 25-30 %; повышается их производительность на 45-50 % [18,50].

Технический сервис сельскохозяйственных машин в сельскохозяйственных предприятиях Республики Татарстан проводят как сами производители сельскохозяйственной продукции, дилерские пункты, так и специализированные ремонтные предприятия [109, 116, 117]. В этой связи возникает необходимость и потребность проведения диагностирования и технического обслуживания как импортной, так и отечественной сельскохозяйственной техники в полевых условиях с целью максимально оперативного устранения неисправностей и повышения времени чистой работы машинно-тракторных агрегатов при выполнении сельскохозяйственных операций в растениеводстве.

Потребность в различных видах ремонта и технического обслуживания устанавливается исходя из определенной наработки сельскохозяйственных машин и соответствующей потребности в регламентных работах и работах по устранению неисправностей.

Система организации технического сервиса должна обеспечивать высокую готовность машинно-тракторных агрегатов к выполнению сельскохозяйственных операций при возделывании сельскохозяйственных культур.

Организация технического сервиса в современных условиях требует обоснованного научного подхода, обеспечивающего эффективное использование имеющейся материально-технической базы сельскохозяйственных производителей.

Все современные модели самоходной сельскохозяйственной техники [112] имеют электронное управление агрегатами машин, располагают встроенной системой бортовой диагностики, системой качества выполнения технологических операций.

Вследствие все еще недостаточной технической базы обслуживания и диагностирования сельскохозяйственной техники в Республике Татарстан, а также из-за тенденций нарастания сложных отказов, особенно сложной сельскохозяйственной техники импортного производства, возникает проблема максимально оперативного устранения отказов как сложной сельскохозяйственной техники, так и прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, работающих в составе машинно-тракторных агрегатов при производстве сельскохозяйственной продукции в системе агропромышленного комплекса Республики Татарстан.

Задача проверки работоспособности сложных сельскохозяйственных машин, их сборочных единиц и агрегатов состоит в выявлении неисправностей при диагностировании по обобщенным параметрам в процессе технического обслуживания.

1.2 Основные принципы технического сервиса сложной сельскохозяйственной техники

Развитие технического сервиса сложных самоходных сельскохозяйственных машин, отраженного в источниках [44, 67, 117] позволяет резко сократить число неисправностей, отказов сложных самоходных сельскохозяйственных машин, значительно снизить трудоемкость технического обслуживания и сберечь энергетические, материальные и трудовые ресурсы. Непременным условием этого являются периодическая оценка технического состояния сложных самоходных сельскохозяйственных машин, выявление и предупреждение приближающего отказа, полная реализация остаточного ресурса. Это обуславливает широкое применение методов и средств технического диагностирования.

Применение второго и третьего принципов обеспечивает технологичность выполнения операций технического обслуживания. По каждой сложной самоходной сельскохозяйственной машине разрабатывают техноло-

гический график проведения определенного вида технического обслуживания.

Четвертый принцип предусматривает разделение и специализацию труда, требует дальнейшего оснащения сельскохозяйственного производства новым высокопроизводительным оборудованием для производства текущего, капитального ремонтов, выполнения операций технического обслуживания и диагностирования.

Пятый принцип заключается в совершенствовании управления процессами технического обслуживания. Его реализуют на основе внедрения электронных систем и персональных компьютеров.

Особенности технического обслуживания сложных самоходных сельскохозяйственных машин [96, 104, 113, 116] при их работе являются:

- нахождение их на некотором удалении от пунктов или станций технического обслуживания в период напряженных сельскохозяйственных работ. Оперативная деятельность дилерских служб в значительной мере определяет уровень технического сервиса, влияя на качество и сроки проведения сельскохозяйственных работ. Сервисное обслуживание сложных самоходных сельскохозяйственных машин, как правило, проводится с разграничением функций различных структур и служб от механизатора до руководителя службы. А вот устранение последствий отказов сложных самоходных сельскохозяйственных машин, находящихся на гарантийном обслуживании, входит в обязанность дилера или производителя.

В целях качественного функционирования системы технического сервиса все службы дилера [7, 35, 108] объединены в единую компьютерную сеть с выходом в Интернет и электронную почту и имеют современные пакеты программ, в том числе, для сложных самоходных сельскохозяйственных машин вторичного рынка. Применение электронной сервисной информации при внедрении ее в работу сервисных центров приведет к систематизации данных по проведению технического обслуживания и диагностирования

сложных самоходных сельскохозяйственных машин. Очень часто сервисная информация объединяется с диагностической программой.

На рисунке 1.1 показаны два варианта гарантийного обслуживания по перечню работ.

Например, сервисный центр ООО «Агро-Сервис», группы компаний ООО «Проминтел-Агро» имеет одну из самых эффективных сетей сервисного обслуживания в Республике Татарстан.

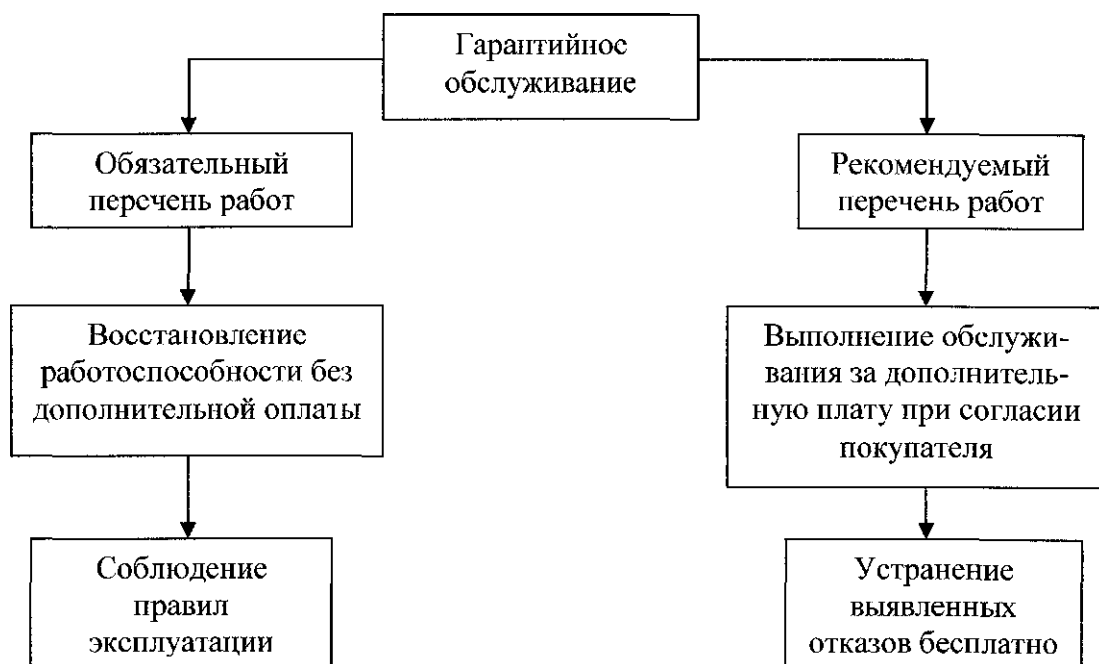


Рисунок 1.1 - Гарантийное обслуживание сложных самоходных сельскохозяйственных машин в ООО «Агро-Сервис», группы компаний ООО «Проминтел-Агро»

В компании трудятся высококвалифицированные специалисты, имеются склады запасных частей, агрегатов и оборудования, выставочный комплекс, сервисные автомашины с диагностическим оборудованием. База данных создается инженерной службой компании. База постоянно пополняется новой информацией за счет поступления сложных самоходных сельскохозяйственных машин и сведениями по эксплуатации имеющихся сложных самоходных сельскохозяйственных машин.

При обращении клиента в сервисный центр для диагностирования или обслуживания соответствующая служба компании получает из базы данных все имеющиеся сведения о сложных самоходных сельскохозяйственных машинах и воспроизводится история сложных самоходных сельскохозяйственных машин со всеми проведенными в прошлом работами по диагностированию и техническому обслуживанию. Все проведенные работы автоматически регистрируются, и клиент получает полную картину обо всех проведенных работах и расходах материалов. Возможен индивидуальный код доступа, предоставляемый фирмой и производителем сложных самоходных сельскохозяйственных машин. К тому же сложные самоходные сельскохозяйственные машины последнего поколения имеют встроенную бортовую систему диагностирования.

1.3 Анализ технического сервиса сельскохозяйственной техники

Машинно-тракторный парк сельскохозяйственного предприятия характеризуется наличием сложных отечественных и зарубежных сложных самоходных сельскохозяйственных машин большой марочной номенклатуры, а так же самых различных производителей. Машинно-тракторные парки крупных сельскохозяйственных предприятий и аграрных холдингов обслуживают большие территориальные зоны [71,84].

Обслуживание тракторов, сложных самоходных сельскохозяйственных машин и прицепных и навесных сельскохозяйственных машин во время гарантийного периода проводится специалистами сервисной службы дилера поставившего в хозяйство данную машину или энергетическое средство.

В сельскохозяйственных предприятиях наблюдается тенденция постепенного снижения доли импортной сельскохозяйственной техники в виду ее дороговизны и невозможности закупать импортную сельскохозяйственную технику в прежних объемах.

К сожалению, технологии технического сервиса, в основном ремонта и восстановления сложных самоходных сельскохозяйственных машин, до со-

стояния близкого к новой машине, постепенно устаревающие станки, сварочное и наплавочное оборудование, приборы и оснастка, часто имеют срок службы более 10..20 лет. Во многих сельскохозяйственных предприятиях полностью отсутствует какое-либо диагностическое оборудование и приборы. Существенно устарело заправочное оборудование. Отсутствуют, по крайней мере, во многих хозяйствах, установки для слива и заправки смазочных материалов.

Все выше перечисленное вызывает необходимость задуматься о целесообразности организации технического сервиса в сельскохозяйственных предприятиях силами их технических служб.

Особенную актуальность тема сервисного обслуживания имеет для фермерских хозяйств, где техника, как правило, имеет большую вариацию по году вступления в эксплуатацию, а так же большую разномарочность. Отсутствие собственной ремонтной базы вынуждает фермера, в случае серьезной поломки, обращаться в за частую не профессиональным ремонтникам, из организаций так же не обладающих достаточным набором сервисного оборудования, но находящимся рядом с производителем сельскохозяйственной продукции.

1.4 Особенности эксплуатации сельскохозяйственной техники в условиях Республики Татарстан

Территория Республики Татарстан делится на три зоны по своим термическим ресурсам.

Первая термическая зона, это зона Предкамья. Это умеренно-прохладная зона. Сумма температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ изменяется от 2020 до 2115 $^{\circ}\text{C}$.

Вторая термическая зона, это зона Предволжья, Юго-Восточного Закамья, Восточная часть Закамья. Это умеренно-теплая зона. Сумма температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ изменяется от 2050 до 2250 $^{\circ}\text{C}$.

Третья термическая зона, это зона Западного Закамья. Это теплая зона. Сумма температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ изменяется от 2250 до 2300 $^{\circ}\text{C}$.

Обеспечение эффективной эксплуатации сложной самоходной сельскохозяйственной техники в особых условиях вызывает необходимость применения дополнительных мероприятий технического сервиса [24, 71]. Эксплуатация сложной самоходной сельскохозяйственной техники согласно агротребованиям и технологии сельскохозяйственного производства в Республике Татарстан проводится с учетом особенностей обеспечения влагой:

Первая термическая зона, это зона Предкамья. Количество осадков за вегетационный период сельскохозяйственных растений находится в пределах от 245 миллиметров, до 265 миллиметров.

Вторая термическая зона, это зона Предволжья, Юго-Восточного Закамья, Восточная часть Закамья. Количество осадков за вегетационный период сельскохозяйственных растений находится в пределах от 220 миллиметров, до 230 миллиметров.

Третья термическая зона, это зона Западного Закамья. Количество осадков за вегетационный период сельскохозяйственных растений находится в пределах от 210 миллиметров, до 220 миллиметров.

Особенно проблемными являются зимние перепады температур с одновременным повышением влажности. Наряду с этим наблюдается повышение суммы эффективных температур, что отрицательно сказывается на фитосанитарном состоянии полей. Значительно повышается частота весенне-летних и летних засух, даже в тех зонах, которые традиционно относились к хорошо увлажненным. Наблюдаются значительные изменения в погодных условиях в осенний период.

В холодное время года в тракторных дизелях применяются зимние сорта топлива, однако гигроскопичность зимнего дизельного топлива в сочетании с повышенной влажностью ускоряют процессы накопления в топливе не только растворенной, но и коагулированной воды. Это требует выполнения дополнительных мероприятий по устранению обводнения топлива при транспортировании, хранении, заправке и в процессе эксплуатации техники.

При эксплуатации тракторов в районах с низкими температурами в системы охлаждения дизелей обязательно должны заливаться низкотемпературные охлаждающие жидкости.

Для обеспечения надежной работы тормозов с гидравлическим приводом, в условиях низких температур тормозная жидкость должна иметь температуру застывания не выше минус 65°C [4]. Но, чем ниже температура застывания тормозной жидкости, тем более она гигроскопична. Поэтому необходимы дополнительные мероприятия по устранению обводненности жидкости, более частая её замена в районах с повышенной влажностью воздуха. Ежедневно из пневматического привода тормозов необходимо удалять конденсат. После преодоления водных препятствий проверяют наличие воды в агрегатах трансмиссии и ходовой системы, а при обнаружении воды заменяют масло.

С понижением температуры усложняется обслуживание тракторов при пуске двигателя и прогреве до рабочих температур. Износ цилиндропоршневой группы за каждый пуск тракторного дизеля в холодном состоянии эквивалентен износу приблизительно за 10 часов его нормальной работы, а при подогретом двигателе износ при пуске в 1,5-2 раза меньше [1, 58]. Это значит, что использование вспомогательных средств для облегчения пуска дизеля с предварительным разогревом обязательно. В ряде случаев вместе с разогревом или подогревом дизеля разогреваются или подогреваются и другие агрегаты и системы трактора. Для этого инженерная служба должна организовать дополнительные мероприятия.

При длительной стоянке трактора в зимний период с резкими перепадами температур усиливается коррозионный износ зеркальных поверхностей узлов трения.

С повышением температуры воздуха до $+35 \dots +40^{\circ}\text{C}$ мощность дизеля снижается на 10 - 15 % [4]. Снижается эффективность работы системы охлаждения. Температура охлаждающей жидкости в системе охлаждения тракторов в отдельные периоды летней эксплуатации достигает 120°C , выкипает

охлаждающая жидкость, происходит ускоренный саморазряд аккумуляторных батарей за счет выкипания электролита из аккумуляторов. Высокая температура воздуха повышает пожароопасность за счет увеличения испарений в подкапотном пространстве, вызывает быстрое старение электроизоляционных материалов и уплотнений. Для смягчения негативных влияний операторы вынуждены чаще делать технологические перерывы (остановки) при производстве сельскохозяйственных работ (особенно при уборке зерновых).

Особым периодом эксплуатации является время цветения зеленых насаждений. Запыленность воздуха (особенно тополиным пухом) в период весенних полевых работ вызывает необходимость практически ежесменной проверки и при необходимости очистки воздушных фильтров.

Наличие разномарочности как отечественной, так и зарубежной автотракторной и мобильной сельскохозяйственной техники, удаленность агропредприятий от центров обслуживания также относится к специфике условий эксплуатации [71].

В автомобилях из-за отсутствия в них тентов или палаток нет возможности создавать дополнительные рабочие места и проводить диагностирование, техническое обслуживание и ремонтные воздействия, а за счет создания дополнительного рабочего места и выполнять расширенный объем работ по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственной техники. Отсутствие на сервисных автомобилях подъемного механизма не позволяет производить монтаж (демонтаж) двигателей и крупногабаритных агрегатов.

Одним из недостатков дилерского обслуживания является и то, что дилеры заставляют транспортировать сложные самоходные сельскохозяйственные машины с серьезными неисправностями и сложными отказами к месту общей стоянки хозяйства или сервисному центру, а не проводить диагностирование, техническое обслуживание и ремонтные воздействия непосредственно в поле. В большинстве своем при транспортировке трактора разукomплектовывается комплексный сельскохозяйственный агрегат.

Предлагается создать прицепной агрегат на базе серийного автомобильного прицепа, предназначенный для сервисного обслуживания, как сложной самоходной сельскохозяйственной техники, так и более простой навесной и прицепной техники работающей в составе машинно-тракторных агрегатов. Существенными преимуществами данного агрегата для технического обслуживания и ремонта техники в полевых условиях будут являться ее мобильные и оперативные качества по устранению неисправностей и поддержанию работающих в полях машинно-тракторных агрегатов в исправном состоянии.

1.5 Цель и задачи исследования

Задача научной работы заключается в снижении затрат производителей сельскохозяйственной продукции от простоев машинно-тракторных агрегатов и сложной мобильной сельскохозяйственной техники, в следствии оперативного выполнения операций сервисного обслуживания в полевых условиях.

Целью магистерской диссертации является совершенствование организации технического сервиса сельскохозяйственной техники путем создания мобильного прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в полевых условиях.

Для реализации поставленной цели определены следующие задачи:

выполнить анализ состояния технического сервиса машинно-тракторных агрегатов и сложной мобильной сельскохозяйственной техники;

провести расчетно-теоретическое обоснование организации технического сервиса сельскохозяйственной техники;

разработать методику экспериментальных исследований усовершенствованной организации технического сервиса машинно-тракторных агрегатов и сложной мобильной сельскохозяйственной техники;

разработать прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в полевых условиях;

провести экспериментальные исследования организационных мероприятий по техническому сервису сельскохозяйственной техники;

разработать технологию обслуживания сложной мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в полевых условиях;

обосновать экономическую эффективность технического сервиса сельскохозяйственной техники с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в полевых условиях.

ГЛАВА 2. РАСЧЕТНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

2.1. Расчётно-теоретический анализ закономерностей изменения технического состояния сельскохозяйственных машин

С целью определения закономерностей изменения технического состояния сельскохозяйственной техники при обосновании организации технического сервиса сельскохозяйственных машин, проведен анализ отказов сложной самоходной сельскохозяйственной техники.

Определение достоверных методов исследования основано на рекомендательных документах [9] и ГОСТ 27. 310-95 «Надёжность в технике» [37]. Для полноты и достоверности получения информации нами проведен анализ возникновения отказов сложной сельскохозяйственной техники, находящихся в четырех районах Республики Татарстан и показан в таблице 2.1.

Таблица 2.1- Количество отказов сложной самоходной техники

Районы	Количество отказов сельскохозяйственных машин					
	Зерноубо- рочные комбайны	Кормоуб. комбайны	Самоход- ные жатки	Посевные комплек- сы	Другие	Всего
Апастовский	39	17	9	15	126	206
Буинский	23	11	14	11	152	211
Спасский	35	21	12	9	177	245
Кайбицкий	18	16	14	20	133	201
Всего						863

Расчетное распределение отказов сложных самоходных сельскохозяйственных машин, как среднее, за два года приведено в таблице 2.2.

Таблица 2.2- Расчетное распределение отказов сложных и самоходных сельскохозяйственных машин

Сложные самоходные сельскохозяйственные машины	Отказы (%) по интервалам наработки, тыс. мото-ч. *							Всего, %
	5	10	15	20	25	30	35	
Зерноуборочные комбайны	1,7	3,4	8,3	10,8	13,6	17,5	19,2	74,5
Кормоуборочные комбайны	0,9	2,3	7,1	8,9	11,3	15,4	17,1	63,0
Самоходные жатки	0,4	1,2	4,7	7,1	10,1	13,2	15,2	51,9
Посевные комплексы	0,8	1,3	3,9	8,7	9,8	14,1	17,8	56,4

В таблице 2.3 приведены определенные виды отказов.

Таблица 2.3 - Классификация отказов по видам

№	Признак	Вид
1	Влияние элемента на работоспособность сложной самоходной или прицепной сельскохозяйственной машины	Отказ элемента вызывает отказ сложной сельскохозяйственной машины Отказ элемента не вызывает отказ сложной сельскохозяйственной машины
2	Источник возникновения отказа трактора	Конструктивные (недоработка конструкции) Производственные (несовершенство или нарушение технологии изготовления) Эксплуатационные (нарушение правил технической эксплуатации, квалификация оператора)
3	Связь с отказами других элементов	Зависимые (отказ одного элемента вызван отказом или неисправностью другого элемента) Независимые (отказ вызван изменением технического состояния или внешними факторами)
4	Характер изменения параметра технического состояния	Постепенные Внезапные
5	Продолжительность устранения отказа	Не влияет на рабочее время сложной сельскохозяйственной машины Влияет на рабочее время сложной сельскохозяйственной машины

В таблице 2.4 приводим распределение отказов по признакам.

Таблица 2.4 - Распределение отказов по признакам

Трактора смешанного парка	Признак				
	1	2	3	4	5
Зерноуборочные комбайны74,5	8,1	29,3	8,9	10,1	18,1
Кормоуборочные комбайны63,0	7,1	24,8	7,9	8,2	15,0
Самоходные жатки51,9	5,9	20,2	6,4	3,8	15,6
Посевные комплексы56,4	6,2	22,4	6,1	11,3	10,4

Анализируя данные расчетов, можем сделать вывод о том, что более 50% сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин имеют отказы при работе за сезон. Максимальное количество отказов (74,5%) имеют зерноуборочные комбайны. Причем максимальную долю в этом количестве отказов (29,8%), занимают отказы второй группы показателей, связанные как с нарушением технологии изготовления деталей, узлов и агрегатов, так с и с несовершенством их конструкции. Но в большей мере отказы связаны с нарушением правил технической эксплуатации сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, зависящей в основном от недостаточной квалификации тракториста-машиниста.

Оценка закономерностей изменения технического состояния сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин смешанного парка (вторичного рынка) по наработке выполнена с учётом причин происхождения отказов.

Характер изменения технического состояния в зависимости от наработки может иметь линейную, логарифмическую или полиномиальную зависимость [40, 69]. Распределение потока отказов сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин смешанного парка по интервалам носит нарастающий характер, который может соответствовать одной из зависимостей. Достоверность соответствия тому или иному закону оценена коэффициентом детерминации R^2 , который показывает уровень соответствия

выборки уравнению регрессии, чем ближе он к единице, тем выше уровень достоверности:

$$R^2 = SS_{\text{рег}} / SS_{\text{общ}} \quad (2.1.)$$

Сумма квадратов, обусловленная регрессией ($SS_{\text{рег}}$), равна сумме квадратов отклонений расчётных значений y , переменной Y от её выборочного среднего $\bar{y}$:

$$SS_{\text{рег}} = \sum (y_j - \bar{y})^2 \quad (2.2)$$

Общая сумма квадратов ($SS_{\text{общ}}$) равна сумме квадратов отклонений фактических значений y переменной Y от её выборочного среднего $\bar{y}$:

$$SS_{\text{общ}} = \sum (y_j - \bar{y})^2 \quad (2.3)$$

Для расчёта уравнений регрессии и R^2 использованы ресурсы Microsoft Excel [13]. Приемлемый уровень коэффициента детерминации имеет полный номинальный закон распределения и показан в таблице 2.5.

Таблица 2.5 Определение закона регрессии по коэффициенту детерминации

№ п/п	Сельскохозяйственные машины	Коэффициент детерминации R^2		
		Линейный закон	Логарифмический закон	Полиномиальный закон
1	Зерноуборочные комбайны	0,72900	0,7566	0,9824
2	Кормоуборочные комбайны	0,5213	0,7334	0,9959
3	Самоходные жатки	0,9372	0,4953	0,9876
4	Посевные комплексы	0,9115	0,3216	0,9767

В исследовании участвовали сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины, эксплуатируемые при выполнении основных агротехнических мероприятий.

Исходя из статических данных [57], наибольшее число отказов сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин вторичного рынка приходится на сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины старше 10 лет эксплуатации. Отказы происходят в межсервисных интервалах, по некоторым из них не предусмотрено плановое техническое обслуживание. Для определения целесообразности корректировки периодичности ТО произведена оценка вариации случайной величины отказов и неисправностей [11] по сложным самоходным и прицепным сельскохозяйственным машинам в таблице 2.6.

1. Параметры выборки:

число сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин вторичного рынка: $n = 620$ ед.;

Определение закона регрессии по коэффициенту детерминации
исходная величина - наработка до отказа, мото-ч.

2. Точечные оценки отказов сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин:

- средняя наработка до отказа или неисправности сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}; \quad (2.4)$$

-размах средней величины: $z = X_{\max} - X_{\min}$;

-среднеквадратичное отклонение, характеризующее вариацию:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}; \quad (2.5)$$

- коэффициент вариации: $v = \sigma / \bar{x}$

3. Вероятностные оценки отказов сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин отражены в таблице 2.6

Таблица 2.6- Вероятностная оценка отказов сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин вторичного рынка по интервалам

Номер интервала	Интервал Δx тыс. мото-ч.	Середина интервала, X_i тыс. мото-ч.	Число отказов n_i в интервале	Вероятность, $\omega \approx p_i$	Оценка накопленных вероятностей	
					Отказ F	Безотказность R
1	0-5	2,5	0	0	0	1,0
2	5 - 10	7,5	40	0,03	0,09	0,94
3	10-15	12,5	64	0,04	0,29	0,71
4	15-20	17,5	96	0,2	0,61	0,39
5	20-25	22,5	125	0,23	0,52	0,48
6	25-30	27,5	150	0,24	0,74	0,26
7	30-35	32,5	245	0,26	1,0	0
Всего	-	-	620	1,0	-	-

$$\text{Плотность вероятности по интервалам: } F_{(x)} = \int_{\infty}^x f(x)dx \quad (2.6)$$

1-й, 2-й интервалы Б (100 мото-ч.) = 0;

3-й интервал Б (100 мото-ч.) = 0,004;

4-й интервал Б (100 мото-ч.) = 0,016;

5-й интервал Б (100 мото-ч.) = 0,021;

6-й интервал Б (100 мото-ч.) = 0,029;

7-й интервал Р (100 мото-ч.) = 0,04.

$$5. \text{ Гамма процентный ресурс: } x_y; R = P(x_1 > x_y) \geq y. \quad (2.7)$$

При техническом сервисе сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин принимаем $y = 80\%$ [11, 69]. Исходя из таблицы 2.6, x_y составит от 15000 до 20000 моточасов.

$$6. \text{ Интенсивность отказов: } \lambda_{(x)}, : \lambda_{(x)} = : f_{(x)} / R_{(x)} \quad (2.8)$$

1-й, 2-й интервалы : $\lambda_{(x)} = 0$;

1-й интервал : $\lambda_{(x)} = 0,004$;

2-й интервал : $\lambda_{(x)} = 0,0163$;

3-й интервал : $\lambda_{(x)} = 0,079$;

4-й интервал : $\lambda_{(x)} = 0,103$;

5-й интервал : $\lambda_{(x)} \rightarrow \infty \dots$

Графическое изображение закономерности наступления отказов сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин смешанного парка по интервалам наработки представлено на рисунке 2.1.

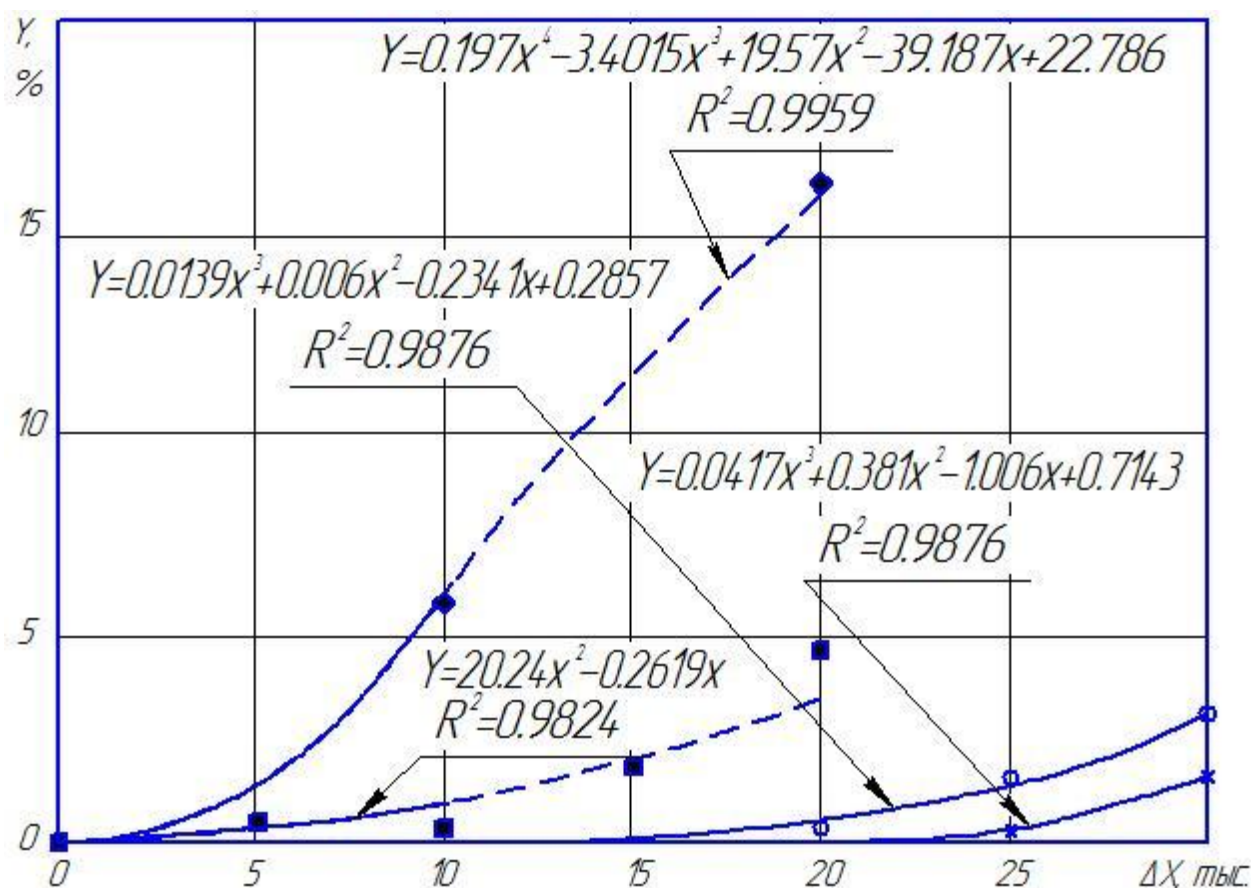


Рисунок 2.1 - Зависимость наступления отказов сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин от интервала наработки: - зерноуборочные комбайны; — кормоуборочные; самоходные жатки; посевные комплексы.

Анализ зависимости изменения отказов сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин (рисунок 2.1) показывает, что в условиях Республики Татарстан сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины имеют среднюю наработку 6000 мото-ч. в год. За десять лет эксплуатации средняя наработка сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин составляет более 6000 мото-ч. Вероятность отказов зарубежных сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных ма-

шин послегарантийного обслуживания наступает после 6000. мото-ч. 2.2. Теоретическое обоснование трудоёмкости технического обслуживания сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин смешанного парка с использованием диагностической прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта

2.2 Трудоёмкость технического сервиса сельскохозяйственных машин с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта машин.

Трудоёмкость технического обслуживания сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин проведена с учетом вероятности отказов сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин[92].

Затраты труда при техническом обслуживании сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин за сезон аналитически [53] определяются по следующей формуле:

$$T_{TO}^T = \sum_i^n n_{\text{диагн}}^i \cdot T_{\text{диагн}}^i = \sum_i^n n_{\text{ТО1}}^i \cdot T_{\text{ТО1}}^i + \sum_i^n n_{\text{ТО2}}^i \cdot T_{\text{ТО2}}^i + \sum_i^n n_{\text{заяв}}^i \cdot T_{\text{заяв}}^i \quad (2.9)$$

где : $n_{\text{диагн}}^i$, $n_{\text{ТО1}}^i$, $n_{\text{ТО2}}^i$, $n_{\text{ТОФ}}^i$ -число видов ТО сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин в группе, шт.;

$i=1,2,3\dots$ - группы сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин.

n - число сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин в группе, шт.;

$T_{\text{ТО}}^i$ - трудоёмкость различных видов ТО по группам сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, чел-ч.

Подставив количество технических обслуживаний сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины за сезон и определив трудоёмкость видов ТО по нормативам [8], составим сводную таблицу 2.7.

Таблица 2.7-Средняя трудоёмкость технического обслуживания за сезон.

Вид обслуживания	Периодичность обслуживания	Трудоёмкость, чел-ч.						
		апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
ТО 1	250	3,4	3,5	1,5	1,3	1,3	3,7	3,5
ТО 2	750	9,6	9,8	3,1	2,9	3,0	10,3	10,1
Постановка на хранение	2000	17,4	18,0	6,9	6,4	6,6	18,7	18,2
ТО3	4500	26,6	27,1	9,2	9,0	9,1	27,7	27,1
Ремонт	100	1,3	1,3	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5

Работы по диагностированию, техническому обслуживанию, устранению мелких и крупных неисправностей (вскрытие полостей, частичная разборка узлов и агрегатов и т.д.) возможно проводить на стационарном посту ТО. Однако на сегодняшний день в сельскохозяйственных предприятиях практически отсутствуют укомплектованные стационарные посты по проведению технического обслуживания и ремонта. Кроме того, современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур основаны на использовании комплексных сельскохозяйственных агрегатов. Если среднее расстояние перегона машинно-тракторного агрегата более 5 км, экономически выгоднее проводить вышеуказанные работы в полевых условиях. При этом необходимо использовать прицепной агрегат на базе автомобильного прицепа для выполнения технического обслуживания и ремонта сложной самоходной, прицепной и навесной сельскохозяйственной техники. Не менее 60 ... 80 % от фонда рабочего времени. Этот агрегат должен использоваться для определения объективной необходимости использования прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа сле-

дует установить среднее расстояние переездов $S_{\text{пер}}$ (км) сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин на места выполнения работ.

По нижеприведенному выражению:

$$S_{\text{пер}} = \frac{1}{n} \sum S_i \cdot F_i, \quad (2.10)$$

где: F - площадь всех полей хозяйства, га;

S_i - расстояние от i -го поля до центральной усадьбы (до места стоянки сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машины), км;

F_i - площадь i -го поля, га;

n - число полей в хозяйстве.

По методике определен средний радиус R_c (перегона) сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины (КСХА). Зона перемещения прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа, представленная на рисунке 2.2, выполнена применительно к маршруту № 1 (раздел 4.1). Зона перегона сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины и перемещения прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа выполнена применительно к ряду районов Республики Татарстан.

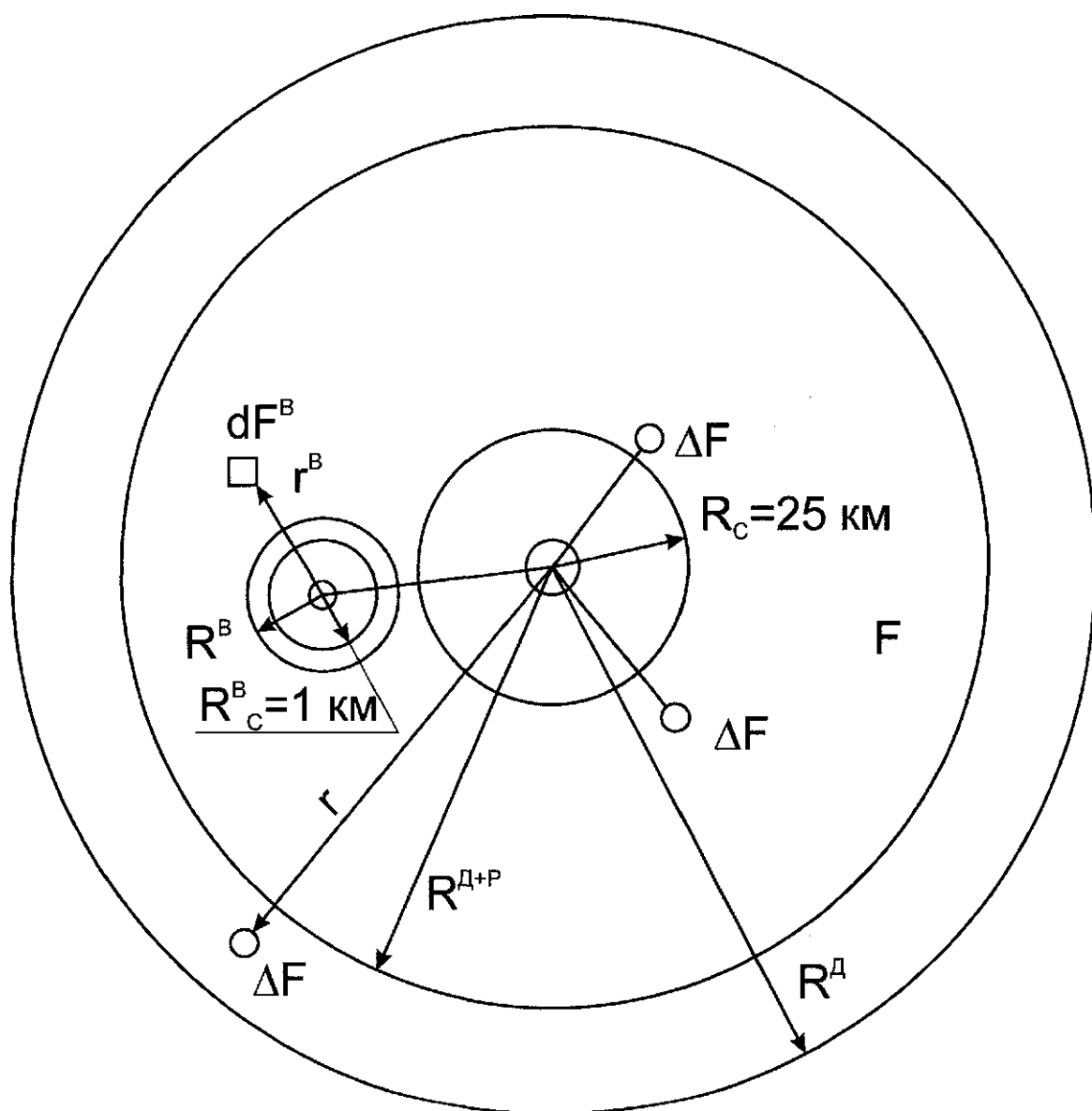


Рисунок 2.2 - Средний радиус перегона сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины и действия прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа.

При среднем радиусе перевозок $R=1\text{ км}$ площадь территории обслуживания $dF^B = 8\text{ км}^2$. С увеличением среднего расстояния перегона площадь F возрастает пропорционально R_c^2 . Количество диагностируемых машин будет изменяться пропорционально квадрату среднего расстояния перевозок по формуле:

$$\frac{R_c^2}{R_{c1}^2} = \frac{N_e}{N_d} \quad (2.11)$$

По методике определена плотность расположения объектов технического сервиса $N_e = 3 \text{ шт./км}^2$. Средний радиус перегона сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин $R^B = 14,3 \text{ км}$.

С учетом зависимости стоимости перевозки от расстояния [2] исследования показали, что с увеличением программы диагностирования снижается трудоемкость и себестоимость технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин и показана на рисунке 2.3.

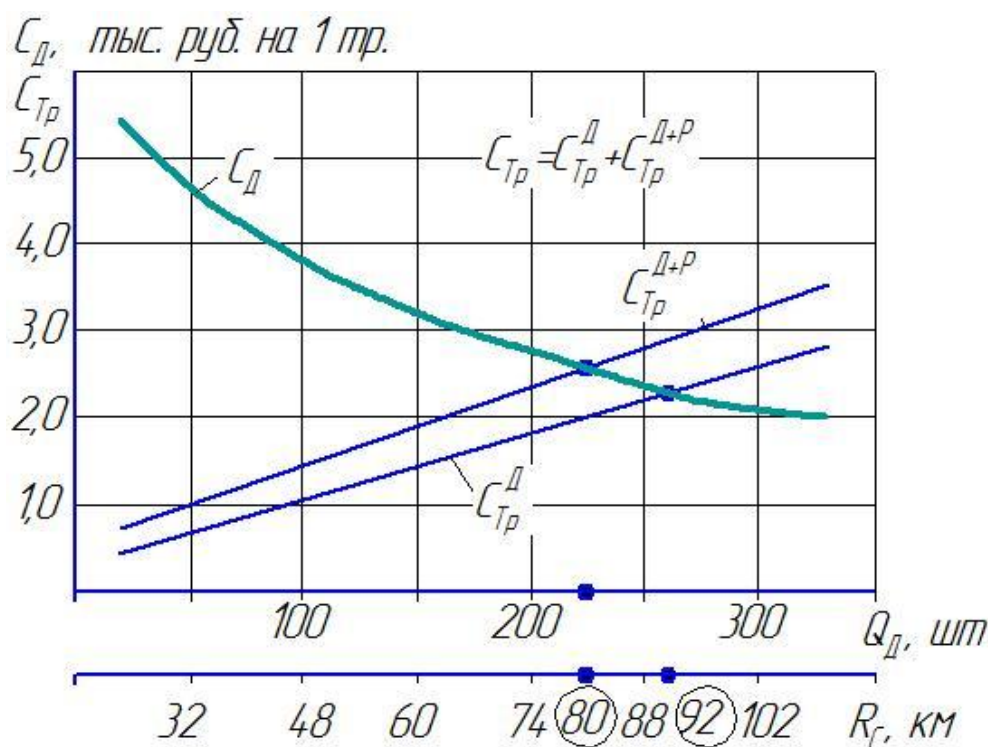


Рисунок 2.3 - Трудоемкость и себестоимость технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин.

После анализа и расчетов установлено, что в условиях рассматриваемых районов Республики Татарстан, количество сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, которое подвергается техническому сервису в течение сезона $N_d = 328 \text{ шт.}$, при оптимальной программе сервисного обслуживания на месте дислокации $Q_d^{\text{опт}} = 140 \text{ шт.}$,

оптимальный радиус перевозки $R_{\text{опт}} = 12,3 \text{ км}$.

С учетом выше изложенного выполнены расчеты полной себестоимости технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа и оптимального радиуса ее передвижения. Установлено [2, 81], что с увеличением радиуса переезда затраты на содержание увеличиваются прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа увеличивается. Чем больше радиус переезда, тем больше программа технического сервиса, тем ниже себестоимость технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин.

При проведении обслуживания с использованием разработанного прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа затраты складываются из стоимости самого автомобильного прицепа, оборудования и инструментов затрат на его обслуживание, заработной платы мастера ремонтника, стоимости расходных материалов и т.д.

Полная себестоимость технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин складывается из себестоимости непосредственно проведения технического обслуживания и ремонта, стоимости перегона $C_{п}$ сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин к пункту постоянного базирования и затрат $C_{тр}$ на переезд сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин к месту выполнения работ:

$$C_{птс} = C_{тс} + C_{п} + C_{тр}. \quad (2.12)$$

Фактическая зависимость себестоимости технического обслуживания от программы аппроксимируется уравнением:

$$C_{тс} = \frac{e^{0,52}}{Q^{0,04}}, \text{ где } Q = N_e = R_c^2 \quad (2.13)$$

Себестоимость выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной техники при проведении работ с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа.

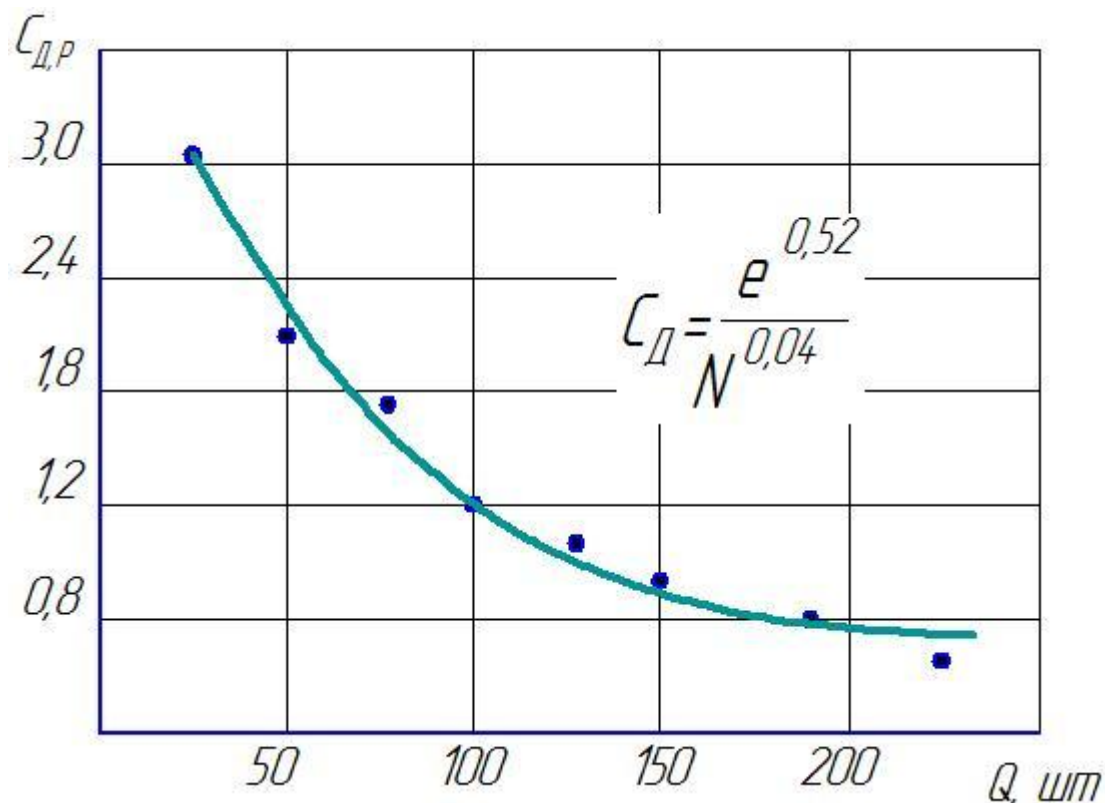


Рисунок 2.4 - Средняя себестоимость технического обслуживания сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной техники.

Стоимость перемещения сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины $C_{п}$ определяется по выражению:

$$C_{п} = \frac{0,21 \cdot Q^{0,5}}{N e^{0,5}} \quad (2.14)$$

Затраты на обслуживание прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа записывают выражением:

$$C_{тр} = 0,085 \cdot R_c + 0,122. \quad (2.15)$$

Полная себестоимость технического обслуживания и ремонта сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин записывается формулой:

$$C_{ПТС} = \frac{e^{0,52}}{Q^{0,04}} + \frac{0,21 \cdot Q^{0,5}}{N e^{0,5}} + (0,085 \cdot R_c + 0,122). \quad (2.16)$$

Оптимальная программа технического обслуживания сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной техники в аналитическом выраже-

нии представляет собой первую производную от $C_{\text{ПТС}}$ по $Q_{\text{ТС}}$ и приравнивают к нулю:

$$\frac{dC_{\text{ПТС}}}{dQ_{\text{ТС}}} = 5,5 \cdot N_e^{0,5}. \quad (2.17)$$

$$Q_{\text{ТС.опт}} = 220 \text{ шт}$$

Оптимальный радиус передвижения прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа собой первую производную от $C_{\text{ПТС}}$ по R_c .

Время, затрачиваемое на одно обслуживание в полевых условиях с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины на базе автомобильного прицепа:

$$\tau_{\text{обсл}} = \frac{T_{1,2}}{n_{1,2}} \quad (2.18)$$

где: $T_{1,2}$ - трудоёмкость всех ТО за сезон, чел.- час;

$n_{1,2}$ - количество ТО за сезон.

Трудоёмкость ТО рассчитывается по таблице 2.7. Количество ТО за сезон составит $n_{1,2} = (0,75 + 0,125) \cdot n_{\text{ТО}}$, где $n_{\text{ТО}}$ - количество ТО всех видов за сезон (апрель - октябрь).

Время одного обслуживания, (ч), с учётом дополнительных затрат времени (переезды, подготовительные работы) в полевых условиях составит:

$$\tau_{\text{обсл}}^{\text{пм}} = \tau_{\text{обсл}} + t_{\text{пз}} + \frac{S_{\text{дн}}}{a \cdot v} \quad (2.19)$$

где: $t_{\text{пз}}$ - время, затрачиваемое на переезды и подготовительно- заключительные операции;

$S_{\text{дн}}$ - средний дневной пробег прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины на базе автомобильного прицепа, км/день;

a - среднее число обслуживаний в день;

V - средняя техническая скорость прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины на базе автомобильного прицепа $V = 40$ км/час.

$$\text{Среднее число обслуживаний за день } a = \frac{n}{D_p}, \quad (2.20)$$

где: D_p - число рабочих дней за сезон (апрель - октябрь) по шестидневной рабочей неделе.

Средний дневной пробег прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины на базе автомобильного прицепа:

$$S_{\text{дн}} = a \cdot S_{\text{пер}} \quad (2.21)$$

Количество прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины на базе автомобильного прицепа рассчитываем по выражению:

$$N_{\text{мол.лаб}} = \frac{a \cdot \tau_{\text{обсл}}^{\text{пм}}}{t \cdot [K_{3.3}]} \quad (2.22)$$

где: t - длительность рабочего дня, час (при пятидневной рабочей неделе $t = 8,4$ ч; при шестидневной рабочей неделе $t = 7$ ч);

$K_{3.3}$ — допустимое значение коэффициента загрузки (мастера-ремонтника), $K_{3.3} = 0,71 \dots 0,85$.

Определив количество прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины на базе автомобильного прицепа определяем трудоёмкость [80] выполнения работ с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной техники в таблице 2.8.

Таблица 2.8 - Трудоёмкость выполнения работ с использованием мобильной диагностической прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта

Вид обслуживания	Периодичность обслуживания, мото-часы	Оперативная трудоёмкость, чел. - ч							
		На одно ТО				За сезон 6000 мото-ч			
		Посевные комплексы		Зерноуборочные комбайны		посевные комплексы	самоходные жатки	кормовые уборочные	зерноуборочные
T01	250	1,0	1,2	1,5	2,0	8,0	9,6	12,0	16,0
T02	750	3,0	3,6	4,5	6,0	24,0	28,8	36,0	48,0
Ремонт	100	1,5	2,0	2,0	2,5	2,0	2,5	2,5	3,0

Расчётами определено, что оптимальный радиус перемещения прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины на базе автомобильного прицепа в составе сервисного агрегата составляет $R_c^{opt} = 83$ км..

Средняя себестоимость технического обслуживания и ремонта сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа и радиусе обслуживания 83 км составляет 1360 руб./ч. на одну/ сложную самоходную и прицепную сельскохозяйственную машину.

Расчёты показывают, что трудоёмкость выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа снизилась 8-10 % за счет совершенствования технологии и сокращения времени одного обслуживания сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин в полевых условиях.

2.3 Оптимизация загрузки прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа при техническом сервисе сельскохозяйственных машин в полевых условиях

Оптимизация загрузки прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины на базе автомобильного прицепа выполнена с использованием методики [18].

Система для технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин обслуживает п сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин. В каждый момент времени система может проводить техническое обслуживание и ремонт одной сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины. Обслуживаемой сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины после восстановления работоспособности возвращается в группу работоспособных сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин.

Заявки на технический сервис от группы сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин поступают в случайном порядке в случайный момент времени. Если в момент возникновения необходимости проведения технического обслуживания или ремонта закрыта, то сложная самоходная и прицепная сельскохозяйственная машина становится в очередь.

Интенсивность потока заявок на обслуживание от группы сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин обозначена через λ -количество заявок в единицу времени.

Среднее время выполнения сервисных воздействий составляет:

$$\tau = \frac{1}{\mu} \quad (2.23)$$

где: (μ - интенсивность потока текущего ремонта или технического обслуживания).

Для системы «сервисное обслуживание- группа сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин» необходимо определить следующие показания:

- вероятность занятости прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины на базе автомобильного прицепа;

- вероятность наличия очереди;

- среднее число сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, ожидающих очереди на техническое обслуживание или ремонт.

Исследуемая система «сервисное обслуживание - группа сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин» с точки зрения «теории массового обслуживания» относится к классу «замкнутых систем массового обслуживания» и может быть исследована методом, разработанным для исследования этих систем.

Система, состоящая из n сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, может иметь ряд состояний:

S_0 - все сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины находятся в рабочем состоянии;

S_1 - одна сложная самоходная и прицепная сельскохозяйственная машина требует технического обслуживания, все остальные сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины находятся в рабочем состоянии, прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа работает с этой сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины.

S_2 - две сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины требуют технического обслуживания или ремонта; одна сложная самоходная и прицепная сельскохозяйственная машина проходит техническое обслуживание, а другая ожидает очереди;

S_n - все n сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин требуют технического обслуживания или ремонта; одна сложная само-

ходная и прицепная сельскохозяйственная машина ремонтируется, $n - 1$ сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин ожидают очереди.

Граф состояний системы имеет следующий вид и показан на рисунке 2.5:

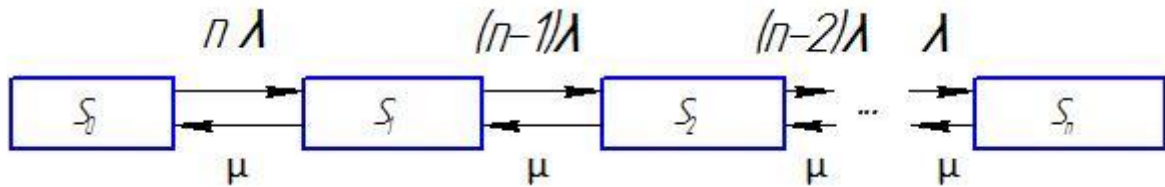


Рисунок 2.5 - Схема состояний замкнутой системы массового обслуживания.

Уравнение для определения вероятностей всех состояний системы массового обслуживания:

$$P_0 = \frac{1}{1 + n\left(\frac{\lambda}{\mu}\right) + n(n-1)\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2 + \dots + n(n-1) \dots 1 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n} \quad (2.24)$$

Затем определяем среднее количество сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, нуждающихся в техническом обслуживании или ремонте.

Обозначим среднее количество сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, для которых необходимо технического обслуживания или ремонт через ω .

Тогда $n - \omega$ сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин не нуждаются в технических воздействиях, от них поступают заявки с интенсивностью $(n - \omega)\lambda$

Так как в техническом обслуживании или ремонте занят один прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины на базе автомобильного прицепа, то он выполняет количество обслуживаний, равное $\mu(1 - P_0)$.

Отсюда, приравнивая эти соотношения, получим:

$$(n - \omega)\lambda = \mu(1 - P_0) \quad (2.25)$$

Среднее количество сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, нуждающихся в техническом обслуживании будет:

$$\omega = n - \frac{\mu}{\lambda} \cdot (1 - P_0) \quad (2.26)$$

Далее определяем пропускную способность прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа при комплексном обслуживании.

Вероятность того, что прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа не занят, составляет P_0 .

Вероятность занятости прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа соответственно будет:

$$P_{\text{зан}} = 1 - P_0 \quad (2.27)$$

В секунду времени проходят техническое обслуживание или ремонт μ -сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин. Следовательно, абсолютная пропускная способность прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа будет:

$$A = (1 - P_0)\mu \quad (2.28)$$

Длина очереди на обслуживание составит:

$$\omega = n \frac{P_{\text{зан}}}{\lambda} \cdot \mu \quad (2.29)$$

В разделе рассмотрена система массового обслуживания, в которой интенсивность потока поступающих заявок зависит от состояния самой системы. Такая система массового обслуживания называется замкнутой. Это система массового обслуживания, где источником заявок является сложная самоходная и прицепная сельскохозяйственная техника, имеющаяся в ограниченном количестве и подающая заявки в зависимости от своего состояния (при выходе техники из строя она перестает быть источником новых заявок).

Следовательно, интенсивность общего потока заявок зависит от того, сколько неисправной имеет сложная самоходная и прицепная сельскохозяй-

ственная машина, т.е. сколько заявок связано с процессом обслуживания (непосредственно подвергается сервисному обслуживанию или стоит в очереди).

На основании расчётно-теоретического анализа разработана программа исследования замкнутой системы массового обслуживания с одним прицепным агрегатом технического обслуживания и ремонте сложная самоходная и прицепная сельскохозяйственная техника на базе автомобильного прицепа.

Расчётные значения распределения объёма работ

Результаты вычислений представлены в таблице 2.9

Таблица 2.9 - Расчетные значения распределения объема работ.

Количество сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, шт. п	Вероятность простоя прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники	Вероятность занятости прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники	Пропускная способность шт./час A_n	Длина очереди, шт. W_n
5	0.96	0.04	0.05	0.043
10	0.921	0.079	0.099	0.122
15	0.882	0.118	0.147	0.273
20	0.844	0.156	0.195	0.528
25	0.807	0.193	0.241	0.911

В результате расчёта получена зависимость вероятности занятости или простоя (рисунок 2.6) прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники от его пропускной способности (рисунок 2.7).

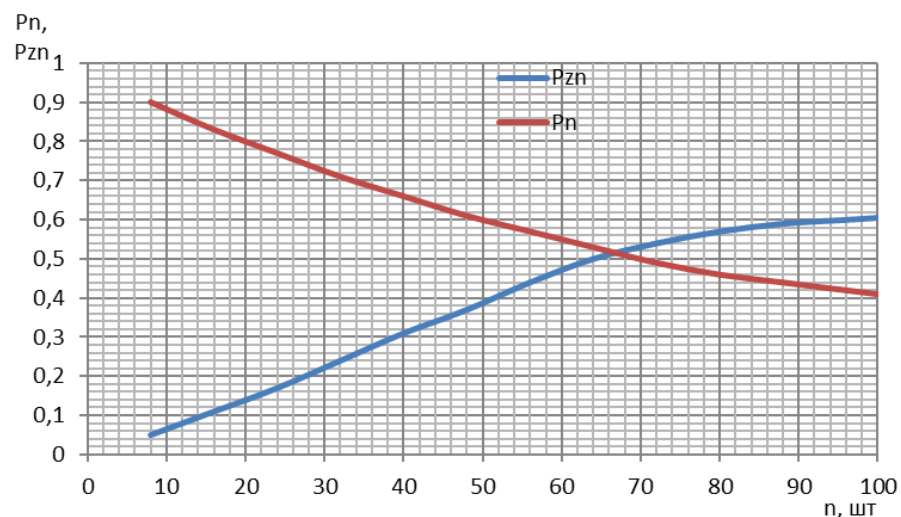


Рисунок 2.6 - Вероятность занятости или простоя прицепа агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники:

P_n - вероятность простоя прицепа агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники;

P_{zn} - вероятность занятости прицепа агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники;

n - количество сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин.

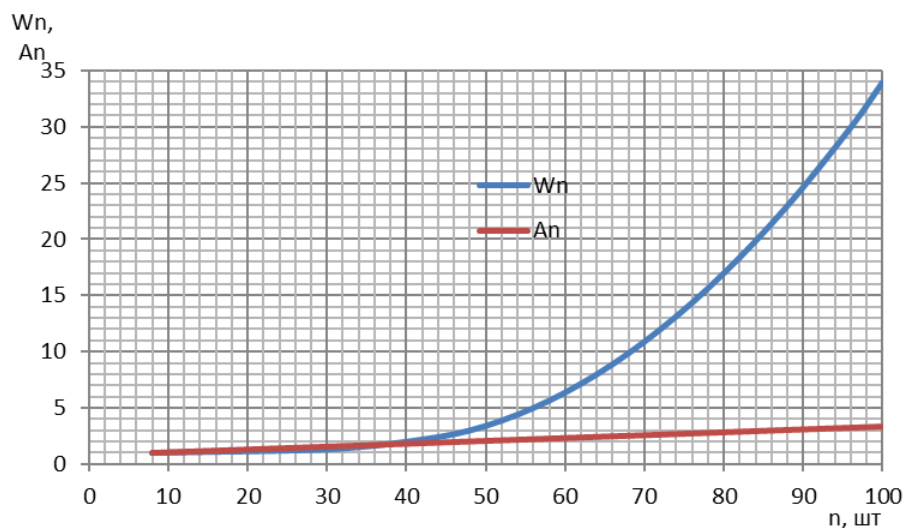


Рисунок 2.7 - Пропускная способность прицепа агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники:

W_n - длина очереди;

n - количество сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин.

В результате выполненных теоретических расчетов установлено, что оптимальное количество сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, обслуживаемых прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники, находится в точке пересечения кривых P_{zn} и P_n . (рисунок 2.6). При этом пропускная способность прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники (рисунок 2.7) составляет 10-12 сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин в день при длине очереди около двух единиц техники в час.

Расчёты показывают, что за сезон прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники может обслужить 600-800 заявок.

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА И ПРИМЕНЯЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

3.1. Общая методика исследования

Исследования проводились с учетом имеющихся стандартов (ГОСТ 18322-78, ГОСТ 20911-89, ГОСТ 24925-81, ГОСТ 15.201-2000).

Состояние машинно-тракторного парка выбранных для наблюдения районов Республики Татарстан, таково, что сельхозпроизводители эксплуатируют сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины зарубежного и отечественного производства, начиная с современных гарантийных и заканчивая сложными самоходными и прицепными сельскохозяйственными машинами с большими сроками эксплуатации. Для обеспечения системности и достоверности исследований сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины, находящиеся в эксплуатации, нами распределены на следующие группы:

- зерноуборочные комбайны;
- кормоуборочные комбайны;
- самоходные жатки;
- посевные комплексы.

В условиях современного сельскохозяйственного производства сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины, особенно зарубежного производства, интенсивно эксплуатируются в период проведения полевых работ. За сезонный период нами принято время, начиная с 1 апреля и заканчивая 31 октября.

В этот период достигается максимальная наработка и наиболее часто проводятся диагностирование, техническое обслуживание и ремонтные воздействия сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин.

3.2. Экспериментальная установка и применяемое оборудование

Для достижения поставленной цели по совершенствованию организации технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин смешанного парка нами разработана экспериментальная установка.

Экспериментальная установка выполнена в виде прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа. Прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта предназначен для технического обслуживания и ремонта в полевых условиях сложных самоходных сельскохозяйственных машин

Оснащение прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники на базе автомобильного прицепа позволят определять техническое состояние узлов, агрегатов, механизмов и систем без их разборки (или с частичной разборкой) и прогнозирования сроков службы агрегатов сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, проводить операции по техническому обслуживанию и внеплановому ремонту в полевых условиях.

Максимально эффективное использование средств механизации – непременное условие интенсивного ведения современного сельскохозяйственного производства на предприятиях агропромышленного комплекса различных форм собственности.

Проведение технического обслуживания и текущего ремонта непосредственно в местах работы или стоянки техники, с применением мобильных станций технического обслуживания является важным инструментом эффективного использования сельскохозяйственной техники, повышения ее готовности к работе.

Агрегат сервисный прицепной АСП-1 предназначен для технического обслуживания и устранения неисправностей сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, самоходной и другой сельскохозяйственной техники в полевых условиях. Внедрение данного агрегата сервисного об-

служивания позволит существенно поднять коэффициент технической готовности и снизить количество простоев за счет своевременного технического обслуживания, качественного и оперативного ремонта.

Все устройства, приборы, электронное и диагностическое оборудование, необходимое для проведения вышеуказанных работ располагается в автомобильном прицепе МЗСА 817701.004

Прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа имеет следующие размеры:

длина – 3775мм;

ширина – 2030мм;

высота- 2120мм

Внутренние размеры кузова:

длина-2453мм;

ширина-1510мм;

высота бортов- 290мм.

Агрегат сервисный прицепной АСП-1 на базе автомобильного прицепа МЗСА 817701.004 для технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной техники показан на рисунке 3.1



Рисунок 3.1- Агрегат сервисный прицепной АСП-1 на базе автомобильного прицепа МЗСА 817701.004 для технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной техники.

Агрегат сервисный прицепной АСП-1 на базе автомобильного прицепа МЗСА 817701.004 для технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной техники в различных видах показан на рисунке 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.



Рисунок 3.2- Агрегат сервисный прицепной АСП-1 на базе автомобильного прицепа МЗСА 817701.004 для технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной техники(вид справа)



Рисунок 3.3- Агрегат сервисный прицепной АСП-1 на базе автомобильного прицепа МЗСА 817701.004 для технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной техники. (вид слева)



Рисунок 3.4- Агрегат сервисный прицепной АСП-1 на базе автомобильного прицепа МЗСА 817701.004 для технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной техники.
(вид сзади)



Рисунок 3.5- Агрегат сервисный прицепной АСП-1 на базе автомобильного прицепа МЗСА 817701.004 для технического обслуживания и ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной техники.
(вид спереди)

В комплектацию Агрегата сервисного прицепного АСП-1 на базе автомобильного прицепа МЗСА 817701.004 для технического обслуживания и

ремонта сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной техники входит следующее оборудование представленные в таблице 3.1

Таблица 3.1- Комплектация прицепного сервисного агрегата

1.Генератор бензиновый	HAUNDAI HHY5000F
2.Компрессор безмаслянный	Fubag
3.Емкость для воды	200 л
4.Моечный аппарат высокого давления	Зубр-2000
5.Модуль-гидравлика, модуль-электрика, модуль-кинематика	Набор механизатора-2М
6.Бочка для масла	200 л
7.Насос ручной погружной масляный	GROZ-6
8.Сварочный аппарат	РЕСАНТА-250А
9.Кабель электрический на	50 м
10.Набор инструментов	48 пред.
11. Угловая шлифовальная машина	Makita GA5030
12. Дрель ударная	Bosch GSB 13 RE
13. Набор механизатора для ремонта и обслуживания зерно-уборочной техники	Спец-проект
14. Набор механизатора (модуль-гидравлика)	2М
15. Набор механизатора (модуль-кинематика)	2М
16.Набор механизатора(модуль-электрика)	2М
17. Устройство проверки предохранительных муфт для обслуживания зерноуборочной и кормоуборочной техники	Ростсельмаш
18. Автомобильный инвертор	Qumo
19. Мобильная моечная установка для промывки и очистки гидросистем тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин при техническом сервисе	КИ-28241
20. Цифровой мультиметр	MS8221 C
21. Устройство проверки предохранительных муфт	УППМ-3М
22. Дрель-шуруповерт	Makita df347DWE
23. Технический фен	BORT BHG-1600-P

Характеристика базовой прицепной платформы представлена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Характеристика базовой прицепной платформы

Модель	МЗСА 817701.004
Вид	Бортовой
Наличие тормоза	Нет
Полная масса, кг.	749
Грузоподъемность, кг.	524
Габаритные размеры, мм	3775×1720×1053
Внутренние размеры кузова, мм	2453х1231х470
Площадь пола платформы, м ²	3
Дорожный просвет, мм	258
Кол-во осей	1
Кол-во колес	2
Размер колеса	R13

Приборы из комплектации прицепного агрегата технического обслуживания показаны на рисунках 3.6, 3.7, 3.8.



Рисунок 3.6 Набор механизатора (модуль-гидравлика)



Рисунок 3.7 Набор механизатора (модуль-кинематика)



Рисунок 3.8 Набор механизатора(модуль-электрика)

Прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта оснащен огнетушителем, средствами индивидуальной защиты, медицинскими аптечками.

На стеллажах прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта находятся приборы, запасные части и инструменты, электронное и диагностическое оборудование. Для них предусмотрены соответствующие крепления.

Выбранные нами средства диагностирования распределены по диагностируемым объектам с учетом измеряемых диагностических параметров и представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Средства диагностирования основных агрегатов и элементов сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин.

Диагностируемый объект	Измеряемый диагностический параметр*	Средство диагностирования
1	2	3
Двигатель	Расход топлива	Универсальный мотор-тестер
Цилиндро-поршневая группа	Расход картерных газов	Универсальный мотор-тестер
Кривошипно-шатунный механизм	Зазор между поршнем и гильзой цилиндра	Универсальный мотор-тестер
Механизм газораспределения	Фазы газораспределения	Универсальный мотор-тестер
Система питания	Давление впрыскивания топлива	Универсальный мотор-тестер
Система очистки и подачи воздуха	Пневматическое сопротивление фильтрующих элементов	Универсальный мотор-тестер
Система смазки	Давление масла в главной масляной магистрали	Универсальный мотор-тестер
Система охлаждения	Значение температурного перепада на входе в радиатор и выходе из него	Универсальный мотор-тестер
Гидравлическая система	Давление масла в сливной магистрали (определение загрязненности фильтра гидронавесной системы)	Универсальный системный тестер
Ходовая часть	Угол установки управляемых колес	Универсальный системный тестер
Рулевое управление	Боковая сила в контакте управляемых колес	Универсальный системный тестер
Тормозная система	Одновременность и время срабатывания тормозов	Универсальный системный тестер
Электрооборудование	Напряжение на аккумуляторной батарее без нагрузки при работе стартера	Универсальный сканер
Электронная система управления	Электронные блоки управления	Универсальный сканер

3.3 Методика проведения экспериментальных исследований усовершенствованной организации технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин смешанного парка.

Для реализации поставленных задач необходимо:

-провести организационные мероприятия, направленные на усовершенствование технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин;

-для проведения экспериментальных исследований выбрать наиболее насыщенные сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машинами районы области, в которых размещено наибольшее количество зарубежных сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин сложных сельскохозяйственных машин;

-провести анализ существующей организации технического сервиса, определив преимущества и выявив недостатки;

-предложить организационную структуру технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин;

-в предложенной организационной структуре рекомендовать использование прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта;

-обосновать универсальность, мобильность и модульность прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта;

- обслуживание и ремонта сельскохозяйственной техники оборудованном для технического обслуживания и ремонта;

-с учетом территориального расположения мест дислокации сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин оптимизировать маршруты движения прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа.

- разработать технологию диагностирования, технического обслуживания и ремонтного воздействия сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин с использованием спроектированного прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа;

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ.

4.1. Организация технического сервиса сельскохозяйственных машин сельскохозяйственной машины в полевых условиях с использованием разработанного прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта машин.

Количественный и качественный состав, разномарочность, конструкторские особенности сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, большие территориальные зоны обслуживания, неравномерная годовая загрузка сельскохозяйственных машин и персонала обуславливают специфику технического сервиса в названных районах Республики Татарстан.

Высокие цены на новую сельскохозяйственную технику предполагают поиск путей оперативного и качественного выполнения технического обслуживания и ремонтных воздействий в сервисных пунктах, совершенствования самой организации технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин для эффективного использования и поддержания их в исправном состоянии в течение всего периода эксплуатации.

Для определения направления исследований по совершенствованию организации технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин нами проведен анализ парка данных машин по состоянию на 1 января 2018 года показаны в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Парк машин по состоянию на 1 января 2018 года

Районы	Виды машин			Посевные комплексы
	Зерноуборочный комбайн	Кормоуборочный комбайн	Самоходные жатки	
Балтасинский	83	36	14	24
Атнинский	79	42	12	18
Верхне-Услонский	65	38	14	16
Апастовский	91	56	11	12
Буинский	84	41	12	17
Тетюшский	76	44	14	12
Камски-Устьинский	72	39	9	26
Алькеевский	72	36	18	18
Чистопольский	81	44	11	12
Новошишминский	63	39	9	10
Черемшанский	43	36	8	25
Тукаевский	102	43	16	14
Мамадышский	91	36	11	18
Елабужский	74	32	9	15
Менделеевский	76	33	9	32

Распределение зерноуборочных комбайнов в вышеназванных работах по производителям сельскохозяйственной техники показано в таблице 4.2

Таблица 4.2 - Распределение зерноуборочных комбайнов по производителям.

№ п/п	Зерноуборочные комбайны	% от общего числа
1	Ростсельмаш	43
2	Палессе	18
3	Claas	10
4	Case	11
5	New Holland	16
6	John Deere	2

Анализ парка сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин по районам Республики Татарстан и приблизительность маршрутов движения позволил определить пять оптимальных маршрутов для организации сервисного технического обслуживания данного типа сельскохозяйственной техники, которые показаны на рисунке 4.1.

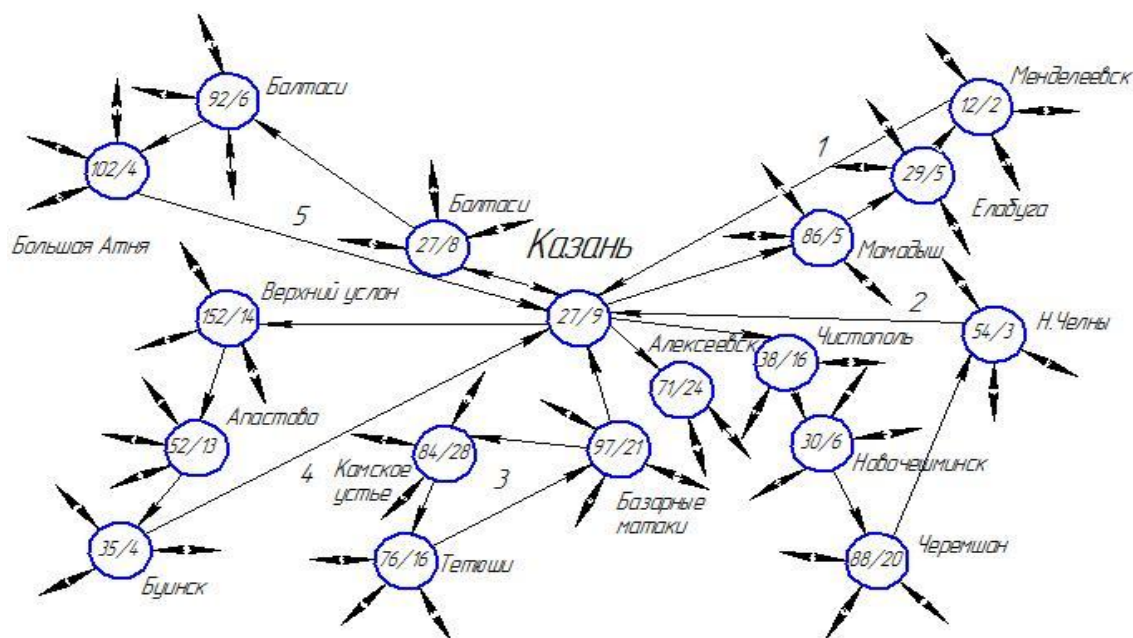


Рисунок 4.1 - Организация маршрутов движения при сервисном обслуживании сложной самоходной техники с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта.

Длительное обслуживание сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин в условиях эксплуатации названных районов Республики Татарстан позволило компании накопить достаточный статистический материал по характерным отказам сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, отработать специфику организации технического обслуживания и определить необходимость в создании прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа.

Проведен анализ организации технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин позволили выявить следующие недостатки в организации сервисного обслуживания:

- в сельскохозяйственных предприятиях, эксплуатирующих данные виды сельскохозяйственной техники часто отсутствует должным образом осна-

щенная база технического сервиса для проведения операций технического обслуживания, диагностирования и ремонта.

- наблюдаются простои сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин по различным причинам, в том числе техническим и организационным;

- приобретение зарубежной и отечественных сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин различных видов от различных производителей своевременной и в полном объеме производимой работе сервисных служб сельскохозяйственных предприятий.

- наличие многомарочности сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин в составе машинно-тракторного парка сельскохозяйственного предприятия вызывает необходимость заключения договорных отношений о поставке запасных частей и сервисном обслуживании со многими организациями;

- вследствие слабой технической базы обслуживания и диагностирования сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин в хозяйстве, а также из-за тенденций нарастания сложных отказов, особенно сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин вторичного рынка, и, как следствие, ожидаемого увеличения объемов обслуживаемых работ, существует проблема организации единого комплексного технического обслуживания и диагностирования сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин отечественного и зарубежного производства;

Для достижения цели в предлагается следующая организационная структура технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин смешанного парка на базе районного управления сельского хозяйства с объединенным дилерским центром, отраженная на рисунке 4.2.

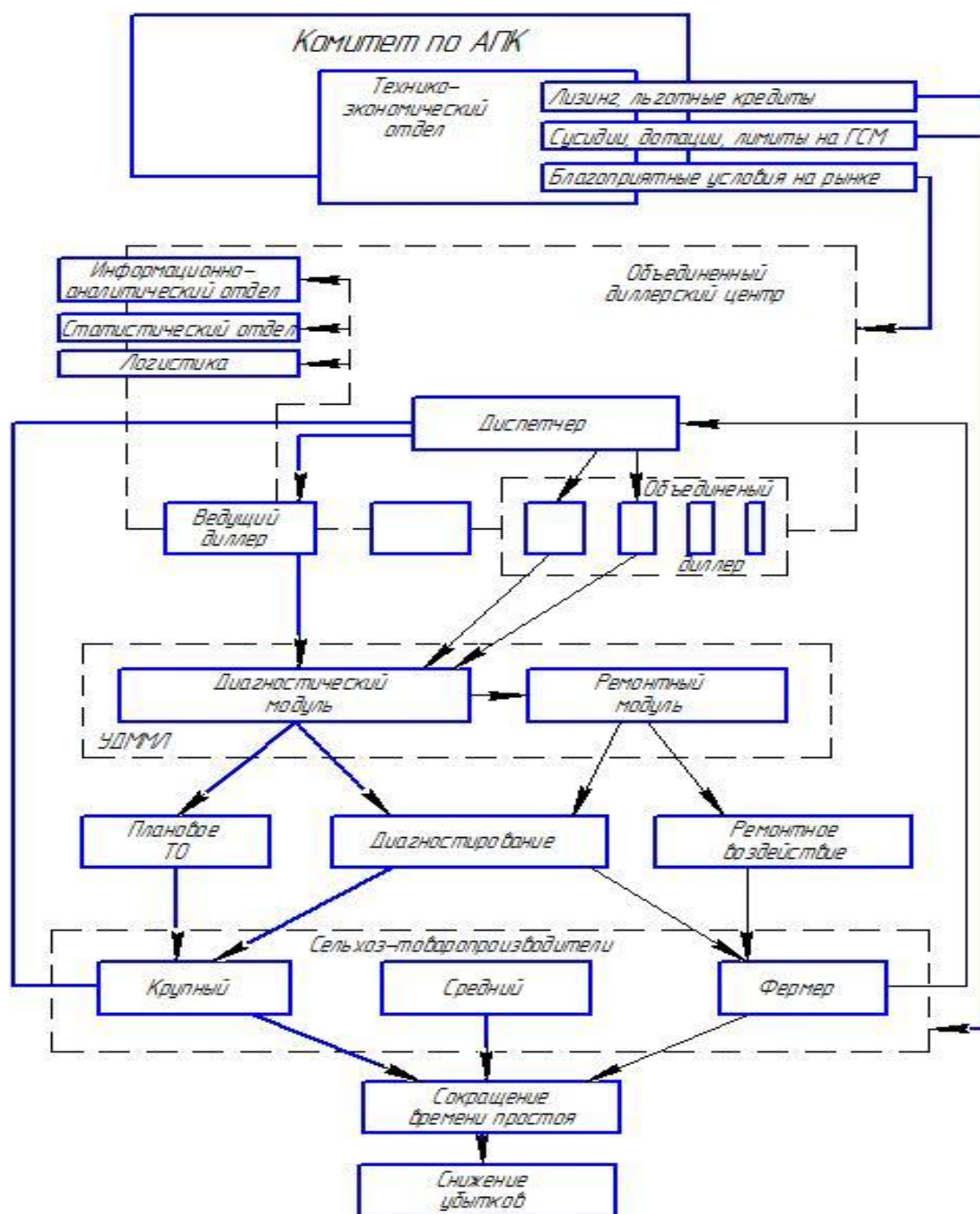


Рисунок 4.2 - Организационная структура технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин

В предложенной организации технического сервиса необходимо участие областного управления сельского хозяйства, которое должно координировать деятельность предприятий технического сервиса, осуществлять надзор за деятельностью сельскохозяйственных товаропроизводителей, планировать и выдавать лимиты на GSM и т.д. Районное управление сельского хозяйства

должно также осуществлять и техническую политику в сфере производства сельскохозяйственной продукции.

В предлагаемой организации технического сервиса исключаются посредники между сервисным центром и владельцем сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин. Для технического сервиса имеется соответствующее материально-техническое оснащение прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа.

Такая форма обслуживания выгодна как для крупных, так и для более мелких фермерских хозяйств. Целесообразно также предусмотреть ремонт сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин вторичного рынка и их продажу по сниженным тарифам и ценам после окончания и до начала полевых работ. Это, в целом, положительно повлияет на объемы продаж, позволит более равномерно загрузить разработанный прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа.

При выполнении этих условий сервисным центром и хозяйством между ними заключается договор на проведение работ по диагностированию, техническому обслуживанию и ремонту сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин.

Предлагаемая нами организация технического сервиса должна начинаться с правильности подбора сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, узлов и агрегатов к ним и определения оптимальной комплектации. Правильный выбор сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин для специализированного производства сельскохозяйственной продукции еще до покупки позволит исключить многомарочность. Наличие однотипных сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин позволит иметь и использовать единое программное обеспечение, включая диагностическое оборудование и специальные приспособления, и при последующей их эксплуатации позволит сократить количество расходных материалов и запасных частей.

На основании статистических данных по отказам сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин определяется необходимость наличия запасных частей и агрегатов для обеспечения бесперебойной работы сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин на сезон. Перед поставкой запасных частей и оборудования для сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин всегда будет планироваться массовое плановое техническое обслуживание сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин перед посевной и по завершении сельскохозяйственных работ, а также возможность комплектации прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта расходными материалами для конкретных сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин. К однотипным сложным самоходным и прицепным сельскохозяйственным машинам проще подобрать комплектующие и запасные части, а так же расходные материалы для обслуживания и ремонта мобильной сельскохозяйственной техники.

Предлагаемый прицепной агрегат технического обслуживания для ремонта и технического обслуживания на базе автомобильного прицепа обладает как универсальностью и мобильностью.

Разработанный нами прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа имеет универсальный комплект диагностического оборудования с соответствующим программным обеспечением для основных типов эксплуатируемых сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, а также дополнительное оборудование и приспособления. С помощью разработанной прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта можно проводить диагностирование и техническое обслуживание зарубежных и отечественных сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин.

Использование агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа позволит:

- установить (технические, регулировочные, параметры состояния и др.) параметры сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин;
- обработать результаты диагностирования сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин;
- сравнить полученные данные с допустимыми значениями параметров;
- оценить техническое состояние сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин и его составных частей;
- зафиксировать количественные параметры и качественные признаки технического состояния сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин и его составных частей;
- выявить остаточный ресурс сборочных единиц и агрегатов сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины;
- назначить виды технического воздействия и сроки их проведения;
- восстановить уровень параметров технического состояния сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины до нормируемого уровня.

Разработанный прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа состоит из двух модулей: диагностического и ремонтно-обслуживающего. Диагностический модуль предназначен для проведения диагностирования и планового технического обслуживания. Ремонтно-обслуживающий модуль используется при проведении ремонтно-обслуживающих работ и при аварийных отказах сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин в полевых условиях.

На примере одного из маршрутов предлагается организация технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа.

Оптимизация маршрута позволяет выбрать оптимальное расположение прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа, и изображена на рисунке 4.3. Такое расположение позво-

лит оперативно и с наименьшими затратами решать вопросы распределения и реализации заявок на проведение технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин сельскохозяйственного предприятия.

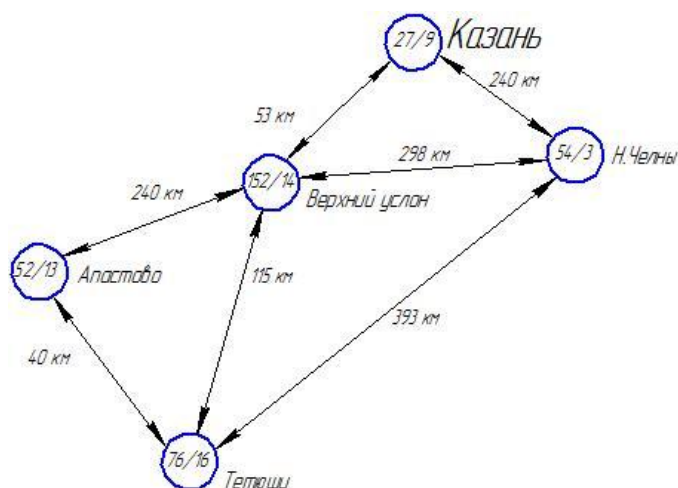


Рисунок 4.3 - Оптимизация применения прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа на выбранном маршруте

При организации технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин смешанного парка важное значение имеет выбор и принятие организационного решения. С точки зрения экономической целесообразности оптимизировать радиус транспортировки сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины на пункт постоянной дислокации или обслужить в поле с помощью прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа возможно при следующих вариантах:

1. Сложная сельскохозяйственная машина или посевной агрегат исправен, но не работоспособен. В этом случае информация о его техническом состоянии передается диспетчеру, а сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины перегоняется на пункт постоянной дислокации, где восстанавливается его работоспособность своими силами или с привлечением нашей. Затраты складываются из затрат на перегон сложных самоход-

ных прицепных сельскохозяйственных машин своим ходом, затрат от переезда пункта технического обслуживания и ремонта к месту дислокации, его развертывания и устранения неисправностей.

2. Сложная сельскохозяйственная машина или посевной агрегат не исправен и не работоспособен, не может самостоятельно перемещаться. В этом случае информация о его техническом состоянии передается диспетчеру, а сложная сельскохозяйственная машина или посевной агрегат необходимо транспортировать при помощи спецтранспорта на пункт постоянной дислокации. При этом затраты складываются из заказа и времени ожидания спецтранспорта, погрузки, транспортировки, разгрузки, что в конечном итоге увеличивает простой сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины. В этом случае восстановление работоспособности происходит с привлечением прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа. Суммарные затраты складываются из предыдущих затрат, затрат от переезда АСП-1 к месту дислокации, ее развертывания, диагностирования и устранения неисправностей.

3. В случае, когда сложная сельскохозяйственная машина или посевной экономически не целесообразно транспортировать на пункт постоянной дислокации, возможно диагностирование сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины и устранение неисправностей в полевых условиях на месте. Затраты складываются из затрат от переезда прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта АСП-1 к месту дислокации, ее развертывания, диагностирования и устранения неисправностей.

Вариант принятия организационного решения рассмотрен на примере одного из маршрутов.

С использованием математического аппарата [94], представленного в разделе 2.2 определено, что оптимальный радиус перемещения АСП-1 в составе модуля технического сервиса по маршруту составляет $R_{с.}^{opt} = 83$ км

4.2 Технология технического обслуживания сельскохозяйственных машин в полевых условиях с использованием разработанного прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта машин.

В современных сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машинах зарубежного и отечественного производства встроены бортовые системы диагностирования, которые позволяют электронным системам сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин обеспечивать следующие функции:

- анализ состояния и управление работой двигателя;
- анализ состояния и управление работой трансмиссии;
- анализ состояния и управление системой безопасности при эксплуатации сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин
- самодиагностика электронных систем управления;
- климат-контроля в кабине оператора;
- навигации, связи и других устройств.

Определение технического состояния зарубежных сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, находящихся на гарантийном обслуживании, осуществляется путем самодиагностирования с передачей информационных данных посредством навигационной спутниковой системы через диспетчера дилеру.

Техническое обслуживание и ремонт сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины в послегарантийный период по желанию покупателя должны осуществляться по принципу планового и заявочного обслуживания.

Комплексное диагностирование сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины и одновременно прицепного сельскохозяйственного агрегата выполняется с помощью прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта [75] путем подключения к диагностическому оборудованию показано на рисунке 4.4. Стационарное технологическое оборудование имеет выход в коммуникационный шкаф, расположенный под днищем

прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта. На барабанах коммуникационного шкафа имеются удлинители, которые позволяют прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта подключиться к диагностируемой самоходной машине.

Специалист-диагност определяет техническое состояние сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины с помощью универсального тестера, корректирует и передает информацию на персональный компьютер в виде визуального изображения с возможностью распечатывания информации с последующими действиями.

Если производится проверка только конкретного устройства (например, блока управления топливного насоса или подвески) тестер или сканер подсоединяется непосредственно к штепсельному разъему агрегата через специальные адаптеры.

Заявочное обслуживание проводится в случаях аварийного выхода из строя сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины при выполнении полевых работ. При этом сигнал об аварийном выходе из строя поступает в информационный отдел сервисного центра и на персональный компьютер.

Блок-схемы технологии диагностирования параметров сложной самоходной техники на основании организационно-технических мероприятий выполнены с учетом рекомендаций [14] и представлены на рисунках 4.5 - 4.6.

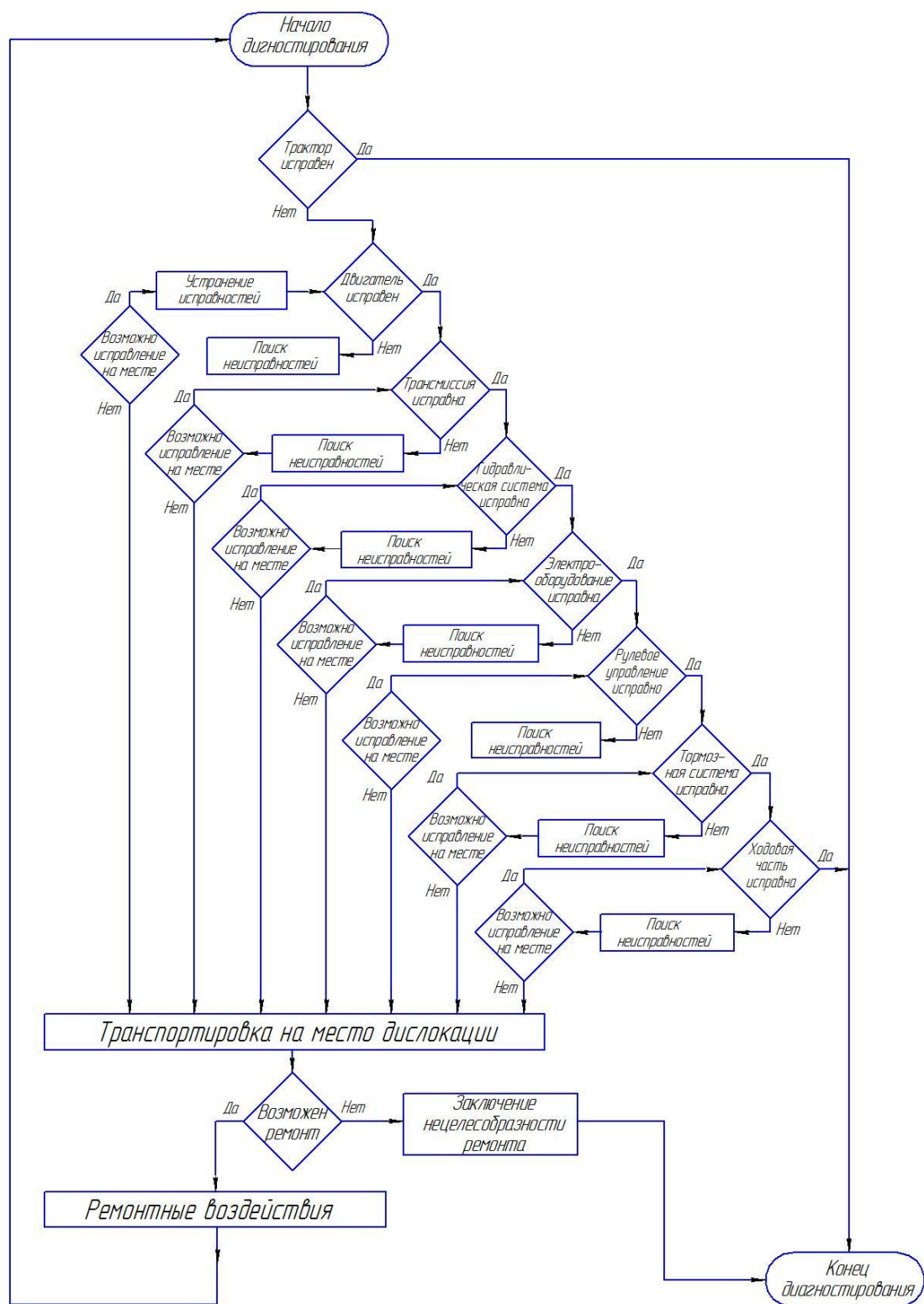


Рисунок 4.4- Блок-схема технологии диагностирования сложных самоходных машин.

Нами предлагается последовательность проведения контрольно- диагностических операций при технологии диагностирования двигателя в целом (рисунок 4.5). В этом случае при диагностировании техническое состояние двигателя определяется по нескольким диагностическим параметрам, которые позволят углубленно проверить состояние всех сборочных единиц, систем и механизмов: систем питания, смазки, топлива и др., трансмиссии, гидравлики, электрооборудования и т.д. В результате измерения обобщенных параметров выявляем, исправна система (агрегат, механизм) или нет. В первом случае диагностирование прекращаем, во втором продолжаем до момента выяснения места и причины неисправности. Неисправность определяем очередной пошаговой проверкой диагностических параметров. Определив неисправность двигателя (механизма), принимаем решение об устранении неисправности на месте. Если устранение неисправности возможно, устраняем, затем проверяем и вновь возвращаемся к последовательному диагностированию и проверке состояния других систем и механизмов. Если устранение невозможно, сложная самоходная сельскохозяйственная машина транспортируется на место дислокации для проведения ремонтных воздействий. В этом случае, если по заключении комиссии ремонт возможен, проводятся ремонтные воздействия и устраняется отказ. Если по заключении комиссии ремонт не целесообразен, принимается решение о замене двигателя (агрегата, механизма).

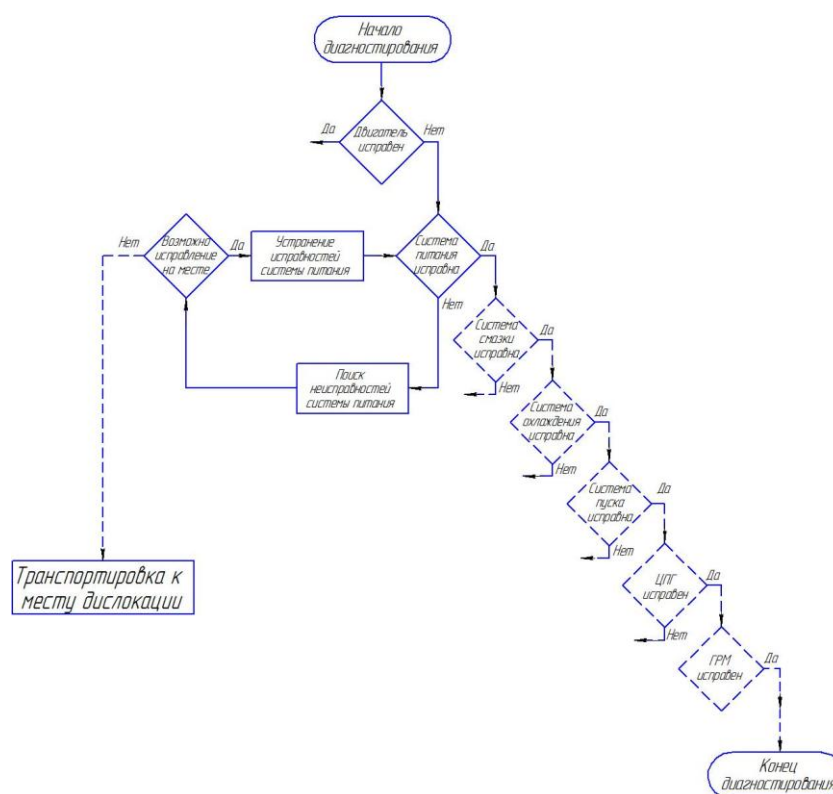


Рисунок 4.5 - Блок-схема технологии диагностирования системы питания сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной техники.

При диагностировании системы питания (рисунок 4.6) измеряем все её технические параметры: угол опережения впрыскивания топлива, давление впрыскивания и качество распыливания топлива форсункой и др. В результате измерения параметров выявляем, исправна система питания или нет. В первом случае диагностирование прекращаем, во втором продолжаем до момента выяснения места и причины неисправности. Неисправность определяем очередной пошаговой проверкой диагностических параметров системы питания. Определив неисправность в системе питания, принимаем решение об устранении неисправности на месте. Если устранение возможно, устраняем, затем проверяем и вновь возвращаемся к последовательному диагностированию параметров и проверке системы питания. Если устранение невозможно, сложная самоходная сельскохозяйственная машина транспортируется на место дислокации для проведения ремонтных воздействий.

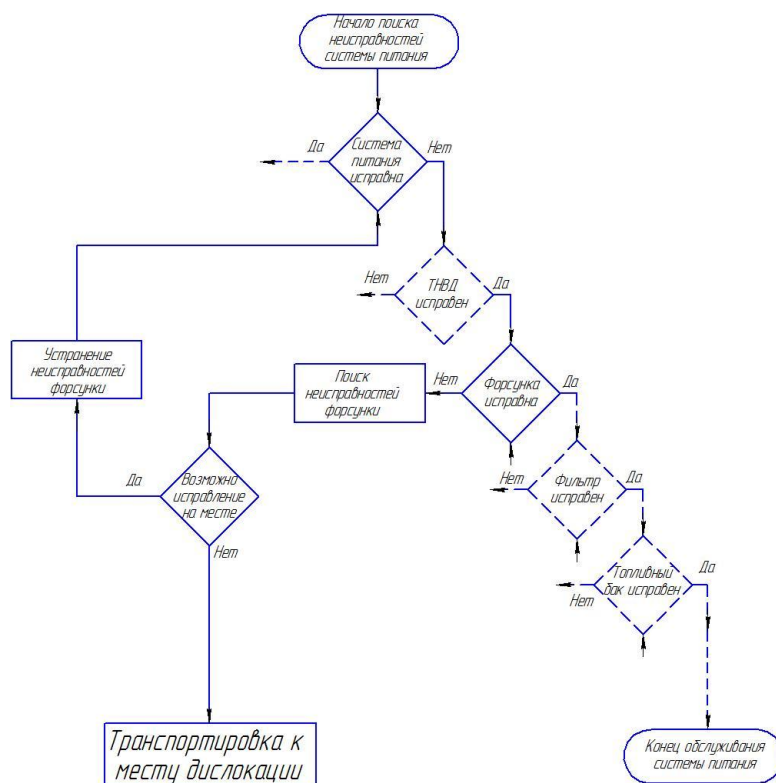


Рисунок 4.6 - Блок-схема технологии диагностирования форсунки

При диагностировании форсунки и обнаружении неисправности поступаем аналогичным образом, как и в случае диагностирования двигателя в целом и системы питания в частности.

Эксперимент показал, что разработанная нами технология диагностирования сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины и посевные комплексы и его механизмов и систем позволяет сократить время простоя сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины и посевных агрегатов 6-8 раз. Это особенно важно при проведении весенне-полевых работ в сжатые агротехнические сроки, где простой одного сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины может соответствовать до 300 тыс. рублей в сутки [60].

Заявочное диагностирование по предлагаемой усовершенствованной организации технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин выполняется с помощью прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта, в которой большое число электронных управляющих систем позволяет определять работоспособность агрегатов и

узлов сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины, анализировать техническое состояние сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины и обмениваться информацией с сервисным центром в процессе работы.

Для проведения несложного ремонтного воздействия в полевых условиях АСП-1 располагается рядом с трактором. В созданных условиях возможно проведение ремонтных воздействий, например, замена топливного насоса, последующая регулировка и настройка всей топливной системы, после чего необходимо зафиксировать диагностические параметры в ЭБУ бортового компьютера сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины.

Для проведения более сложного ремонтного воздействия посевного агрегата в полевых условиях (например, ремонт ходовой системы с необходимостью снятия агрегата и невозможностью транспортирования сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины к месту дислокации) сервисный автомобиль 1 и прицепной агрегат технического обслуживания 3 располагаются согласно схеме. Ремонтная зона накрывается навесом 4. Ремонтный модуль 3 максимально оснащен ремонтным оборудованием для проведения сложного ремонта, а также поворотным краном-стрелой 5. Кран-стрела 5 применяется при монтажных демонтажных работах, перемещениях крупногабаритных агрегатов и т.д. При данной схеме организации ремонтной зоны сложное ремонтное воздействие оказывается на отдельный трактор (или сложную самоходную сельскохозяйственную машину), показана на рисунке 4.7.

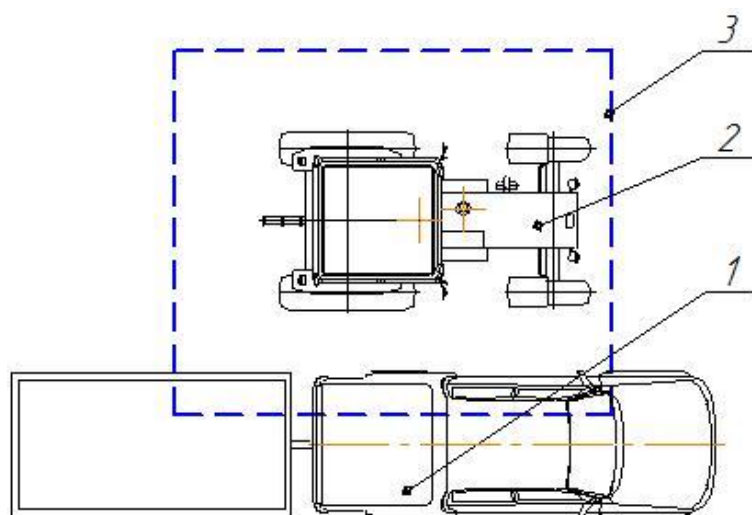


Рисунок 4.7 - Схема организации ремонтной зоны в полевых условиях:
1 – сервисный автомобиль; 2 - ремонтируемый трактор или сложная самоходная и прицепная сельскохозяйственная машины; 3–АСП-1

В тех случаях, когда комплексный сельскохозяйственный агрегат сложно или нецелесообразно демонтировать и вывозить на центральную базу хозяйства, разработанная технология позволяет проводить ремонтное воздействие в полевых условиях без разукomплектовывания агрегата. В этом случае схема организации ремонтной зоны представлена на рисунке 4.9. сервисный автомобиль 1 и прицепной сервисный агрегат 3 размещаются под углом 90 градусов. Ремонтная зона накрывается навесом (4) и устанавливается кран-стрела 5. Ремонтная зона организуется таким образом, чтобы вышедший из строя трактор или сложная самоходная сельскохозяйственная машина находились в данном секторе, показана на рисунке 4.8.

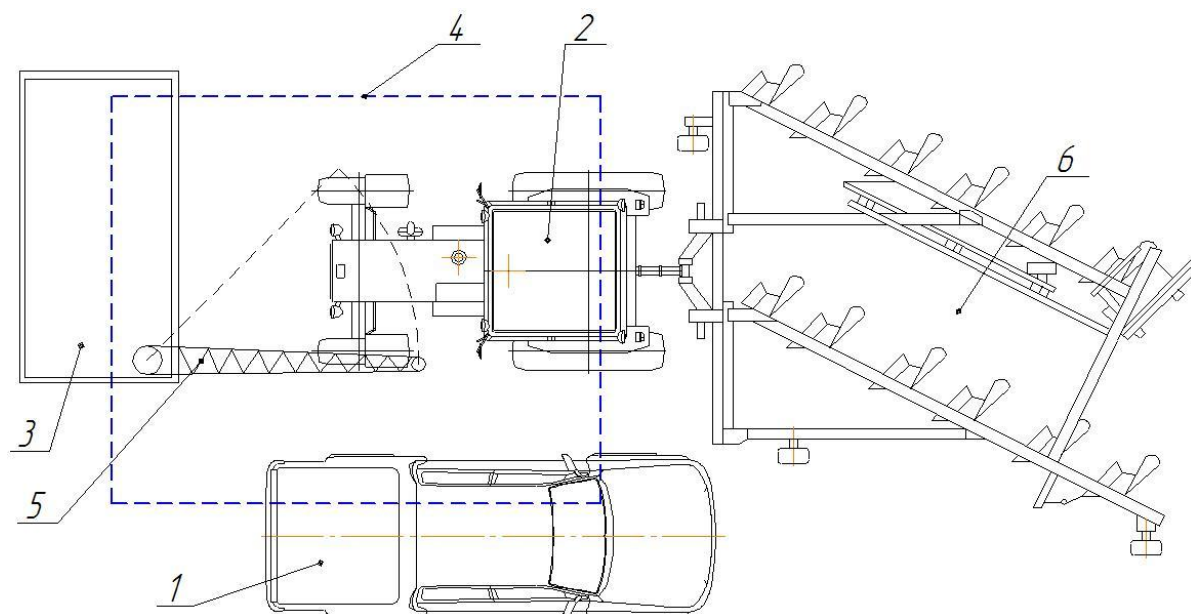


Рисунок 4.8 - Схема организации ремонтной зоны в полевых условиях: 1 –сервисный автомобиль; 2 - ремонтируемый трактор или сложная самоходная и прицепная сельскохозяйственная машины; 3 - АСП-1; 4 - навес; 5 - поворотный кран; 6 - комплексный сельскохозяйственный агрегат

По разработанной технологии все ремонтные воздействия в полевых условиях не нарушают требований технологичности изделий ГОСТ 14.205.

Результаты эксплуатационных испытаний диагностирования зерноуборочных комбайнов приведены в таблице 4.3

Таблица 4.3 - Результаты эксплуатационных исследований технологии диагностирования сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин отечественного производства

№ п/п	Действие	% от общего времени диагностирования	
		Типовая технология	Предлагаемая технология
1	Присоединение датчиков	41	35
2	Установка режима диагностирования и измерение диагностических параметров	26	22
3	Фиксация результатов	10	10
4	Подготовительно-заключительные операции	23	19
5	ИТОГО	100	86

Результаты эксплуатационных исследований технологии диагностирования сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин отечественного производства, отраженные в таблице 4.3, показывают, что по предлагаемой нами технологии время диагностирования сократится на 14 %.

Таблица 4.4 - Результаты эксплуатационных исследований технологии диагностирования кормоуборочных комбайнов.

№ п/п	Действие	% от общего времени диагностирования	
		Типовая технология	Предлагаемая технология
1	Подготовительно-заключительные операции	16	14
2	Установка режима диагностирования и измерение диагностических параметров	22	18
3	Корректирование диагностических параметров	12	14
4	Фиксация результатов	6	4
5	Устранение неисправностей	44	42
	ИТОГО	100	92

Результаты эксплуатационных исследований технологии диагностирования кормоуборочных комбайнов отраженные в таблице 4.4, показывают, что по предлагаемой нами технологии время диагностирования сократится на 8 %.

4.3 Выводы по четвертой главе

Предлагаемая система имеет существенные преимущества. Во-первых, в ней объединены: сервис, техническое обслуживание и диагностирование; во-вторых, с помощью предлагаемого прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта можно быстро и точно определять отказы сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин как в стационарных условиях, так и при выезде к месту проведения работ.

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИВОДСТВУ

5.1 Расчёт массы и стоимости конструкции прицепного агрегата ТО и Р

Масса конструкции определяется по формуле: (5.1)

$$G = (G_k + G_r) \cdot K$$

где G_k – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_r – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K=1,05 \dots 1,15$).

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Расчёт массы сконструированных деталей

№ пп	Наименование деталей.	Объём деталей, см ³ .	Удельный вес, кг/дм ³	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	Рама	14,03	0,78	11	1	11
2	Стелаж малый	3,92	1,78	7	1	7
3	Стелаж большой	3,23	2,78	9	1	9
4	Щит распределительный	0,05	3,78	0,2	1	0,2
5	Стойки	0,21	4,78	1	4	4
6	Упоры	0,09	5,78	0,5	2	1
7	Емкость для воды	14,74	6,78	100	1	100
8	Бочка для масла	25,69	7,78	200	1	200
Итого:						332,2

Масса покупных деталей и цены на них представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Масса покупных деталей и цены

№ пп	Наименование деталей	Количество	Масса, кг		Цены, руб	
			Одной	Всего	Одной	Всего
1	Генератор бензиновый	1	31	31	35000	35000
2	Компрессор	1	12	12	15000	15000
3	Моечный аппарат	1	13	13	10000	10000
4	Набор механизатор	1	12	12	55000	55000
5	Насос ручной	1	2	2	4000	4000
6	Сварочный аппарат	1	2	2	5000	5000
7	Кабель 50 метров	1	3	3	5000	5000
8	Прицеп МЗСА	1	225	225	70000	70000
9	Набор инструмент	1	8	8	5000	5000
Итого:			308,0		204000	

Определим массу конструкции по формуле 5.1, подставив значения из таблиц 5.1 и 5.2:

$$G = (332 + 308) \cdot 1,15 = 736 \text{ кг}$$

Определение балансовой стоимости новой конструкции производится на основе сопоставления ее отдельных параметров по расчетно-конструктивному способу с использованием среднеотраслевых нормативов затрат на 1 кг. массы:

(5.2)

$$C_{\bar{o}} = [G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_m) + C_{\text{пд}}] \cdot K_{\text{нац}}$$

где G_k – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

C_3 – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб. ($C_3=0,7 \dots 4,95$);

E – коэффициент измерения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска (так как конструкция является штучным производством, принимаем $E=2,5$);

C_m – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг. ($C_m=1,68 \dots 4,65$);

$C_{\text{пд}}$ – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб.;

$K_{\text{нац}}$ – коэффициент, учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости ($K_{\text{нац}} = 1,15 \dots 1,4$).

$$C_{\bar{o}} = (332 \cdot (4,50 \cdot 2,50 + 4,50) + 204000) \cdot 1,40 = 292925 \text{ руб.}$$

5.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, приведём исходные данные (см. таблицу 5.3)

Таблица 5.3 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
Масса конструкции, кг	736	749
Балансовая стоимость, руб.	292925	316000
Потребляемая мощность, кВт	2,3	2,5
Часовая производительность, ед/ч	1,3	0,9
Количество обслуживающего персонала,	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	210	210
Норма амортизации, %	14	14
Норма затрат на ремонт ТО, %	17	17
Годовая загрузка конструкции, ч	700	700

С помощью этих данных рассчитываются технико-экономические показатели эффективности конструкции, и дается их сравнение.

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

(5.3)

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_e}{W_z}$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – часовая производительность конструкции; ед./ч.

Подставив значения в формулу (5.3) получим:

$$\mathfrak{E}_{e0} = \frac{2,5}{0,9} = 2,78 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед}$$

$$\mathfrak{E}_{e1} = \frac{2,3}{1,3} = 1,77 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} \quad (5.4)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{\text{год}}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{\text{сл}}$ – срок службы конструкции, лет.

$$M_{e0} = \frac{749}{0,9 \cdot 700 \cdot 3} = 0,3963 \text{ кг/ед.}$$

$$M_{e1} = \frac{736}{1,3 \cdot 700 \cdot 3} = 0,2697 \text{ кг/ед.}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{\text{год}}} \quad (5.5)$$

где C_6 – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{316000}{0,9 \cdot 700} = 501,59 \text{ руб/ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{292925}{1,3 \cdot 700} = 321,9 \text{ руб/ед.}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z} \quad (5.6)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{0,9} = 1,1111 \text{ чел ч/ед}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{1,3} = 0,7692 \text{ чел ч/ед}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_3 + C_{\text{рто}} + A \quad (5.7)$$

где $C_{\text{зп}}$ – затраты на оплату труда, руб/ед;

$C_{\text{рто}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/ед;

C_3 – затраты на электроэнергию, руб/ед;

A – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e \quad (5.8)$$

где Z – часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{зп0} = 210 \cdot 1,1111 = 233,33 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{зп1} = 210 \cdot 0,7692 = 161,54 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ТСМ определяют по формуле:

$$C_{э} = Эе \cdot Ц_{тсм} ; \quad (5.9)$$

где $Ц_{тсм}$ - комплексная цена за топливо, руб./литр.

$$C_{э0} = 43 \cdot 2,78 = 119,44 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{э0} = 43 \cdot 1,77 = 76,08 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{рто} = \frac{C_{б} \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{год}} \quad (5.10)$$

где $H_{рто}$ - суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{рто0} = \frac{316000 \cdot 17}{100 \cdot 0,9 \cdot 700} = 85,27 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{рто1} = \frac{292925 \cdot 17}{100 \cdot 1 \cdot 700} = 54,722 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_{б} \cdot a}{100 \cdot W_{ч} \cdot T_{год}} \quad (5.11)$$

где a - норма амортизации, %.

$$A_0 = \frac{316000 \cdot 14}{100 \cdot 0,9 \cdot 700} = 70,222 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{292925 \cdot 14}{100 \cdot 1,3 \cdot 700} = 45,065 \text{ руб./ед.}$$

Полученные значения подставим в формулу 5.7:

$$S_0 = 233,33 + 119,44 + 85,27 + 70,222 = 508,27 \text{ руб./ед.}$$

$$S_1 = 161,54 + 76,08 + 54,722 + 45,065 = 337 \text{ руб./ед.}$$

Приведённые затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}} = S + E_{\text{н}} \cdot k \quad (5.12)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_{\text{н}} = 0,1$);

$F_{\text{е}}$ – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 508,27 + 0,1 \cdot 501,59 = 558,43 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 337,40 + 0,1 \cdot 321,9 = 369,59 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (5.13)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (508,27 - 337,40) \cdot 1,3 \cdot 700 = 155489 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (5.14)$$

$$E_{\text{год}} = (558,43 - 369,59) \cdot 1,3 \cdot 700 = 171841 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{б}1}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (5.15)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{292925}{155489} = 1,8839 \text{ лет}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} \quad (5.16)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{155489}{292925} = 0,53$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	Часовая производительность, ед/ч	0,9	1,3	144
2	Фондоёмкость процесса, руб./ед	501,5873	321,8956	64
3	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	2,7778	1,7692	64
4	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,3963	0,2697	68
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/ед.	1,1111	0,7692	69
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	508,27	337,40	66
7	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	558,43	369,59	66
8	Годовая экономия, руб./ед.	155488,80		
9	Годовой экономический эффект, руб.	171840,75		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	1,88		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,53		

Как видно из таблицы 5.4 спроектированная конструкция является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: 1,88 года, и коэффициент эффективности равен 0,53

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	Часовая производительность, ед/ч	0,9	1,3	144
2	Фондоёмкость процесса, руб./ед	501,5873	321,8956	64
3	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	2,7778	1,7692	64
4	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,3963	0,2697	68
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/ед.	1,1111	0,7692	69
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	508,27	337,40	66
7	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	558,43	369,59	66
8	Годовая экономия, руб./ед.	155488,80		
9	Годовой экономический эффект, руб.	171840,75		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	1,88		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,53		

Как видно из таблицы 5.4 спроектированная конструкция является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: 1,88 года, и коэффициент эффективности равен 0,53

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Проведено расчетно-теоретическое обоснование и предложена усовершенствованная организация технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа Асп-1. Для обоснования усовершенствования организации технического сервиса выявлены закономерности изменения технического состояния сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин. Отказы зерноуборочных комбайнов вторичного рынка, вызванные нормальным их износом, составили 16,8 % от общего числа неисправностей. Основной причиной отказов (более 80 %) явилось нарушение правил и условий эксплуатации сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин.

2. Оптимальный радиус перемещения прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа АСП- составил 83 км при средней себестоимости сервисного обслуживания 4,2 тыс. руб./ч. на одну сложную самоходную и прицепную сельскохозяйственную машину.

3. Проведено теоретическое обоснование трудоемкости диагностирования сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа АСП-1, которая в состоянии обслужить 20...30 заявок.

4. Оптимизирована загрузка прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта, при этом её пропускная способность составила 10-12 сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин в сутки при длине очереди около двух единиц техники.

5. Разработанная методика экспериментальных исследований усовершенствованной организации технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин показала, что количественный и качественный состав, разномарочность, конструкторские особенности сложных

самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, большие территориальные зоны обслуживания, неравномерная годовая загрузка сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин и обусловили специфику технического сервиса. Для проведения экспериментальных исследований изготовлен прицепной агрегат технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа и оснащенный ремонтным диагностическим и технологическим оборудованием.

6. Проведены экспериментальные исследования усовершенствованной организации технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин. Предложена организационная структура технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин смешанного на базе районного управления сельского хозяйства с объединенным дилерским центром. Эффективность предложенной организации технического сервиса определена оперативностью и качеством проведения диагностирования и технического обслуживания и ремонта сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин смешанного парка и позволила сократить неоправданные простои сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин во время их активной эксплуатации.

7. Разработанная технология диагностирования сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин и сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин вторичного рынка с использованием прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта позволила проводить диагностирование, техническое обслуживание и ремонтные воздействия в полевых условиях без перемещения сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины своим ходом на центральную ремонтную базу и без разукomплектовывания сельскохозяйственного комплексного агрегата.

8. При среднем расстоянии перегона сложные самоходные и прицепные сельскохозяйственные машины более 5 км экономически выгоднее проводить вышеуказанные работы в полевых условиях. Разработанная технология

диагностирования позволила сократить время простоя сложной самоходной и прицепной сельскохозяйственной машины в 6-8 раз. Это особенно важно при проведении весенне-полевых работ в сжатые агротехнические сроки, где простой одного посевного комплекса составляет около 300 тыс. рублей в сутки.

9. Результаты эксплуатационных исследований технологии диагностирования сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин отечественного производства показали, что по предлагаемой технологии время диагностирования сокращается на 14 %, а сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин зарубежного производства - на 8 %.

10. Экономические расчеты показали, что организация технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин с использованием прицепа агрегата технического обслуживания и ремонта на базе автомобильного прицепа АСП-1 позволит снизить уровень эксплуатационных затрат на 34 % трудоемкость процесса технического обслуживания и ремонта в полевых условиях на 31%, получить годовой экономический эффект от внедрения в размере 171840 рублей, при сроке окупаемости капитальных вложений менее двух лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1.Аллилуев В.А. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка / В.А.Аллилуев, А.Д.Ананьин, В.М.Михлин - М.: Агропромиздат, 1991. - 367 с.
- 2.Анализ эффективности выполняемых услуг ремонтно-техническими предприятиями: Аналитическая Справка / И.Г.Голубев, В.Д.Митракова - ФГНУ «Росинформагротех», 2016. - 31 с.
- 3.Ананьин А.Д. Диагностика и техническое обслуживание машин / А.Д.Ананьин, В.М.Михлин и др. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 432 с.
- 4.Баженов С.П. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин / С.П.Баженов, С.В.Носов и др. - М.: Издательский центр «Академия», 2005.-336 с.
- 5.Варнаков В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения / В.В.Варнаков, В.В.Стрельцов, В.Н.Попов и др. - М.: Колос, 2004. - 253 с.
- 6.Гаврилов К.Л. Тракторы и сельскохозяйственные машины иностранного и отечественного производства: устройство, диагностика и ремонт / К.Л.Гаврилов - М.: Колос, 2015. - 252 с.
- 7.ГОСТ 25866 - 83. Эксплуатация техники. Термины и определения.
- 8.ГОСТ 24055 - 88. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. Общие положения.
- 9.ГОСТ 27.002 - 89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
- 10.ГОСТ 18322 - 78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения.
- 11.ГОСТ 24026 - 80. Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения.

12.ГОСТ 24314 - 80 Э. Приборы электронные измерительные. Термины и определения. Способы выражения погрешности и общие условия испытаний.

13.ГОСТ 24925 - 81. Техническая диагностика. Тракторы. Приспособленность к диагностированию. Общие технические требования.

14.ГОСТ 25176-82. Техническая диагностика. Средства диагностирования автомобилей, сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин, строительных и дорожных машин. Классификация. Общие технические требования.

15.ГОСТ РД 50-690-89. Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным.

16.Дунаев А.П. Комплексное обслуживание по фактическому состоянию транспортных средств. Передовой производственный опыт и научно-технические достижения, рекомендуемые на автомобильном транспорте, выпуск 4-5. М.: Информавтотранс, 1994. - с.40-54

17.Ежевский А.А. О направлениях повышения уровня технической базы села. Научно-технический прогресс в АПК России - стратегия машинно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции на период до 2010 года / Материалы сессии Россельхозакадемии. - М.; 2004. - С. 71-73.

18.Кушнарев Л.И. Проблемы и направления развития системы технического сервиса в АПК / Материалы международной научно-практической конференции - М.; МГАУ, 2012. С 7-13.

19.Лачуга Ю.Ф. Стратегия машинно-технологического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции / Техника в сельском хозяйстве. - 2004. № 1. - С. 3-7.

20.Любимов С.В. Концепция организации технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин вторичного рынка / С.В.Любимов, А.П.Картошкин - СПб.; Известия СПбГАУ, 2011. - С. 442-446.

21.Любимов С.В. Расчетно-теоретическое обоснование организации технического сервиса сложных самоходных и прицепных сельскохозяйственных машин смешанного парка рынка / С.В.Любимов / - СПб.; Известия СПбГАУ, 2012. - С. 85-99.

22.Любимов С.В. Анализ состояния технического обслуживания и диагностирования автотракторной и сельскохозяйственной техники отечественного и зарубежного производства в современных условиях / С.В.Любимов, А.П.Картошкин - СПб.; Материалы международной научно-технической конференции, 2008. - С. 279-284.

23.Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. Ч.П. Нормативно-справочные материалы. - М.: Минсельхозпрод РФ, 1998.

24.Пучин Е.А. Средства технологического оснащения в системе технического сервиса АПК / Е.А.Пучин, О.Н.Дидманидзе - М.: УМЦ «Триада», 2003.-100 с.

25.Развитие техничееског сервиса в АПК: Аналитическая Справка / ФГНУ «Росинформагротех», 2005. - 10 с.

26.Северный А.Э. Основные положения концепции технического сервиса в АПК России на период до 2020 года / МТС. - 2014. - №1 - С. 5-8.

27.Черноиванов В.И. Концепция развития технического сервиса в АПК России до 2020 года. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2014. - 197 с.

28.Черноиванов В.И. Вопросы технического сервиса / Сельскохозяйственная техника. Обслуживание и ремонт. - 2005. №7. С. 11-14.

Инструментальный набор прицепного агрегата технического обслуживания и ремонта АСП-1на базе автомобильного прицепа

Наименование	Наименование
Плоскогубцы	Тиски
Молоток 1 кг	Струбцина или фиксируемые клещи
Набор отверток с плоским жалом 3 разных размера	Ключ для маслянных фильтров
Набор отверток крестообразных 3 разных размера	Монтажка
Съемники стопорных колец (внешних и внутренних)	Разводной ключ
"-образные шестигранные ключи от 2 до 10 мм	Шприц нагнетатель пластичной смазки
Переходник квадрат 1/2-1/4 дюйма	Стропы матерчатые
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 7	Набор метчиков и плашек (метрический и дюймовый)
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 8	Мультиметр цифровой и набор диагностических щупов
	Манометр (рекомендуется цифровой с 3-мя разными датчиками давления). Если используется цифровой манометр, обязательно наличие трех разных типов датчиков давления.
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 9	Соединительная муфта JT03437 - 2 шт.
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 10	Electrical service kit JT07195B
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 11	Electrical connection service kit JDG10466
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 12	O-ring kit AG AR73S00
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 13	O-ring kit FLAT surface AT85197
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 14	O-ring kit A/C TY15939
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 15	Электронный каталог запчастей PM Pro
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 16	Динамометрический ключ до 100 Нм
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 17	Динамометрический ключ до 300 Нм
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 18	Динамометрический ключ до 800 Нм или до 300 Нм + мультипликатор
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 19	Набор щупов для регулировки клапанов (метрический и дюймовый)
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 20	Набор шестигранных ключей Г-образных дюймовых (5/64 - 3/8)
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 21	Зеркало на удлинителе
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 22	Фонарик
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 23	Пинцет
Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 24	Молоток мягкий
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 10	Набор головок к динамометрическому ключу 800 нм и удлинитель
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 11	Гибкий цанговый зазисш или штанга магнитная
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 12	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 5/16
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 13	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 3/8
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 14	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 7/16
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 15	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 1/2
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 16	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 9/16
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 17	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 5/8
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 18	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 11/16
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 19	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 3/4
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 20	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 13/16
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 21	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 7/8
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 22	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 15/16
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 23	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 1"
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 24	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 1-1/16
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 27	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 1-1/8
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 30	Ключ комбинированный (рожковый+накидной) 1-1/4
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 32	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 5/16
Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 34	

Удлинитель 50 и 125 мм , 1/2 дюйма	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 3/8
Трещотка, квадрат 1/2 дюйма	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 7/16
Кардан шарнирный 1/2 дюйма	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 1/2
Срывной рычаг, квадрат 1/2 дюйма	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 9/16
Головка квадрат 1/4 дюйма, размер 8	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 5/8
Головка квадрат 1/4 дюйма, размер 9	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 11/16
Головка квадрат 1/4 дюйма, размер 10	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 3/4
Головка квадрат 1/4 дюйма, размер 11	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 13/16
Головка квадрат 1/4 дюйма, размер 12	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 7/8
Головка квадрат 1/4 дюйма, размер 13	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 15/16
Головка квадрат 1/4 дюйма, размер 14	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 1"
Удлинитель 50 и 125 мм , 1/4 дюйма	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 1-1/16
Трещотка, квадрат 1/4 дюйма	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 1-1/8
Кардан шарнирный 1/4 дюйма	Головка квадрат 1/2 дюйма, размер 1-1/4
Срывной рычаг, квадрат 1/4 дюйма ~	Головка квадрат 1/4 дюйма, размер 5/16
Набор бит ТСЖХ	Головка квадрат 1/4 дюйма, размер 3/8
Набор выколоток	Головка квадрат 1/4 дюйма, размер 7/16
Зубило	Головка квадрат 1/4 дюйма, размер 1/2
Ножовка по металлу	Головка квадрат 1/4 дюйма, размер 9/16
Набор напильников	Головка квадрат 1 1/4 дюйма, размер 5/8
Штангенциркуль	А тате:
Мерная рулетка	Соединительный комплект для связи Service Advisor с техникой (PDM/EDL/EDL v.2) (SA1000) Электронный каталог запчастей PM Pro