

**В.Н. Хабардин**

**ПРОБЛЕМЫ И КОНЦЕПЦИЯ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ  
МАШИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Монография**

**В.Н. Хабардин**

**ПРОБЛЕМЫ И КОНЦЕПЦИЯ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ  
МАШИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Монография**

Иркутск, 2020

ББК 40.72

А50

УДК 629.114.2.004.54

*Рецензенты:*

*А.П. Картошкин*, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Автомобили, тракторы и технический сервис» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»;

*С.Н. Кривцов*, доктор технических наук, профессор кафедры «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»;

*Я.М. Иваньо*, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Информатика и математическое моделирование» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского»;

*Л.А. Калинина*, доктор экономических наук, профессор, зав. кафедрой «Экономика и бухгалтерский учет в АПК» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского».

Хабардин В.Н. Проблемы и концепция технического обслуживания машин в сельском хозяйстве : монография / В.Н. Хабардин. - Иркутск: Изд-во ИрГАУ, 2020. - 128 с.

Изложены проблемы технического обслуживания машин в сельском хозяйстве. В качестве основных представлены проблемы ресурсосбережения и охраны окружающей среды. Дана классификация проблем в системе «человек-машина-среда», элементы которой выражены в аспекте качества. При этом учтены особенности использования машин в сельском хозяйстве, проанализированы стратегии и направления развития технического обслуживания машин. На основе анализа и обобщения проблем, а также стратегий и направлений развития сформулирована концепция технического обслуживания машин в сельском хозяйстве.

Работа предназначена для специалистов АПК, занимающихся эксплуатацией МТП и экономикой этой отрасли, созданием и выпуском новых машин для сельскохозяйственного производства, разработкой технологий и средств технического обслуживания машин, а также для научных специалистов, аспирантов и студентов инженерных факультетов.

ISBN 978-5-91777-224-0

Табл. 14. Ил. 18. Библ. 145 наим.

© Хабардин В.Н., 2020 г.

© ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ.....	7
1.1 Природно-производственные особенности использования машин.....	7
1.2 Сезонная наработка машин как показатель их использования.....	10
1.3 Факторы, влияющие на процесс технического обслуживания машин.....	14
1.4 Проблема качества технического обслуживания машин в полевых условиях и его оценка.....	23
2 МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ПРОБЛЕМА РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ.....	28
2.1 Методы технического обслуживания и их описание.....	28
2.2 Анализ методов на предмет ресурсосбережения.....	31
3 СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, ПРОБЛЕМЫ ИХ ВЫБОРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	39
3.1 Состав средств технического обслуживания.....	39
3.2 Развитие рынка и проблема выбора средств.....	41
3.3 Проблемы использования средств.....	45
4 ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА БАЗЕ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.....	48
4.1 Особенности экспериментального исследования в связи с развитием рынка средств.....	49

4.2	Методика оценки технических решений на основе экспериментальных исследований.....	52
4.3	Методика оценки уровня технического совершенства средств на основе функции Харрингтона.....	56
5	ПРОБЛЕМА ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ МАШИН.....	59
5.1	Требования охраны окружающей среды и их исполнение на практике.....	59
5.2	Экологическая оценка технического обслуживания.....	65
6	СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН.....	73
6.1	Современные стратегии технического обслуживания машин.....	73
6.2	Анализ и обобщение научных исследований по проблемам технического обслуживания машин.....	86
6.2.1	Исследования по ресурсосбережению.....	87
6.2.2	Исследования по экологической безопасности.....	96
6.3	Направления развития технического обслуживания машин в современных условиях.....	100
7	КОНЦЕПЦИЯ – ОБОБЩЕНИЕ ПРОБЛЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН.....	104
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	108
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	114

## ВВЕДЕНИЕ

Современное сельскохозяйственное производство России является крупнейшим потребителем природных, людских, финансовых, энергетических и других материальных ресурсов, а также одним из главных загрязнителей окружающей среды.

В структуре себестоимости сельскохозяйственной продукции около 50 % - это затраты на эксплуатацию машинно-тракторного парка (МТП), из которых до 40 % приходится на техническое обслуживание (ТО) машин. Следовательно, обеспечение работоспособности МТП при минимальных затратах труда, материально-денежных средств и энергоресурсов является актуальной задачей, относящейся к проблеме ресурсосбережения.

При этом нужно иметь в виду, что ресурсосбережение при ТО машин, по крайней мере, имеет два основных аспекта.

*Первый аспект.* Практически каждая операция ТО проводится с использованием технических средств (ТС). Однако их применение носит противоречивый характер. С одной стороны ТС позволяют ускорить процесс ТО и, следовательно, сократить затраты труда на обслуживание, а с другой - они сами неизбежно становятся источниками дополнительных ресурсов (например, в виде затрат на их приобретение и эксплуатацию), потребляемых при ТО. Поэтому ресурсосбережение в данном аспекте понимается как эффективность применения ТС по назначению.

*Второй аспект.* В соответствии с правилами, изложенными в государственных стандартах на ТО, технология обслуживания машин может быть реализована только при применении одного из нескольких, уже существующих в науке и практике, методов: централизованный, децентрализованный и комбинированный. Следовательно, существует задача выбора наиболее приемлемого в рамках экономической целесообразности (ресурсосберегающего) метода ТО. Очевидно, что ресурсосбережение в этом аспекте есть эффективность применения выбранного метода обслуживания.

Далее. Наряду с ресурсосбережением имеется и другая не менее важная проблема – обеспечение экологической безопасности ТО. Так, процесс ТО в поле неизбежно сопровождается контактом с живой природой, что и создает эту проблему, которая обусловлена недостаточной надежностью устройств (их отказы неизбежны по объективным причинам), слабой приспособленностью машин к ТО в полевых условиях, несоответствием условий труда оператора в поле нормативным требованиям, а также ошибками, а нередко и низкой технической культурой оператора.

Ясно, что принимая во внимание эти проблемы, мы не должны забывать и о технической безопасности процесса ТО.

Отсюда, концепция ТО машин в сельском хозяйстве может быть сформулирована следующим образом: техническое обслуживание должно быть направлено на ресурсосбережение, техническую и экологическую безопасность при использовании машин по назначению, но при этом сам процесс обслуживания тоже должен быть ресурсосберегающим, технически и экологически безопасным.

В целом, настоящая работа посвящена проблемам ТО машин в сельском хозяйстве, а полученная концепция является всего лишь результатом их обобщения. Разумеется, что рассмотреть все проблемы, имеющиеся сегодня в литературе и практике, не представляется возможным. Поэтому в итоге они классифицированы в соответствии с известной системой ЧМС (также в порядке обобщения) на группы, к которым относятся: качество труда оператора, качество функционирования обслуживаемого объекта и средства обслуживания, а также условия труда оператора и функционирования технических средств.

Автор надеется, что выполненная работа окажется полезной для специалистов АПК, занимающихся эксплуатацией МТП и экономикой этой отрасли, созданием и выпуском новых машин, разработкой технологий и средств ТО машин, а также для научных специалистов, аспирантов и студентов инженерных факультетов.

# **1 ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПРОБЛЕМА КАЧЕСТВА ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

## **1.1 Природно-производственные особенности использования машин**

Под особенностями использования машин обычно понимают факторы или их совокупность, влияющие на процесс реализации потребительских свойств машины.

Изучение научно-исследовательских работ (НИР), научных трудов и практические наблюдения позволяют выделить следующие типичные (характерные) особенности использования машин в сельскохозяйственном производстве [132].

1. Сезонность сельскохозяйственного производства [34]. Она обуславливает напряженный весенне-летне-осенний (далее - для простоты изложения - весенне-летний) производственный период и соответственно - осенне-зимний период использования машин. Сезонные колебания напряженности процессов машиноиспользования объективны, поскольку связаны с агроклиматическими ресурсами или условиями (рис. 1.1), а именно - с возможностью возделывания сельскохозяйственных культур в соответствии с фазами развития растений и продолжительностью вегетационного периода.

2. Цикличность использования машин. В данном случае - это последовательность процессов использования машин, периодически повторяющихся в течение заданного промежутка времени. При этом цикл использования может быть ограничен выполнением совокупности полевых механизированных работ, например, в весенне-летний период или за год - сезонный и годовой циклы. Годовой цикл включает в себя весенне-летний и осенне-зимний периоды использования машин. В свою очередь сезонный цикл состоит из отдельных совокупностей работ, к которым





**Рисунок 1.1 – Природно-производственные периоды использования машин и их описание**

относятся: весенне-полевые работы (посевная кампания), уход за растениями, уборочный период. Каждая такая кампания еще может быть подразделена на отдельные виды работ - боронование, внесение удобрений, предпосевная культивация, посев. Наконец, каждая работа складывается из подготовки машин

к использованию (комплектования машинно-тракторных агрегатов, их технического и технологического обслуживания), рабочих процессов (технологических операций) и заключительных работ (разукомплектование агрегатов и подготовка машин к хранению). При этом при подготовке к работе машины выступают как предмет труда, в период работы - как орудие труда.

3. Срочность выполнения механизированных работ - проведение технологических операций в строго установленные и оптимальные сроки. Например, запаздывание с посевной яровых культур на 5 дней ведет к снижению урожайности до 3,3 ц/га [87].

4. Широкий спектр механизированных работ, что предопределяет многомарочный состав машинно-тракторного парка (МТП) и усложняет его эксплуатацию. Отечественная промышленность сегодня выпускает более 2000 наименований сельскохозяйственной техники.

5. Большая рассредоточенность мест работы машин.

6. Биологический характер сельскохозяйственного производства. Взаимодействие машин с живой природой - с почвой, с растениями, с конечной продукцией. Невосполнимость потерь продукции из-за прерывания технологического процесса - потери от простоев машин в период полевых работ.

7. Воздействие случайных природных факторов. К числу таких факторов относятся: погодные (метеорологические) условия, изменение физико-механических и технологических свойств обрабатываемых материалов и производственных условий (переувлажнение почвы, полегание хлебов, развитие болезней, сорняков, состояние дорог, плохая видимость из-за тумана и др.).

8. Высокие требования к экологической безопасности, обусловленные работой машин в поле, а также в связи с обеспечением экологической чистоты продукции.

9. Низкий уровень надежности и качества отечественной сельскохозяйственной техники [50]. Так, для отечественных тракторов наработка на отказ составляет 250...300 ч, по

техническим условиям - 600 ч, а зарубежные тракторы обеспечивают 800...1000 ч. Техническая готовность машинно-тракторных агрегатов ежегодно не превышает 70...80 %.

10. Влияние социально-экономических факторов: в России труд на селе по сей день считается унижительным и рабским, рыночные условия производства, постоянное удорожание техники, топливно-смазочных материалов и запасных частей, ремонтно-обслуживающих работ, а также дефицит механизаторских кадров.

Изложенные типичные особенности использования машин (п. 1-10) имеют преимущественно качественные характеристики. Однако на их основе представляется возможным найти количественные оценки. На рис. 1.1 они представлены в обобщенном виде.

## **1.2 Сезонная наработка машин как показатель их использования**

Нарботка - продолжительность функционирования изделия или объем выполненной им работы за некоторый промежуток времени [132]. Заметим, что аналогичное по звучанию слово «выработка» не соответствует по смыслу слову «наработка».

Сезонная наработка (по определению) - это объем работы, выполненной машиной за сезон. В данном случае - за весенне-летний или осенне-зимний период, либо за уборочный период, например, для комбайнов.

Найдем сезонную наработку  $w_c$  машины в функции от сезонного фонда рабочего времени  $\hat{o}_{\bar{N}}$  механизатора и коэффициента использования  $\alpha_{\bar{E}}$  по формуле

$$w_c = \hat{o}_{\bar{N}} \alpha_{\bar{E}}. \quad (1.1)$$

При этом

$$\hat{o}_{\bar{N}} = \hat{o}_i D_c, \quad (1.2)$$

где  $\hat{o}_i$  - нормативное время работы за смену;  $D_c$  - нормативное число рабочих дней за сезон.

Значение  $D_c$  найдем по формуле

$$D_c = N_i D_i , \quad (1.3)$$

где  $N_i$  - число месяцев за сезон;  $D_i$  - установленное число рабочих дней за месяц.

Коэффициент  $\alpha_{\dot{E}}$  представим в виде произведения:

$$\alpha_{\dot{E}} = \alpha_{\dot{E}} \alpha_{\dot{O}iB} \alpha_{\dot{O}} \alpha_i \alpha_{\dot{\lambda}} \alpha_i , \quad (1.4)$$

где  $\alpha$  с соответствующим подстрочным индексом - коэффициенты, учитывающие:  $\alpha_{\dot{E}}$  - затраты времени на комплектование машинно-тракторных агрегатов (МТА) перед выполнением полевой механизированной работы заданного вида и на постановку машин на хранение после ее окончания;  $\alpha_{\dot{O}iB}$  - необходимость проведения ТО, устранения отказов и неисправностей;  $\alpha_{\dot{O}}$  - простои МТА по технологическим причинам (из-за нарушения технологических процессов);  $\alpha_i$  - потери времени по метеоусловиям;  $\alpha_{\dot{\lambda}}$  - отсутствие полевых работ по агротребованиям;  $\alpha_i$  - простои МТА по организационным причинам. При этом каждый коэффициент  $\alpha$  можно вычислить по следующим формулам:

$$\alpha_{\dot{E}} = \frac{\dot{O}_{\dot{E}}}{\hat{O}_{\dot{N}}}, \quad \alpha_{\dot{O}iB} = \frac{\dot{O}_{\dot{O}iB}}{\hat{O}_{\dot{N}}}, \quad \alpha_{\dot{O}} = \frac{\dot{O}_{\dot{O}}}{\hat{O}_{\dot{N}}}, \quad \alpha_i = \frac{D_i}{D_{\dot{N}}}, \quad \alpha_{\dot{\lambda}} = \frac{D_A}{D_{\dot{N}}}, \quad \alpha_o = \frac{D_o}{D_{\dot{N}}},$$

где  $\dot{O}_{\dot{E}}$ ,  $\dot{O}_{\dot{O}iB}$ ,  $\dot{O}_{\dot{O}}$  - суммарное за сезон время, затраченное на комплектование МТА, на ТО и ремонт, на устранение технологических отказов;  $D_M$ ,  $D_A$ ,  $D_o$  - суммарное за сезон число дней простоя МТА по метеоусловиям, из-за отсутствия полевых работ по агротребованиям, по организационным причинам.

Теперь подставим (1.3) в (1.2). Затем (1.2) - в (1.1). В уравнение (1.1) также подставим (1.4). В результате получим искомое выражение сезонной наработки

$$W_c = \dot{O}_i N_i D_i \alpha_{\dot{E}} \alpha_{\dot{O}iB} \alpha_{\dot{O}} \alpha_i \alpha_{\dot{\lambda}} \alpha_i . \quad (1.5)$$

На следующем этапе вычислим  $W_c$  по формуле (1.5) сначала для тракторов при  $\dot{O}_i = 7$  ч,  $N_i = 6$  (например, для Иркутской области - с 15 апреля по 15 октября),  $D_i = 25$  (из расчета

установленных 175 рабочих часов за месяц при 7-часовом рабочем дне). Для теоретической сезонной наработки  $w_{\bar{N}}^{\dot{o}}$  значение каждого коэффициента  $\alpha$  равно единице. При этом  $\alpha_{\dot{E}} = 1$ . Для определения расчетной сезонной наработки  $w_{\bar{N}}^D$  примем для примера каждый коэффициент  $\alpha$ , равным 0,9. Тогда согласно (1.4)  $\alpha_{\dot{E}} = 0,531$ . После вычислений получим:  $w_{\bar{N}}^{\dot{o}} = 1050$ ,  $w_{\bar{N}}^D = 558$  ч.

Аналогичным образом найдем наработку  $w_{\bar{N}}^{\dot{o}}$  и  $w_{\bar{N}}^D$  зерноуборочного комбайна за уборочный период. Для этого перепишем уравнение (1.5) без учета  $N_i$ ,  $\alpha_{\dot{E}}$  (комплектование МТА выполняется до и после уборки) и  $\alpha_A$  (уборочные работы по объему и срокам определены четко) -

$$W_c = \dot{o}_i D_i \alpha_{\dot{o}iB} \alpha_{\dot{o}} \alpha_i \alpha_j . \quad (1.6)$$

Для расчета примем  $\dot{o}_i = 10$  ч,  $D_i$  выберем из интервала от 15 до 20, серединой которого является 17,5 дней. Такой подход обусловлен тем, что с увеличением сроков жатвы растут биологические и механические потери зерна. По данным опытных станций, через 15...20 дней после его полного созревания потери составляют 20...30 % и более. Известно также, что средняя продолжительность уборки не должна превышать 18 дней [132]. Для вычисления теоретической сезонной наработки  $w_{\bar{N}}^{\dot{o}}$  значение каждого коэффициента  $\alpha$  также примем равным единице. Для определения фактической сезонной наработки  $w_{\bar{N}}^D$  также для примера пусть каждый коэффициент  $\alpha$  равен 0,9. В результате получим:  $w_{\bar{N}}^{\dot{o}} = 175$  (при  $\alpha_{\dot{E}} = 1$ ),  $w_{\bar{N}}^D = 115$  ч (при  $\alpha_{\dot{E}} = 0,656$ ).

Результаты расчетов сведены в табл. 1.1. В этой же таблице представлены средние за три года значения фактической сезонной наработки  $w_{\bar{N}}^{\dot{o}}$  машин по Иркутской области (по данным Министерства сельского хозяйства Иркутской области), а также средние по России [132].

**Таблица 1.1 – Теоретическая, расчетная и фактическая сезонная наработка тракторов и комбайнов**

Наименование машин	Сезонная наработка машин, ч:			
	теоретическая $W_N^{\dot{O}}$	расчетная $W_N^D$	фактическая $W_N^{\dot{O}}$	
			по Иркутской области	по России
Тракторы	1050	558	452	415...530
Комбайны зерноуборочные	175	115	120	125

Полученные результаты показывают, что математические модели сезонной наработки тракторов (1.5) и зерноуборочных комбайнов (1.6) в целом позволяют учесть особенности использования этих машин в сельскохозяйственном производстве. По данным моделям представляется возможным определить сезонную наработку машин с учетом влияния различных факторов, обусловленных реальными условиями машиноиспользования. Кроме того, при этом можно установить влияние каждого фактора на сезонную наработку и, разумеется, сделать соответствующие выводы.

В частности, расчеты показывают (табл. 1.1), что теоретическая сезонная наработка тракторов составляет 1050, зерноуборочных комбайнов - 175 ч. Расчетная сезонная наработка по тракторам почти в 2 раза ниже теоретической, по комбайнам - на 1/3. При этом фактическая наработка тракторов по Иркутской области примерно на 100 ч меньше расчетной, фактическая наработка комбайнов находится на уровне расчетной. Следует также отметить, что сезонная наработка этих машин в Иркутской области согласуется с их средней наработкой по России. Безусловно, полученные данные по сезонной наработке следует

учитывать при обосновании и разработке технологий и средств технического обслуживания машин.

### **1.3 Факторы, влияющие на процесс технического обслуживания машин**

Прежде чем приступить к изложению заявленного подраздела дадим определения терминам, которые будем использовать в дальнейшем.

Техническое обслуживание (ТО) – комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности изделия при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировании. При этом обслуживание при использовании изделия машин включает в себя ТО при подготовке к использованию по назначению, использовании по назначению, а также непосредственно после его окончания [22].

Операция ТО – законченная часть технического обслуживания составной части изделия, выполняемая на одном рабочем месте исполнителем определенной специальности [22].

Технология ТО – перечень операций ТО, выполняемых в установленной последовательности [132]. Технология ТО при использовании тракторов является регламентированной и выполняется по правилам ГОСТ 20793-2009 [23], который предусматривает следующие виды ТО: при эксплуатационной обкатке (подготовке, проведении и окончании) ежесменное (ЕТО), периодические первое, второе и третье (ТО-1, ТО-2 и ТО-3), а также сезонные обслуживания при переходе к весенне-летнему (ТО-ВЛ) и осенне-зимнему (ТО-ОЗ) периодам эксплуатации.

Средства ТО – средства технологического оснащения и сооружения, предназначенные для выполнения технического обслуживания [22].

Полевые условия – это условия окружающей среды в поле – на месте использования машин при выполнении ими полевых

механизированных работ в весенне-летне-осенний период (далее для упрощения – весенне-летний период). К условиям окружающей среды относят совокупность всех природных условий, в которых протекают производство продукции и эксплуатация машин [132].

Стационарные условия ТО (для сравнения с полевыми) – совокупность объектов и условий в стационарных мастерских, на станциях и в пунктах ТО машин.

Спецификой современного сельскохозяйственного производства является то, что основной объем механизированных сельскохозяйственных работ приходится на весенне-летний период и выполняется в полевых условиях, причем в сжатые агротехнические сроки [61, 62]. Основное место работы машин – поле. В соответствии с ГОСТ 20793-2009 [23] проведение ТО при эксплуатационной обкатке, ТО-3, ТО-ВЛ и ТО-ОЗ тракторов и машин следует проводить в стационарных мастерских, на станциях и в пунктах технического обслуживания. При этом периодические обслуживания ТО-1 и ТО-2 названных машин допускается проводить на месте их работы с использованием передвижных агрегатов технического обслуживания (АТО). Выявим и проанализируем далее особенности ТО машин в полевых условиях с учетом обозначенной специфики сельскохозяйственной отрасли экономики и представленных положений стандарта на ТО тракторов. При этом под особенностями будем понимать характерные (отличительные) явления [68], наблюдаемые в процессе ТО при его реализации в полевых условиях.

Техническое обслуживание машин в полевых условиях в отличие от стационарных имеет свои особенности [10, 30, 33, 43, 44, 51, 75, 80, 84, 91, 92, 94, 97, 105, 113, 132, 133, 140, 143]. Представим их далее через факторы (условия) климатические, биологические и производственные [58].

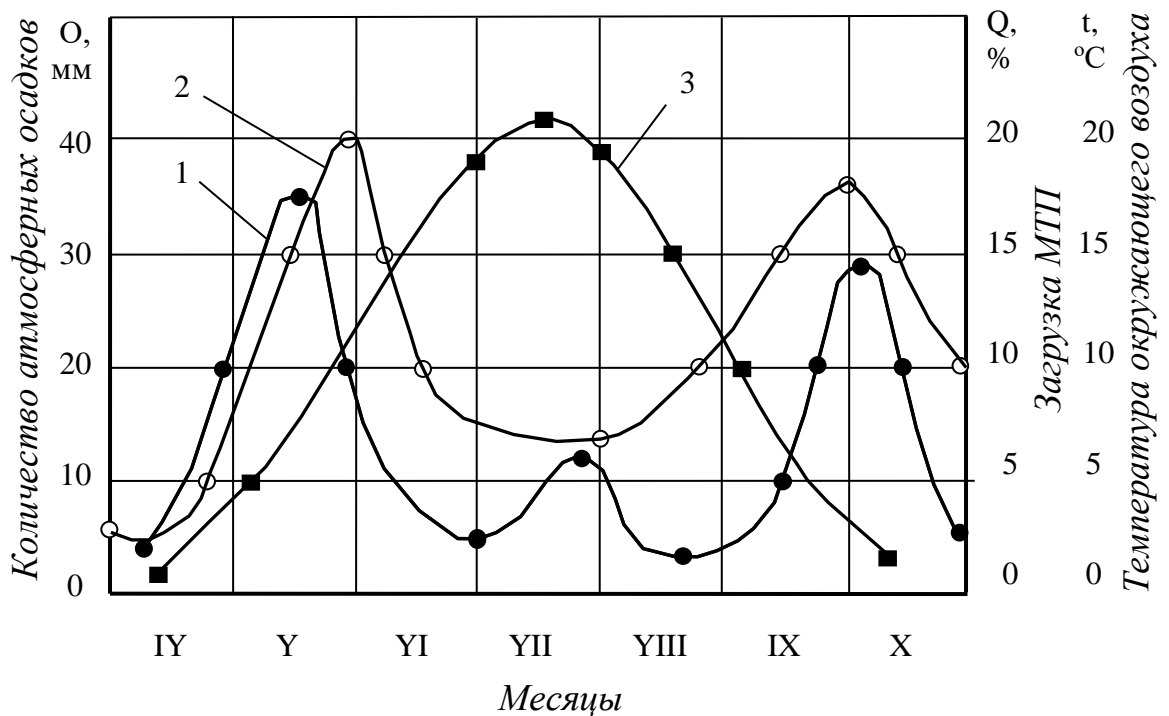
*Климатические факторы.* Воздействие климатических факторов, к которым относятся: атмосферное давление, температура и влажность окружающего воздуха, атмосферные



осадки, туман, солнечное излучение, ветер, пыль, песок и др. [58]. Будем иметь в виду, что из приведенных факторов только атмосферное давление как фактор в равной степени воздействует на человека как в полевых, так и стационарных условиях проведения работ по ТО машин. Отметим далее только те факторы, которые имеют место быть в сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области, причем в весенне-летний период полевых работ.

Продолжительность теплового периода (со средней суточной температурой выше 0 °С) сравнительно невелика: 120-190 дней. Предельно высокие температуры воздуха (абсолютные максимумы) могут достигать 34-39 °С. Относительная влажность воздуха изменяется в пределах от 30 до 62 %. Среднее многолетнее количество осадков на территории области составляет 350-450 мм. В течение года осадки распределены крайне неравномерно. В теплый период (май – сентябрь) выпадает 65-85 % годовой суммы. В основном приходятся они на лето с максимумом в июле. Ветры на территории Иркутской области не отличаются значительными скоростями [4].

Для определения воздействия климатических факторов на процесс машиноиспользования совместим график распределения загрузки машинно-тракторного парка (МТП) в весенне-летний период с графиками распределения количества атмосферных осадков и температуры окружающего воздуха как это показано на рис. 1.2 (исходные графики заимствованы из источника [132]). Из рис. 1.2 следует, что пиковые периоды полевых работ (предпосевная обработка почвы и посев, уборка урожая и вспашка зяби) совпадают с наихудшими климатическими условиями (с атмосферными осадками), а температура окружающего воздуха не является стабильной в течение весенне-летнего периода и существенно отличается от нормальной, находящейся в пределах от 18 до 21 °С. Кроме того, полевые условия труда даже при плюсовых температурах воздуха не позволяют провести



**Рисунок 1.2 - Климатические условия машиноиспользования Сибири – распределение по месяцам: 1 (●) - количества атмосферных осадков; 2 (○) - загрузки МТП; 3 (■) - температуры окружающего воздуха**

обслуживание машин качественно, а в случае непогоды (осадков и ветра) работа в поле не представляется возможной вовсе.

Для решения данной проблемы сотрудниками СибИМЭ для климатических условий Сибири предложен полевой пункт ТО легкого функционирования – под пленкой [84]. Однако это неизбежно сопряжено с дополнительными затратами на его создание и эксплуатацию.

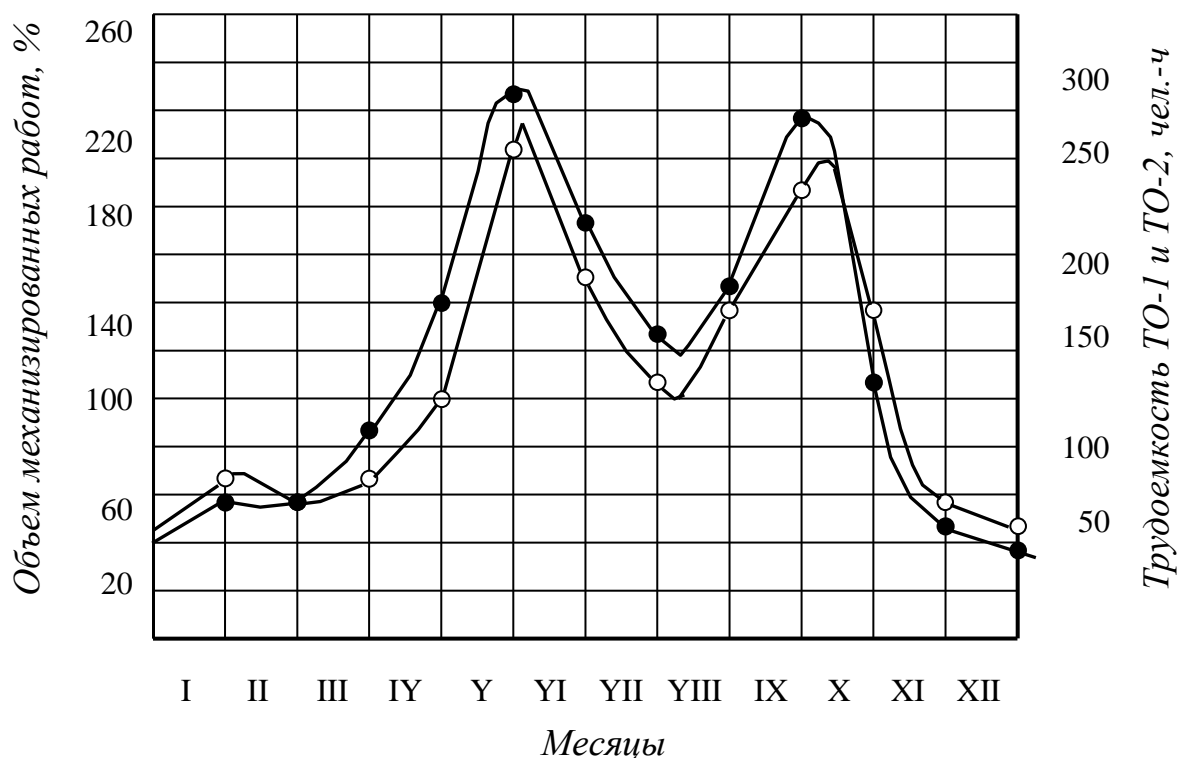
*Биологические факторы.* Они обусловлены действием на человека насекомых, к которым в Сибири относятся: мошки, комары, мухи, оводы, осы, пчелы, жуки, муравьи и др. Серьезную опасность для человека в поле представляют змеи, укус которых может привести к летальному исходу. Поэтому механизаторы избегают возможности проведения ТО на участках, покрытых травой и прилегающих к лесу. При этом они не используют какие-либо защитные средства.

*Производственные факторы* – трудонапряженность, неравномерность загрузки исполнителей и средств ТО, рассредоточенность мест работы машин, приспособленность средств ТО к использованию в полевых условиях, приспособленность объектов (тракторов) к проведению ТО в полевых условиях, необходимость соблюдения требований технической и экологической безопасности ТО, обеспеченность квалифицированными кадрами.

*Трудонапряженность.* Она сводится к следующему. Основной объем работ по ТО машин приходится на напряженный весенне-летний период. Наблюдается противоречие основного технологического процесса, в котором задействован трактор, с технологическим процессом ТО [97, 140]. Суть этого противоречия состоит в том, что трактор нужно останавливать на ТО и при этом нарушать по времени выполнение основного технологического процесса. Это приводит к потерям от простоев машин на ТО.

*Неравномерность загрузки исполнителей и средств ТО.* С ростом загрузки (объема механизированных работ) машинно-тракторного парка (МТП) в период полевых работ одновременно растет количество и трудоемкость плановых ТО, которые прямо пропорциональны наработке трактора [132]. Для наглядности эти два процесса представлены на рис. 1.3 по данным [97], где объем механизированных работ за каждый месяц в % найден по отношению к среднемесячному объему этих работ за год.

Графики на рис. 1.3 показывают, что с ростом загрузки МТП растет трудоемкость ТО. При этом около 60 % годового объема работ по ТО приходится на напряженный период полевых работ: первый пик - май и июнь; второй пик - август и сентябрь. В результате число исполнителей работ по ТО должно быть определено с учетом пиковых нагрузок, что приводит к дополнительным затратам труда и средств на ТО.



**Рисунок 1.3 - Распределение объема механизированных работ (●) и трудоемкости ТО-1 и ТО-2 (○) по месяцам**

*Рассредоточенность мест работы машин.* В хозяйствах Иркутской области наблюдается большая рассредоточенность мест работы машин, что обуславливает необходимость их транспортирования к стационарным пунктам ТО [140] или передвижных средств обслуживания к местам использования машин [45]. В обоих случаях – это дополнительные затраты на ТО.

*Приспособленность средств ТО к использованию в полевых условиях.* Она определяется качеством функционирования передвижных средств ТО.

Вначале отметим, что в настоящее время в России выпускают передвижные агрегаты ТО на базе автомобиля ГАЗ-3309 – АТО-9994 и прицепные агрегаты ТО и ремонта типа ПАТОР (ПАТОР-А, ПАТОР-ЭУ и ПАТОР-С) – в сцепке с легковым автомобилем и с трактором [133].

Агрегаты ТО, базирующиеся на шасси автомобиля или работающие в сцепке с автомобилем, имеют ограниченную

проходимость [133, 140]. При отсутствии асфальтированных дорог, в весеннюю и осеннюю распутицу, а также в дождливую погоду использование этих средств почти не представляется возможным. Применение более проходимых агрегатов, например, на базе прицепов с трактором малоэффективно из-за увеличения времени на переезды и расхода топлива. Это тоже неизбежно приводит к дополнительным затратам на ТО.

Далее. Экономическая целесообразность применения передвижных агрегатов ТО ограничена с одной стороны - средним радиусом переездов машин, а с другой - наличием достаточного числа обслуживаемых машин (по нормативам: один АТО на 30 тракторов [140, с. 54]). Поэтому использование передвижных АТО в небольших фермерских хозяйствах экономически нецелесообразно. Известен вариант решения этой проблемы путем создания машинно-тракторных станций (МТС) [43, 80, 92, 94, 139] с пунктами ТО, куда доставляют тракторы для их обслуживания. Однако в Иркутской области МТС пока не находят своего распространения.

В дополнение следует отметить, что в современной практике ТО машин, по крайней мере, в Иркутской области, передвижные агрегаты встречаются редко. Сельхозпроизводитель их не приобретает, поскольку не уверен в том, что приобретенное им средство даст экономический эффект.

При этом ТО тракторов в поле проводят с использованием простейших технических средств, к которым относятся, например, заправочные воронки, контейнеры, канистры и другие, приспособленные для этих целей приборы.

*Приспособленность объектов (тракторов) к проведению ТО в полевых условиях* [41]. Для изучения этого фактора нами проанализированы руководства по эксплуатации как отечественных [7, 117, 118, 119, 120], так и иностранных [121, 122, 123] тракторов. При этом была поставлена задача: найти специальные устройства в конструкции тракторов и технологические операции ТО,

рекомендованные заводом-изготовителем исключительно для применения в полевых условиях. Таких устройств и рекомендаций нами не найдено. Получается, что вопрос о приспособленности тракторов к ТО в полевых условиях в руководствах по эксплуатации тракторов пока даже не поставлен.

*Обеспеченность квалифицированными кадрами.* До настоящего времени сельская местность не привлекает молодежь по различным причинам. В связи с этим ощущается как общий недостаток кадров в сельскохозяйственном производстве, так и в сфере обслуживания и ремонта машин. Число механизаторов, отвечающим современным требованиям машиноиспользования, обеспечивается лишь на 20-25 % [88, с. 280]. Для работы в поле требуются молодые высококвалифицированные специалисты, обладающие экологической культурой. В условиях дефицита механизаторских кадров их найти весьма затруднительно. Кроме того, наблюдается снижение профессиональных знаний и навыков слесарей и механиков в области диагностирования машин [122], да и инженеров тоже.

*Необходимость соблюдения требований безопасности ТО.* В соответствии с ГОСТ 20793-2009 к ним относятся требования технической безопасности и охраны окружающей среды. Безусловно, указанные требования нужно выдерживать. Однако на практике это не всегда получается. В этой связи относительно экологической безопасности принимают во внимание следующую концепцию (основополагающее начало): обслуживание должно иметь экологическую направленность, но при этом процесс ТО сам не должен быть источником опасности для природы [132].

На следующем этапе исследования систематизируем изложенные факторы и для наглядности представим их в виде блок-схемы (рис. 1.4). Получается, что особенности ТО машин в поле обусловлены воздействием на процесс обслуживания климатических, биологических и производственных факторов.



**Рисунок 1.4 – Блок-схема формирования факторов, определяющих особенности ТО тракторов в полевых условиях**

В завершение было произведено уточнение полученных факторов. Данная задача была решена методом экспертных оценок Дельфи [59, 107, 131]. Процедура анонимного опроса экспертов состояла в следующем. Экспертам был предложен список факторов в соответствии с рис. 1.4. Задача каждого эксперта состояла согласиться со списком или вычеркнуть из него, на его взгляд, ненужные факторы, либо дополнить список новыми факторами, которых нет в исходном списке. В результате все 30 экспертов из

числа инженеров, занимающихся технической эксплуатацией машин, согласились с предложенным списком факторов. При этом 6 экспертов дополнили список фактором «низкий уровень морального и материального стимулирования работ по ТО», а 3 эксперта включили в список такой фактор как «психологическая совместимость участников процесса ТО». Предложенные факторы были приняты нами во внимание и включены в группу факторов «обеспеченность квалифицированными кадрами». В результате список факторов, представленных на рис. 1.4, был принят в окончательном варианте. При этом в целом можно считать, что список факторов, найденный по результатам анализа литературы и наблюдений авторов, верен, поскольку он подтвержден в ходе экспертных оценок.

Таким образом, особенности ТО машин в полевых условиях представлены как факторы (климатические, биологические и производственные), знание которых в дальнейшем позволит более полно рассмотреть проблемы, касающиеся обслуживания машин.

#### **1.4 Проблема качества технического обслуживания машин в полевых условиях и его оценка**

В теории и практике исследования сложных технических систем и операций существует множество оценочных показателей, за основные из которых принимают такие показатели, как эффективность и качество. Эффективность операции – степень соответствия реального результата операции желаемому [58, с. 20]. Качество – это объективная и всеобщая характеристика объектов, обнаруживающаяся в совокупности их свойств [58, с. 60]. При этом качество является исходным при введении понятия эффективности [58, с. 20]. В связи с этим было принято решение об определении весомости различных факторов, влияющих на качество ТО тракторов в полевых условиях. Качество ТО в данном случае – это отсутствие нарушений технологии выполнения операций ТО или



соблюдение оператором требований, предъявляемых руководством по эксплуатации тракторов.

Данная задача была также решена методом экспертных оценок Дельфи [59, 107, 131]. При этом также был проведен анонимный опрос, в ходе которого эксперты выставляли оценки по 10-балльной системе. Оценка в 10 баллов давалась наиболее сильному фактору, низшая оценка – самому слабому, то есть мало влияющему или не влияющему на качество ТО. Результаты опроса заносились в сводную таблицу (матрицу рангов). Обработка табличных данных производилась по методике в [59, 107, 131]. При этом коэффициент весомости  $i$ -го параметра  $\omega_i$  определяли по формуле [107]

$$\omega_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ji}}{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^n a_{ji}} \quad (1.7)$$

$$\text{при } \sum_{i=1}^r \omega_i = 1, \quad (1.8)$$

где  $n$  – число экспертов;  $r$  – число оцениваемых объектов, например факторов;  $a_{ji}$  – оценка (ранг) в баллах  $i$ -го объекта, данная  $j$ -тым экспертом.

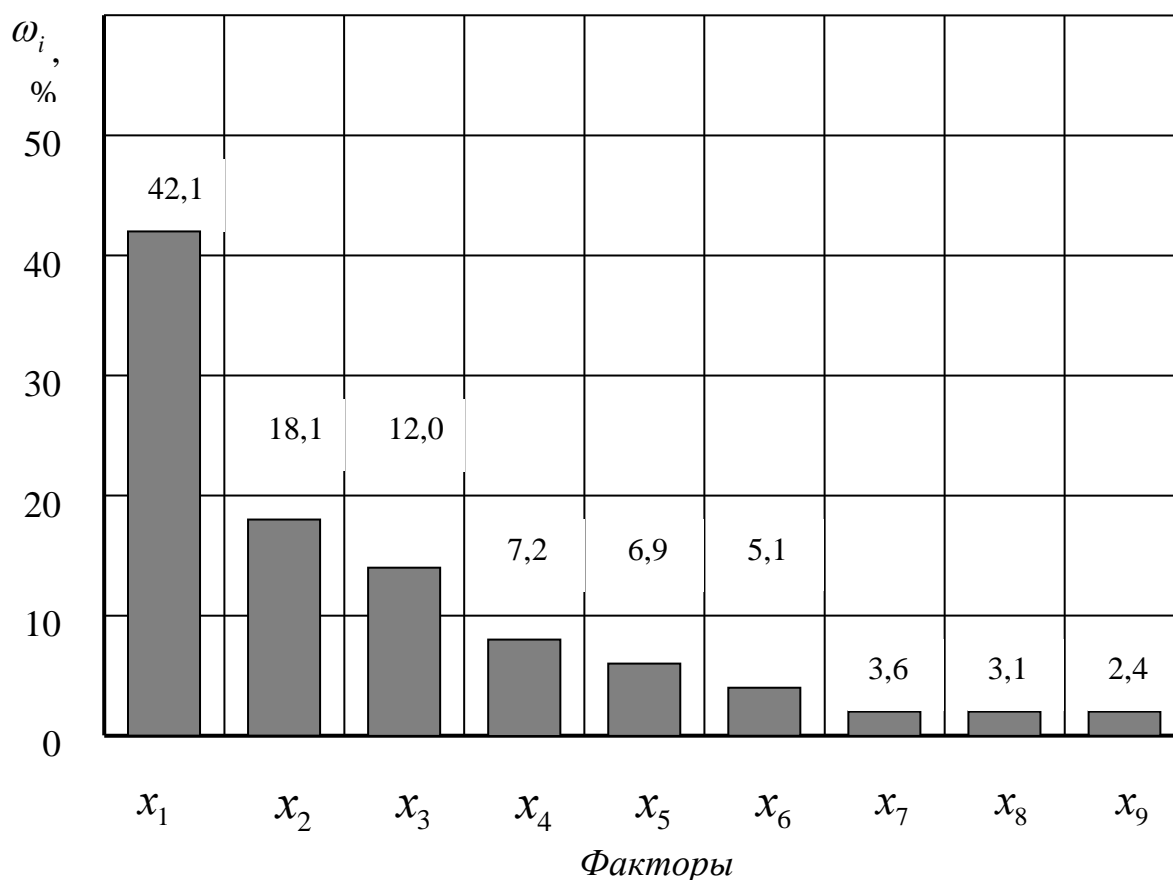
Показатель  $\omega_i$  характеризует долю суммы баллов, полученных  $i$ -м параметром в общей сумме баллов. По нему производится процесс ранжирования: чем больше численное значение  $\omega_i$ , тем весомее показатель.

Полученные результаты проиллюстрированы на рис. 1.5.

В завершение с участием той же группы экспертов и по той же методике был проведен еще один экспертный опрос с целью определения количественной оценки качества ТО тракторов в полевых условиях. Экспертам были предложены оценочные показатели качества ТО машин в полевых условиях, которые представлены в табл. 1.2.

**Таблица 1.2 – Оценочные показатели качества ТО тракторов**

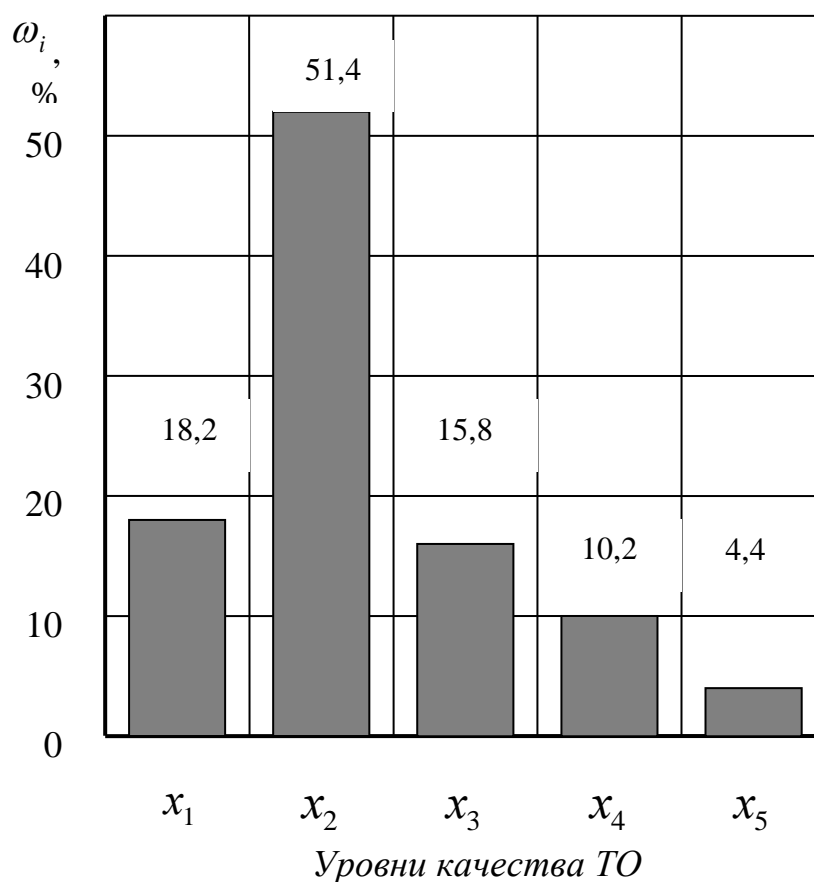
Уровень качества ТО	Оценка уровня качества ТО в относительных единицах:		Оценка уровня качества ТО в баллах:	
	интервал	середина интервала	интервал	середина интервала
Очень низкий	0,0 – 0,2	0,1	0 – 2	1
Низкий	0,2 – 0,4	0,3	2 – 4	3
Средний	0,4 – 0,6	0,5	4 – 6	5
Высокий	0,6 – 0,8	0,7	6 – 8	7
Очень высокий	0,8 – 1,0	0,9	8 – 10	9



**Рисунок 1.5 – Распределение (ранжирование) весовых коэффициентов  $\omega_i$  в % по факторам (рис. 1.4):  $x_1$  - климатические условия;  $x_2$  - обеспеченность квалифицированными кадрами;  $x_3$  - биологические условия;  $x_4$  - трудонапряженность;  $x_5, x_6$  - приспособленность средств ТО и тракторов к проведению ТО в полевых условиях;  $x_7$  - неравномерность загрузки исполнителей и средств ТО;  $x_8$  - рассредоточенность мест работы машин;  $x_9$  - необходимость соблюдения требований технической и экологической безопасности ТО; цифры над столбцами – числовые значения  $\omega_i$  в %**

По полученным данным в соответствии с формулой (1.7) были вычислены коэффициенты весомости каждого  $i$ -го уровня качества  $\omega_i$ , которые затем ранжированы (рис. 1.6). Кроме того, по этим же данным была вычислена среднестатистическая оценка (средний уровень оценки – средний балл по всем экспертам и факторам) в баллах – по формуле

$$M_{ji} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^n \alpha_{ji} . \quad (1.9)$$



**Рисунок 1.6 – Распределение (ранжирование) весовых коэффициентов  $\omega_i$  в % по уровням качества ТО (табл. 1.2):  $x_1$  - очень низкий;  $x_2$  - низкий;  $x_3$  - средний;  $x_4$  - высокий;  $x_5$  - очень высокий; цифры над столбцами – числовые значения  $\omega_i$  в %**

Таким образом, установлено, что особенности ТО машин в поле обусловлены воздействием на процесс обслуживания климатических, биологических и производственных факторов.

Всего по названным группам сформировано 9 факторов. Разумеется, что на основе этих факторов вполне возможно представить проблему ТО машин в полевых условиях как систему Ч-М-С – человек – машина – среда. При этом в целом можно считать, что список факторов, найденный по результатам анализа литературы и наблюдений авторов, верен, поскольку он подтвержден в ходе экспертных оценок. На основе экспертных оценок определены и ранжированы коэффициенты весомости этих факторов, показывающие их влияние на качество ТО машин в поле. Наибольшее влияние на качество ТО оказывают факторы (рис. 1.5): климатические условия (41,2 %) –  $x_1$ , обеспеченность квалифицированными кадрами (18,1 %) –  $x_2$ , а также биологические условия (12,0 %) –  $x_3$ . В сумме они составляют более 70 % (71,3 %) и для дальнейшего исследования могут быть приняты как значимые. При этом наименьшее влияние на качество обслуживания оказывают факторы: неравномерность загрузки исполнителей и средств ТО ( $x_7$ ), рассредоточенность мест работы машин ( $x_8$ ) и необходимость соблюдения требований технической и экологической безопасности ТО ( $x_9$ ).

В завершение исследования произведена количественная оценка качества ТО тракторов в полевых условиях. Получены следующие значения весовых коэффициентов в % по уровням качества ТО (рис. 1.6): - очень низкий (18,2) –  $x_1$ , низкий (51,4) –  $x_2$ , средний (15,8) –  $x_3$ , высокий (10,2) –  $x_4$ , очень высокий (4,4) –  $x_5$ . По вычисленному среднему баллу найдена общая оценка качества ТО: 0,36 (36 %), что соответствует обслуживанию тракторов в полевых условиях с уровнем качества «низкий».

Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем при принятии решений по совершенствованию ТО машин в полевых условиях, а также при постановке задач исследования процесса обслуживания машин в направлении ресурсосбережения и экологической безопасности.

## **2 МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ПРОБЛЕМА РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

### **2.1 Методы технического обслуживания и их описание**

На первом этапе приведем возможные процессы технического обслуживания тракторов, которые могут быть осуществлены на основе методов обслуживания, предусмотренных ГОСТ 18322-78 [22]. В соответствии с указанным стандартом различают следующие методы ТО: поточный, централизованный, децентрализованный, а также методы ТО эксплуатационным или специализированным персоналом, либо эксплуатирующей, специализированной организацией и заводом-изготовителем. При этом поточный метод предусматривает выполнение ТО на специализированных рабочих местах с определенными технологической последовательностью и ритмом; централизованный и децентрализованный методы – это проведение ТО соответственно средствами одного и несколькими подразделениями организации или предприятия. Методы ТО эксплуатационным или специализированным персоналом характеризуют состав персонала, который проводит обслуживание. Методы ТО эксплуатирующей, специализированной организацией и заводом-изготовителем определяют особенности предприятия, которое выполняет ТО.

Следует отметить, что ГОСТ 18322-78 [22] устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины и определения основных понятий в области видов, методов и показателей технического обслуживания и ремонта изделий. Однако в нем отсутствует определение термина «метод технического обслуживания», что крайне необходимо, на наш взгляд, для более полного понимания и описания процесса ТО машин в сфере сельскохозяйственного производства. Поэтому далее дадим определение названному термину, причем с учетом

определений тех методов, которые приведены в ГОСТ 18322-78 [22].

Применительно к предмету нашего исследования метод ТО – это процесс выполнения в определенной последовательности совокупности операций по техническому обслуживанию машины с использованием стационарных или передвижных средств ТО либо в их сочетании. При этом под процессом ТО обычно понимают совокупность событий, каждое из которых имеет определенный вид работы по техническому обслуживанию (активные элементы процесса), а также простои (пассивные элементы процесса) по различным причинам [132, с. 141]. Для сравнения [69]: метод – форма осуществления способа; способ – это процесс выполнения взаимосвязанных действий над материальным объектом и с помощью материальных объектов. В этой связи возникает необходимость сделать еще одно замечание. Так, в ГОСТ 18322-78 [22] нет ни термина, ни определения формы технического обслуживания. Вместе с тем в учебной [33] и научно-технической литературе можно встретить, например, термины: «организационная форма технического обслуживания», «уровень технического обслуживания» и др. Поэтому в дальнейшем для однозначности понимания и изложения будем оперировать только таким термином как метод.

Итак, к настоящему времени в науке и практике, в частности в сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области, известны следующие методы технического обслуживания машин (табл. 2.1).

1. Специализированный на основе использования стационарных объектов ТО (централизованный): все виды ТО при использовании тракторов, регламентированные ГОСТ 20793-2009 [23], кроме ЕТО, выполняют в стационарных мастерских на станциях или в пунктах технического обслуживания (на центральном техническом комплексе – ЦТК). При этом машины доставляют к месту обслуживания своим ходом.

2. Специализированный на основе применения передвижных агрегатов технического обслуживания (АТО) (децентрализованный): периодические обслуживания ТО-1 и ТО-2 тракторов проводят на месте их работы с использованием передвижных АТО, которые базируются на ЦТК.

**Таблица 2.1 – Методы ТО тракторов в сельском хозяйстве**

Название метода	Краткое описание метода
1. Централизованный	Все виды ТО при использовании тракторов, регламентированные ГОСТ 20793-2009 [23], кроме ЕТО, выполняют в стационарных мастерских на станциях или в пунктах технического обслуживания (на центральном техническом комплексе – ЦТК). При этом машины доставляют к месту обслуживания своим ходом.
2. Децентрализованный	Периодические обслуживания ТО-1 и ТО-2 тракторов проводят на месте их работы с использованием передвижных АТО, которые базируются на ЦТК.
3. Комбинированный (сочетание централизованного и децентрализованного методов обслуживания)	ТО-1 тракторов проводят на месте их работы с использованием передвижных АТО, которые базируются на ЦТК и прибывают для выполнения этого обслуживания к месту работы тракторов; ТО-2 – на ЦТК, куда машину доставляют своим ходом.

3. Комбинированный (сочетание централизованного и децентрализованного методов обслуживания): ТО-1 тракторов проводят на месте их работы с использованием передвижных АТО, которые базируются на ЦТК и прибывают для выполнения этого обслуживания к месту работы тракторов; ТО-2 – на ЦТК, куда машину доставляют своим ходом.

Наряду с перечисленными методами ТО в литературных источниках приводится автономное обслуживание [112]. При этом считается, что обслуживаемые машины и средства обслуживания находятся в одном месте и не перемещаются. Однако это не соответствует действительности, поскольку все обслуживания выполняют на ЦТК, куда машины доставляют своим ходом. Поэтому автономное обслуживание отнесем к изложенному выше централизованному обслуживанию и в дальнейшем автономное обслуживание не будем принимать во внимание.

Таким образом, можно считать, что в сельском хозяйстве применяются три метода ТО тракторов и мобильных машин (табл. 2.1): централизованный, децентрализованный и комбинированный на основе сочетания централизованного и децентрализованного методов. В целом, эти методы обслуживания соответствуют требованиям ГОСТ 20793-2009 [23] и ГОСТ 18322-78 [22]. В дальнейшем они и будут положены в основу наших исследований.

## **2.2 Анализ методов на предмет ресурсосбережения**

Теперь рассмотрим и проанализируем возможности ресурсосбережения при реализации методов ТО, представленных в табл. 2.1. Однако прежде чем перейти к изложению этого вопроса, сначала также дадим определения основным терминам, которые будут использованы в дальнейшем, а затем поставим задачу анализа.

Ресурсосбережение (в общем понимании) – это сокращение: сбережение ресурсов, к которым относятся запасы или источники чего-нибудь [75].

Ресурсосбережение (в понимании техническом и технологическом) – это обеспечение экономного использования сырья, материалов, топлива, трудовых ресурсов при производстве и регламентированном использовании технических средств по назначению [88, 89].



Ресурсосбережение при техническом обслуживании – это экономное использование всех ресурсов в процессе технического обслуживания.

Ресурсосбережение на основе технического обслуживания – это экономия всех ресурсов в процессе использования машины по назначению, обусловленная необходимым и достаточным качеством технического обслуживания.

В процессе машиноиспользования ресурсы расходуются по двум направлениям: на обеспечение работоспособности машин и на их использование по назначению [88, 89]. Для простоты понимания будем считать, что работоспособность машин обеспечивается только проведением ТО и на это расходуются необходимые ресурсы. При использовании машины по назначению также расходуются ресурсы, причем в соответствии с нормативами, если качество ТО отвечает предъявляемым требованиям, или расход ресурсов при использовании машины по назначению превышает нормативные значения, если качество ТО не отвечает предъявляемым требованиям. Другими словами, чем выше уровень качества ТО машины, тем меньше расход ресурсов на ее использование. В связи с этим возможно два аспекта ресурсосбережения: при техническом обслуживании машин и на его основе – при использовании по назначению.

Будем иметь в виду, что как при обслуживании машин, так и на его основе (далее – при использовании машин) источниками ресурсов являются [88, 89]: затраты труда и средств, транспортные расходы, потери от простоев машин, людские и природные (земельные) ресурсы. Далее найдем показатели ресурсосбережения по каждому из названных источников, причем в двух направлениях – при обслуживании (ТО) и использовании машин. Поставленную задачу решим на основе сопоставления фактического уровня потребления ресурсов с нормативным, а при отсутствии нормативных данных – с минимальными значениями показателей, принимаемыми за нормативные значения.

На первом этапе найдем ресурсосбережение только при техническом обслуживании машин.

Принимая во внимание известные методы ТО машин в сельском хозяйстве (табл. 2.1), а также состав источников ресурсосбережения при обслуживании машин, представляется возможным составить таблицу использования ресурсов при ТО машин в весенне-летний период полевых работ (табл. 2.2).

**Таблица 2.2 – Источники ресурсосбережения и использование ресурсов при ТО машин в весенне-летний период полевых работ**

Источники ресурсосбережения	Использование ресурсов по видам обслуживаний, выполняемых при различных методах ТО машин:		
	централизованный	децентрализованный	комбинированный
1. Затраты труда	ТО-1, ТО-2	ТО-1, ТО-2	ТО-1, ТО-2
2. Затраты на средства ТО (затраты средств):			
• стационарные	ТО-1, ТО-2	отсутствует	ТО-2
• передвижные	отсутствует	ТО-1, ТО-2	ТО-1
3. Затраты на ТСМ	ТО-1, ТО-2	ТО-1, ТО-2	ТО-1, ТО-2
4. Транспортные расходы на:			
• транспортирование машины к месту ТО	ТО-1, ТО-2	отсутствует	ТО-2
• транспортирование АТО к месту работы машины	отсутствует	ТО-1, ТО-2	ТО-1
5. Потери от простоев при:			
• проведении ТО	ТО-1, ТО-2	ТО-1, ТО-2	ТО-1, ТО-2
• транспортировании на ТО	ТО-1, ТО-2	отсутствует	ТО-2
6. Экологический ущерб от нарушений требований охраны окружающей среды	отсутствует	ТО-1, ТО-2	ТО-1

Проанализируем полученные результаты – данные табл. 2.2.

Все источники ресурсосбережения можно разделить на нормируемые и ненормируемые. Кстати, их нормирование осуществляют, в том числе и для того, чтобы на основе нормативов можно было произвести сравнительную оценку эффективности

использования ресурсов [90, с. 369]. Однако по многим источникам, приведенным в табл. 2.2, нормативы ресурсов отсутствуют.

Из табл. 2.2. к нормируемым источникам относятся затраты труда (трудозатраты – трудоемкость ТО) и затраты на ТСМ, расходуемые на ТО [32, 102, 103, 104]. Все другие источники – ненормируемые, а экологический ущерб вовсе недопустим по ГОСТ 20793-2009 [23]. Такое подразделение источников имеет значение при определении показателей их ресурсосбережения. В соответствии с этим найдем оценочные показатели ресурсосбережения на первом этапе для нормируемых источников, что сделаем на примере затрат труда.

Затраты труда при ТО машин в общем виде –

$$C_{T_o} = C_{чн} T_o, \quad (2.1)$$

где  $C_{чн}$  - часовой размер оплаты труда мастера-наладчика (оператора), руб./ч;  $T_o$  - трудоемкость ТО по трактору заданной марки, чел.-ч.

Фактические  $C_{T_o}^{\Phi}$  и нормативные  $C_{T_o}^H$  затраты труда на ТО – в соответствии с (2.1) –

$$C_{T_o}^{\Phi} = C_{чн} T_o^{\Phi}, \quad (2.2)$$

$$C_{T_o}^H = C_{чн} T_o^H, \quad (2.3)$$

где  $T_o^{\Phi}$ ,  $T_o^H$  - фактическая и нормативная трудоемкость обслуживания.

Сопоставляя (2.2) и (2.3), получим

$$\Delta C_{T_o} = C_{T_o}^{\Phi} - C_{T_o}^H \quad (2.4)$$

или после подстановки в (2.4) правых частей уравнений (2.2), (2.3) и упрощения получим

$$\Delta C_{T_o} = C_{чн} (T_o^{\Phi} - T_o^H), \quad (2.5)$$

где  $\Delta C_{T_o}$  - абсолютный показатель сбережения затрат труда при ТО, руб.

При известных  $\Delta C_{T_o}$  (2.5) и  $C_{T_o}^H$  (2.3) найдем относительный показатель сбережения затрат труда при ТО  $\eta_{C_{T_o}}$  по следующей формуле

$$\eta_{C_{T_o}} = \frac{\Delta C_{T_o}}{C_{T_o}^H}. \quad (2.6)$$

После подстановки в (2.6) правых частей уравнений (2.5), (2.3), упрощения и обобщения получим (при обобщении символ  $T$  заменен на  $C$ ):

$$\eta_{C_{O_i}} = \frac{C_{O_i} - C_{O_i}^H}{C_{O_i}^H} 100, \quad (2.7)$$

$$\Delta C_{O_i} = C_{O_i} - C_{O_i}^H, \quad (2.8)$$

где  $\eta_{C_{O_i}}$ ,  $\Delta C_{O_i}$  - относительный (в %) и абсолютный показатели ресурсосбережения (например, затрат труда) при ТО машин по  $i$ -тому нормируемому источнику;  $C_{O_i}$ ,  $C_{O_i}^H$  - сопоставляемое и нормативное значение по  $i$ -тому нормируемому источнику ресурсосбережения.

Итак, ресурсосбережение при техническом обслуживании машин найдено. Теперь введем в (2.7) и (2.8) показатель  $\Delta C_{H_i}$ , учитывающий дополнительный расход ресурсов при использовании машин вследствие ухудшения качества обслуживания и относящийся к  $i$ -тому нормируемому источнику –

$$\eta_{C_{O_i}} = \frac{C_{O_i} + \Delta C_{H_i} - C_{O_i}^H}{C_{O_i}^H} 100, \quad (2.9)$$

$$\Delta C_{O_i} = C_{O_i} + \Delta C_{H_i} - C_{O_i}^H. \quad (2.10)$$

Зная оценочные показатели ресурсосбережения для нормируемых источников, нетрудно найти аналогичные показатели для ненормированных источников. Для этого за нормативные значения примем минимальные, которые всегда возможны при наличии, по крайней мере, двух значений по одному и тому же источнику. В соответствии с уравнениями (2.9)-(2.10) сказанное можно записать в виде следующих выражений:

$$\eta_{C_{oi}} = \frac{C_{oi} + \Delta C_{ii} - C_{oi}^{\min}}{C_{oi}^{\min}} 100, \quad (2.11)$$

$$\Delta C_{oi} = C_{oi} + \Delta C_{ii} - C_{oi}^{\min}, \quad (2.12)$$

где  $\eta_{C_{oi}}$ ,  $\Delta C_{oi}$  - относительный (в %) и абсолютный показатели ресурсосбережения при ТО машин по  $i$ -тому ненормируемому источнику;  $C_{oi}$ ,  $C_{oi}^{\min}$  - сопоставляемое и минимальное значение по  $i$ -тому ненормируемому источнику ресурсосбережения.

В результате получены оценочные показатели ресурсосбережения при ТО  $\eta_{C_{oi}}$ ,  $\Delta C_{oi}$  для нормируемых (2.9)-(2.10) и ненормируемых (2.11)-(2.12) источников. Следует иметь в виду, что эти показатели могут быть использованы только для оценки ресурсосбережения по отдельным источникам. Однако в практике всегда возникает необходимость выбора наиболее эффективного метода ТО (табл. 2.1, 2.2) тракторов в весенне-летний период их использования. Для этого требуется знать суммарное потребление всех ресурсов при реализации каждого метода.

Тогда показатели для оценки ресурсосбережения при ТО по выбранному (или выбираемому)  $j$ -тому методу обслуживания будут иметь вид, аналогичный для показателей оценки нормированных (2.9)-(2.10) и ненормированных (2.11)-(2.12) источников ресурсосбережения. Запишем их:

а) для  $j$ -тых методов ТО с нормированными источниками ресурсосбережения –

$$\eta_{C_{oj}} = \frac{C_{oj} + \Delta C_{ij} - C_{oj}^H}{C_{oj}^H} 100, \quad (2.13)$$

$$\Delta C_{oj} = C_{oj} + \Delta C_{ij} - C_{oj}^H; \quad (2.14)$$

б) для  $j$ -тых методов ТО с ненормированными источниками ресурсосбережения –

$$\eta_{C_{oi}} = \frac{C_{oj} + \Delta C_{ij} - C_{oj}^{\min}}{C_{oj}^{\min}} 100, \quad (2.15)$$

$$\Delta C_{oj} = C_{oj} + \Delta C_{ij} - C_{oj}^{\min}, \quad (2.16)$$

где  $\eta_{C_{oi}}$ ,  $\Delta C_{oj}$  - относительный (в %) и абсолютный показатели ресурсосбережения при ТО машин по  $j$ -тому методу;  $C_{oj}$ ,  $C_{oj}^H$ ,  $C_{oj}^{\min}$  - сопоставляемое, нормативное и минимальное значение ресурсов по  $j$ -тому методу обслуживания.

Результаты поиска и обобщения показателей использования ресурсов при ТО и использовании машин сведены в табл. 2.3.

**Таблица 2.3 – Оценочные показатели использования ресурсов при ТО и применении машин**

Нормируемые	Ненормируемые
<i>Показатели, характеризующие использование отдельного <math>i</math>-вида источника</i>	
$\Delta C_{oi} = C_{oi} + \Delta C_{ii} - C_{oi}^H, (2.17)$ $\eta_{C_{oi}} = \frac{C_{oi} + \Delta C_{ii} - C_{oi}^H}{C_{oi}^H} 100 (2.18)$	$\Delta C_{oi} = C_{oi} + \Delta C_{ii} - C_{oi}^{\min}, (2.19)$ $\eta_{C_{oi}} = \frac{C_{oi} + \Delta C_{ii} - C_{oi}^{\min}}{C_{oi}^{\min}} 100 (2.20)$
<i>Показатели, характеризующие использование отдельного <math>j</math>-того метода ТО</i>	
$\Delta C_{oj} = C_{oj} + \Delta C_{oj} - C_{oj}^H, (2.21)$ $\eta_{C_{oj}} = \frac{C_{oj} + \Delta C_{ij} - C_{oj}^H}{C_{oj}^H} 100 (2.22)$	$\Delta C_{oj} = C_{oj} + \Delta C_{oj} - C_{oj}^{\min}, (2.23)$ $\eta_{C_{oj}} = \frac{C_{oj} + \Delta C_{ij} - C_{oj}^{\min}}{C_{oj}^{\min}} 100 (2.24)$

Сделаем некоторые пояснения к полученным результатам (табл. 2.3). Коэффициенты  $\eta_{C_{oi}}$  и  $\eta_{C_{oj}}$  показывают возможности экономии ресурсов по отдельным видам источников,  $\eta_{C_{oi}}$  и  $\eta_{C_{oj}}$  - по методам ТО машин. Поскольку в формулах присутствует показатель  $\Delta C_{ii}$ , то они учитывают дополнительный расход ресурсов при использовании машин, обусловленный ненадлежащим качеством их ТО. С другой стороны, если из этих формул исключить названный показатель, то они будут пригодны для оценки использования ресурсов при ТО, то есть без учета

качества обслуживания машин. Такой вариант оценочных показателей значительно проще и он тоже имеет практический смысл. Формулы по определению  $\Delta C_{oi}$  и  $\Delta C_{oj}$ , также как  $\eta_{C_{oi}}$  и  $\eta_{C_{oj}}$ , идентичны между собой.

Теперь вернемся к анализу известных методов ТО (табл. 2.1) на предмет ресурсосбережения. Абсолютные показатели ресурсосбережения  $\Delta C_{oi}$  и  $\Delta C_{oj}$  дают представление о максимально возможной экономии средств. Реальная экономия может оказаться любым числом от 0, например по (2.17), до  $C_{oi} + \Delta C_{oi}$ . Относительные показатели  $\eta_{C_{oi}}$  и  $\eta_{C_{oj}}$  отражают абсолютную экономию в % - в долях к нормативному ( $C_{oi}^H, C_{oj}^H$ ) или минимальному ( $C_{oi}^{\min}, C_{oj}^{\min}$ ) значению показателя и свидетельствуют об актуальности задачи совершенствования стратегии (о необходимости принятия решений).

Разумеется, в ходе настоящего анализа не представляется возможным получить конкретные (цифровые) данные о ресурсосбережении как при ТО, так и при использовании реальных машин, поскольку для этого требуются нормативные значения показателей в полном объеме, а также экспериментальные данные. Вместе с тем при рассмотрении этого вопроса на первом этапе установлены возможные методы ТО машин в сельском хозяйстве (табл. 2.1). Затем выявлены источники ресурсосбережения при реализации этих методов ТО в весенне-летний период полевых работ (табл. 2.2) и найдены оценочные показатели использования ресурсов (табл. 2.3), указывающие резервы их экономии. Поскольку существует несколько методов ТО, (по нашим данным – как минимум три), то решение задачи ресурсосбережения возможно на основе выбора наименее затратного метода. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем при проведении теоретических исследований и обосновании методики экспериментального исследования.

### **3 СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, ПРОБЛЕМЫ ИХ ВЫБОРА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

#### **3.1 Состав средств технического обслуживания**

Средства технического обслуживания (ТО) - средства эксплуатации, предназначенные для технического обслуживания изделий [58]. По определению средства ТО включают в себя практически все, что требуется для проведения ТО машин - посты, пункты и станции ТО, а также средства технического диагностирования и различное технологическое оборудование: механизированные моечные, подъемные, смазочные, заправочные и другие устройства [105]. Средства технического диагностирования входят в состав средств ТО и представляют собой совокупность средств, с помощью которых осуществляют оценку состояния объекта [60].

Различают стационарные и передвижные средства ТО [105].

*Стационарные средства* - это посты, пункты и станции ТО, оснащенные необходимыми средствами диагностирования и технологическим оборудованием.

*Передвижные средства* включают механизированные заправочные агрегаты, агрегаты технического обслуживания, передвижные ремонтные мастерские и диагностические установки [105].

*Агрегаты технического обслуживания* предназначены для выполнения в полевых условиях первого (ТО-1) и второго (ТО-2) технических обслуживаний тракторов, самоходных шасси и сельскохозяйственных машин. В литературе и практике можно найти три типа агрегатов: на шасси автомобиля, самоходном тракторном шасси и тракторном прицепе. При этом наибольшее распространение получили агрегаты на базе автомобиля АТО-4822 [105]. На всех агрегатах ТО содержатся диагностические средства



(комплекты) для проведения диагностирования в объеме ТО-1 и ТО-2 тракторов и комбайнов.

*Средства технического диагностирования* (СТД) делятся на аппаратные и программные [145]. К аппаратным относятся приборы и их комплекты, пульта, стенды и другие устройства общего или специального назначения. В работах [81, 91, 115, 116] в совокупности их приведено более 400 наименований. Для примера приведем переносной комплект средств диагностирования тракторных и комбайновых дизелей КИ-28091.01, в состав которого входят более 10 приборов: индикатор загрязнения жидкости ИЗЖ, анализатор герметичности цилиндров КИ-5973, измеритель дымности МЕТА-01 и др. Из стендов - КИ-28097-01М для обкатки, испытания и регулировки гидроагрегатов тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин [100]. Аппаратные СТД могут быть классифицированы по различным категориям. К программным средствам относятся программы, записанные на любом носителе. С этой целью могут быть использованы как рабочие программы объекта, так и специальные диагностические программы.

Общая схема современных СТД представляет собой последовательно соединенные элементы: датчик, промежуточный преобразователь и устройство отображения информации. Датчик предназначен для преобразования измеряемой величины в сигнал (чаще всего в электрический), удобный для последующего преобразования. Промежуточный преобразователь - для согласования выходных характеристик датчика с входными характеристиками устройства отображения информации и при необходимости коррекции характеристики СТД. Устройство отображения информации предназначено для отображения в цифровой, буквенной или графической форме значения измеряемого диагностического параметра. С этой целью могут применяться стрелочные или цифровые приборы, табло и различные виды дисплеев [145].

Перспективным направлением совершенствования СТД является применение компьютеров и аналого-цифровых преобразователей, на вход которых поступают сигналы от различных датчиков. Названные устройства формируют в приборный компьютерный комплекс, например для диагностирования ДВС, рулевого управления тормозов и других систем.

Наряду с этим большой экономический эффект получается при внедрении простейших методов и средств диагностирования. Их использование в практике эксплуатации МТП актуальности не теряет [113]. Такая же точка зрения и у специалистов ГОСНИТИ [100]: в связи с недостатком денежных средств у сельскохозяйственных производителей, МТС и ремонтных предприятий следует разрабатывать и производить недорогие, но надежные средства диагностирования, необходимые в первую очередь для технического сервиса машин.

В завершение следует отметить, что совершенствование или создание новых СТД всегда базируется на соответствующих методах. К новым методам диагностирования тракторов и самоходных сельхозмашин относятся: вибрационный, ультразвуковой, бесконтактные лазерный (дистанционный) и фотоэлектрический, а также магнитоэлектрический метод контроля мощности дизеля и диагностирования его составных частей [49].

### **3.2 Развитие рынка и проблема выбора средств**

Для более полного представления этой проблемы обратимся к истории. Для чего проанализируем развитие рынка средств ТО в СССР, а также в России после распада Советского Союза.

Итак, в СССР к 1975 году была создана в определенной мере научно обоснованная система средств технического обслуживания машинно-тракторного парка [105]. Она была «вписана» в четырехуровневую организационную систему ТО и ремонта МТП

[103]. Средства ТО выпускались промышленностью в плановом порядке, серийно и в соответствии с необходимыми требованиями к их номенклатуре. Серийный выпуск, безусловно, способствовал снижению себестоимости средств. Кроме того, в процессе эксплуатации контрольно-измерительные приборы подвергались государственному метрологическому контролю. И, всё-таки, недостатки в материально-техническом обеспечении службы ТО МТП были. Например, иногда выпускались невостребованные практикой одни приборы при остром дефиците других. Темпы совершенствования средств ТО были значительно ниже, чем в развитых зарубежных странах. Качество, особенно СТД, не всегда отвечало предъявляемым требованиям пользователя. В результате многие наши приборы и оборудование оказались неконкурентоспособными и невостребованными на мировом рынке.

Начиная с 1991 года (после распада СССР) и по настоящее время в России развитие средств ТО осуществляется в условиях классической рыночной экономики. В начальный период (примерно, в первые 10 лет) почти вся отечественная промышленность, ранее занимающаяся выпуском средств ТО, полностью прекратила свою деятельность. Сохранились немногие заводы, одним из которых является Новгородский завод «ГАРО» [91]. Однако он специализировался на протяжении нескольких десятков лет преимущественно на выпуске средств ТО для технического сервиса автомобилей, чем занимается достаточно успешно и сегодня. Кстати, многие контрольно-измерительные приборы этого предприятия использовались ранее и применяются сейчас при техническом обслуживании не только автомобилей, но и тракторов, а также комбайнов.

Следует особо отметить, что существовавший в советское время Государственный всесоюзный научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка «ГОСНИТИ» также сохранился. В настоящее

время, как и ранее, он, но уже под другим названием (Государственное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка, сокращенно - «ГНУ ГОСНИТИ») по-прежнему играет ведущую роль в развитии технологии и создании средств ТО [115, 116]. При этом выпуск средств производит АО «Агротехнопарксервис» (г. Москва). И это, пожалуй, единственное сохранившееся учреждение, которое напрямую связано с выпуском средств ТО.

Вместе с тем в настоящее время почти во всех областных центрах России и в крупных городах имеются специализированные магазины по продаже различного оборудования для ТО как автомобилей, так и тракторов. Средства ТО широко представлены и в сети Интернет. Производителями и поставщиками средств ТО сегодня в России являются многочисленные как отечественные, так и зарубежные фирмы. По данным ФГНУ «Росинформагротех» [81] сегодня в России имеется 38 отечественных организаций, которые разрабатывают, изготавливают и поставляют приборы. Наиболее успешно развивается научно-производственная фирма «МЕТА», которая была основана в 1988 году при поддержке государства, в частности, ведомственных учреждений. Сегодня она является российским лидером в производстве электронного диагностического оборудования для автосервиса, постов инструментального контроля технического состояния автомобилей, а также для подразделений ГИБДД и Ростехнадзора. Выпуском стендов для диагностирования топливной аппаратуры дизельных двигателей в России занимаются несколько фирм, например, ОАО «Мопаз» (г. Малоярославец), Красноуфимский опытно-экспериментальный завод (г. Уфа), ООО «Научно-производственное предприятие ЭДС» (г. Новосибирск) и др. Кроме того, такие же по назначению стенды нам поставляют фирмы: из Германии - Bosch, из Англии - Hartridge, из Франции - Facom, из Италии - Zeca, из Венгрии - Star, из Чехии - Motorpal.

Разумеется, нельзя сказать, что проблема выпуска средств ТО в России решена в полном объеме. И, всё-таки, вполне можно сделать вывод о том, что на рынке средств ТО сегодня имеется некое изобилие. В связи с этим возникает другая проблема (разумеется, при достатке денежных средств покупателя) - проблема выбора средств ТО. Она приобретает еще большую значимость из-за отсутствия соответствующей научно-обоснованной методики. Поэтому выбор средств обычно производят по критерию «цена-качество». Поскольку цена очевидна, а качество скрыто (его можно определить только в работе или при испытании), то приобретают то, что дешевле. При этом пользователь (покупатель) очень часто может оказаться в проигрыше в следующих случаях. Во-первых, по причине приобретения некачественного изделия. Во-вторых, из-за несоответствия изделия техническим условиям или производственно-экономическим условиям его эффективного применения. Разработчики средств ТО, исходя из собственных интересов, не указывают в руководствах по эксплуатации, рекламной и другой документации показатели (условия), при которых применение технических средств экономически оправдано. По этой же причине хозяйственники не имеют ясного ответа на вопрос о соответствии цены приобретаемого оборудования требованию его безубыточного использования в условиях конкретного сельскохозяйственного предприятия. При выборе средств ТО им приходится решать эту задачу эмпирическим путем.

В целом, нужно иметь в виду, что в современных рыночных условиях проблема выбора средств ТО является одним из факторов, затрудняющих техническую подготовку сельскохозяйственного производства.

### 3.3 Проблемы использования средств

Проблемы использования средств ТО рассмотрим с одной стороны во взаимосвязи с технологией, а с другой - с производственными особенностями использования машин в сельском хозяйстве, а также с природно-климатическими условиями регионов России. Такой подход обусловлен тем, что средства и технология, а в общем понимании «техника и технология» - это два взаимосвязанных фактора, определяющих производительность труда. В соответствии с этим представляется возможным выделить следующие проблемы.

1. Проблема использования средств ТО в холодных климатических условиях.

Она обусловлена непригодностью средств ТО к использованию в осенне-зимний период. Так, при температуре окружающего воздуха ниже 0 °С в передвижных средствах ТО застывает вода, повышается вязкость масел и пластичных смазок, а это затрудняет их подачу. Необходимо отметить, что агрегат АТО-4822 оснащен жидкостным подогревателем ПЖБ-300(32) для нагревания воды и пластичных смазок [105], но при этом требуется бензин (4,2 кг за 1 ч), снижается пожарная и экологическая безопасность. Кроме того, полевые условия труда даже при плюсовых температурах воздуха не позволяют провести обслуживание машин качественно, а в случае непогоды (осадков и ветра) работа в поле не представляется возможной вовсе.

Для решения данной проблемы сотрудниками СибИМЭ для климатических условий Сибири предложен полевой пункт ТО под пленкой [21]. Однако это неизбежно сопряжено с дополнительными затратами на его создание и эксплуатацию.

2. Проблема дорог и проходимости средств ТО.

Передвижные средства ТО базируются в основном на шасси автомобиля и поэтому имеют ограниченную проходимость. При отсутствии асфальтированных дорог, в весеннюю и осеннюю

распутицу, а также в дождливую погоду использование этих средств почти не представляется возможным. Применение более проходимых агрегатов, например, на базе тракторных прицепов малоэффективно из-за увеличения времени на переезды и расхода топлива.

3. Проблема технического и метрологического сервиса средств ТО.

Передвижные средства ТО также должны проходить техническое обслуживание и технический осмотр. Кроме того, ТСД передвижных средств, как и стационарных должны периодически проходить поверку, провести которую не всегда представляется возможным из-за отсутствия соответствующих метрологических служб. Например, в Иркутской области такой службы нет.

4. Проблема полной загрузки средств ТО.

Экономическая целесообразность применения передвижных агрегатов ТО ограничена с одной стороны - средним радиусом переездов машин, который должен быть не менее 5 км, а с другой - наличием достаточного числа обслуживаемых машин. В соответствии с этими требованиями использование передвижных АТО и диагностических установок в небольших фермерских хозяйствах экономически нецелесообразно. В современных социально-экономических условиях эту проблему решают путем создания МТС [43, 80, 92, 94, 111].

5. Проблема дефицита и квалификации механизаторских кадров.

Для работы на передвижных средствах ТО требуются высококвалифицированные специалисты и желательно молодые. В условиях дефицита механизаторских кадров их найти весьма затруднительно. Кроме того, наблюдается снижение профессиональных знаний и навыков слесарей и механиков в области диагностирования машин [113].

6. Проблема ограниченных финансовых возможностей приобретения средств ТО и их безубыточного использования.

В условиях дефицита денежных средств большинство хозяйств вынуждено приобретать только необходимые машины. При этом средства ТО исключены из числа приоритетных [75, 91, 113]. В данной ситуации сельхозпроизводитель должен быть уверен в том, что приобретенное им средство даст экономический эффект.

7. Проблема экологической безопасности применения средств ТО в полевых условиях.

Передвижные агрегаты ТО недостаточно приспособлены к работе в полевых условиях по экологическим требованиям. В частности, при выполнении моечной операции используется вода, которая после мойки не возвращается в емкость агрегата по замкнутому циклу, а остается в поле. Мойка центробежного очистителя осуществляется в открытой ванне с дизельным топливом, конструкция которой не исключает возможности попадания топлива в почву. При заправке машин маслом возможны утечки из-за нарушения технических требований к выполнению этой операции или негерметичности соединений. В случае отказа заправочного устройства имеют место утечки масла в поле в объеме до 100 л и более.

Разумеется, что с точки зрения экологической безопасности современные средства ТО машин должны полностью исключать попадание нефтепродуктов в почву. Однако осуществить это технически почти невозможно, во-первых, вследствие недостаточной надежности устройств (их отказы неизбежны по объективным причинам) и, во-вторых, из-за ошибок, а нередко и из-за низкой технической культуры оператора.



#### **4 ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА БАЗЕ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

Проблемы создания технических средств (изделий), как и средств технического обслуживания (ТО) машин, настолько многообразны и объемны, что вполне могут быть вынесены на отдельное рассмотрение. Например, в их состав могут входить проблемы организации, технологии, финансирования, стандартизации, патентования и многие другие. В связи с этим проблема создания средств обслуживания далее представлена как научно-техническая – в виде особенностей экспериментального исследования этих средств. Они обусловлены развитием рынка средств, что в свою очередь приводит к необходимости их разработки на базе новых технических решений, прежде всего, изобретений. Поскольку технических решений по отдельно взятому средству может быть несколько, то их выбор практически может быть осуществлен только на основе экспериментальных исследований. Кроме того, в процессе создания средств всегда возникает необходимость оценки уровня их технического совершенства, что требуется при разработке инновационных проектов. В совокупности эти вопросы и составляют проблему создания средств на базе новых технических решений.

В целом, создание средств ТО машин – это научно-техническая проблема, в основе которой сложный, длительный и вероятностный процесс, включающий в себя разработку опытных образцов на базе новых технических решений, их экспериментирование, выбор, апробацию на рынке и, в случае успеха, постановку на производство с последующей реализацией продукции потребителю. Более подробно основные аспекты данной проблемы изложены в подразделах, приведенных ниже.

#### 4.1 Особенности экспериментального исследования в связи с развитием рынка средств технического обслуживания

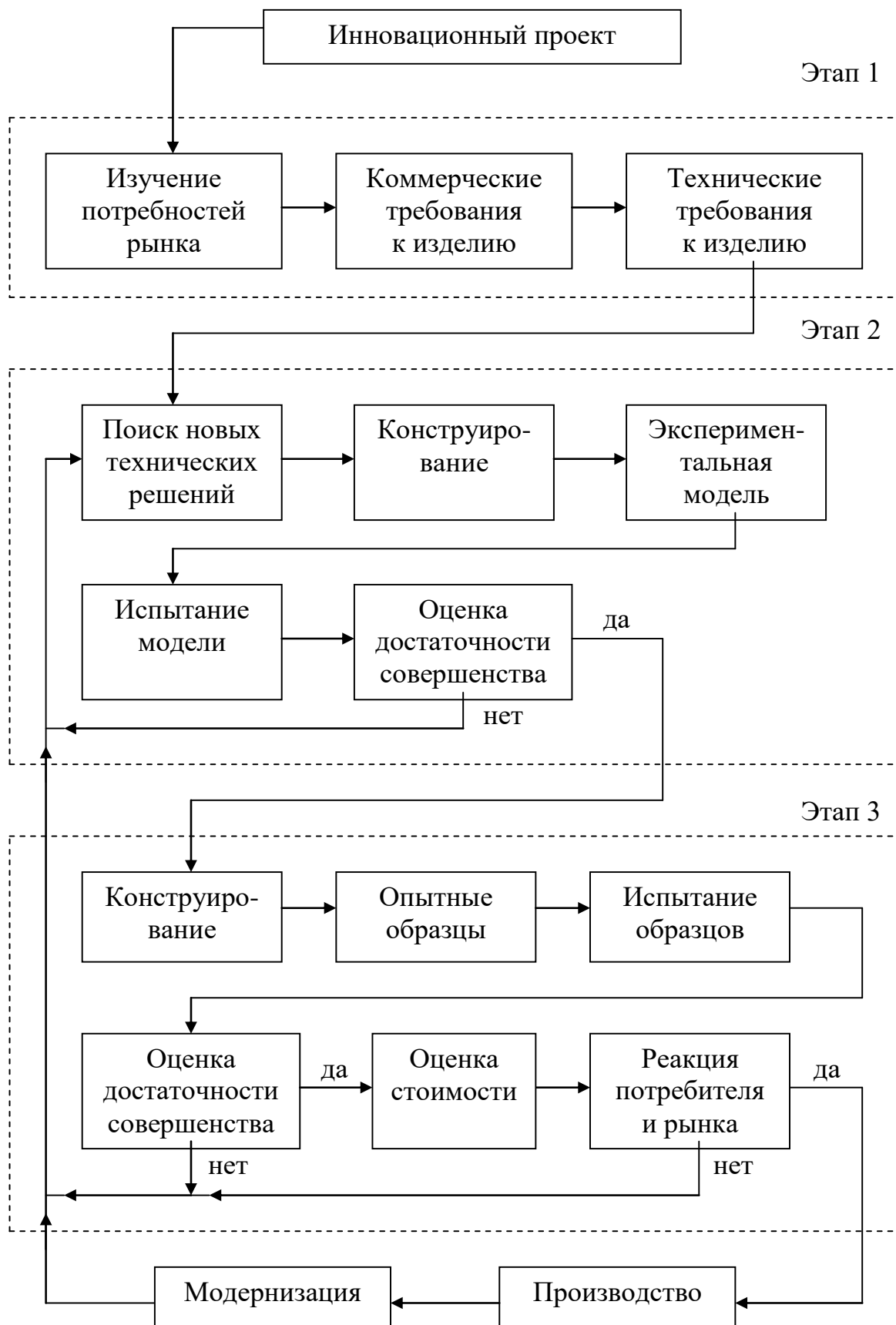
В современных экономических условиях экспериментальные исследования средств технического обслуживания машин, как и других изделий, являются составной частью процесса «воплощения идеи в изделие».

Поэтому для выявления особенностей экспериментального исследования вначале дадим наиболее общую или комплексную характеристику данного процесса. Современная практика создания промышленных средств ТО, например технических средств диагностирования (приборов), представлена в виде следующей логической модели (рис. 4.1). Она разработана на основе обобщения многолетнего научно-производственного опыта автора.

В целом, процесс создания средств ТО (далее для простоты изложения будем говорить о приборе, понимая под ним средства ТО) состоит из трех этапов. Вместе с тем поэтапная логическая разбивка процесса не всегда соответствует разбивке по времени. Например, экспериментальная модель уже может быть изготовлена и проверена. В этом случае она может являться первопричиной и основанием для формирования и реализации инновационного проекта. В дальнейшем проанализируем эти этапы.

*Этап первый* - формирование коммерческих и технических требований к изделию. На этом этапе нужно определить, какой именно прибор требуется. Решение этого вопроса может иметь характер предварительных изысканий в виде литературного и патентного поиска, а также изучения рекламы. На этом этапе формируется или уточняется идея прибора. Конечным результатом изучения потребностей рынка должно быть составление коммерческих и технических требований к прибору.

*Этап второй* - создание модели прибора и ее экспериментальное исследование. Заметим, что в данном случае модель - это образец,



**Рисунок 4.1 - Логическая модель реализации инновационного проекта с элементами экспериментальных исследований**

служащий эталоном для серийного или массового воспроизведения. Этап начинается с поиска новых технических решений и завершается испытанием на работоспособность. Если уровень совершенства прибора достаточный, то переходят к следующему этапу, нет - возвращаются к поиску новых технических решений и вносят изменения в модель прибора. Практически на этом этапе создают и проверяют в работе изобретение, положенное в основу модели.

*Этап третий* - создание опытных образцов, их экспериментальное исследование и апробация на рынке. На этом этапе в конечном итоге должна быть получена производственная конструкция прибора. Если прибор не обладает таким уровнем совершенства, то возвращаются к началу второго этапа. Если конструкция в этом плане не вызывает сомнений, то производят окончательную оценку стоимости прибора и изучают реакцию потребителя и рынка. Если реакция рынка положительна, запускают производство прибора, нет - продолжают его совершенствование с целью снижения стоимости.

Из проведенного анализа представляется возможным выявить следующие особенности экспериментального исследования, обусловленные развитием рынка средств ТО.

1. Исследования направлены на создание изделия, обладающего наилучшими эксплуатационными свойствами. Его габаритные размеры, масса и основные параметры должны иметь предельные значения при высокой надежности и низкой стоимости. Эти параметры обычно определяют уровень технического совершенства прибора.

2. Объем исследований всегда ограничен. С повышением затрат времени и средств на исследование повышается стоимость разработки и изделия, что также может привести к отрицательной реакции потребителя и рынка. С другой стороны, чем больше затраты времени

на исследования, тем выше вероятность того, что проект будет успешным.

3. Исследования выполняются с перерывами на создание или уточнение конструкции экспериментальных моделей, но при этом они востребованы в течение всего времени реализации проекта, в том числе и после постановки изделия на производство - при модернизации.

Таким образом, нами рассмотрены экспериментальные исследования, целью которых является создание средств ТО. Вместе с тем, также в связи с развитием рынка, в настоящее время востребованы сравнительные исследования, цель которых - выбор средства ТО (прибора) из множества аналогичных.

#### **4.2 Методика оценки технических решений на основе экспериментальных исследований**

*Термины и определения*, используемые в данной методике.

Технические решения (объекты изобретений) - устройство, способ. При этом следует иметь в виду, что к техническим решениям также относятся полезные модели, объектом которых является только устройство.

Устройство (прибор, стенд, установка, сооружение) - конструктивный элемент или совокупность конструктивных элементов, находящихся в функционально-конструктивном единстве.

Способ - процесс выполнения взаимосвязанных действий над материальным объектом и с помощью материальных объектов. Применительно к ТО машин - это процесс диагностирования и выполнения других операций обслуживания, например, моечных, смазочных, регулировочных и т. д. с использованием соответствующих технических средств. Для более полного понимания: метод - форма осуществления способа, методика - совокупность действий по практическому выполнению чего-либо.

Оценка технического решения - мера отклонения значений параметров модели от значений тех же параметров прототипа.

Техническое решение правильное или верное - это такое решение, которое обеспечивает достижение цели или соблюдение технических требований.

Техническое решение неправильное или неверное - это такое решение, которое не обеспечивает достижение цели или соблюдение технических требований.

Цель технического решения - получение положительного технического результата.

Технический результат - это изменение технико-экономических, экологических и других показателей или получение новых возможностей при реализации технического решения.

*Объект исследований* - процесс функционирования устройства, выполненного на основе технического решения или применяемого в соответствии с техническим решением. В первом случае техническое решение относится к устройству, во втором - к способу. Если техническое решение представляет собой и устройство, и способ, то объектом исследования также является процесс функционирования устройства, но при одновременном его применении в соответствии с техническим решением на способ.

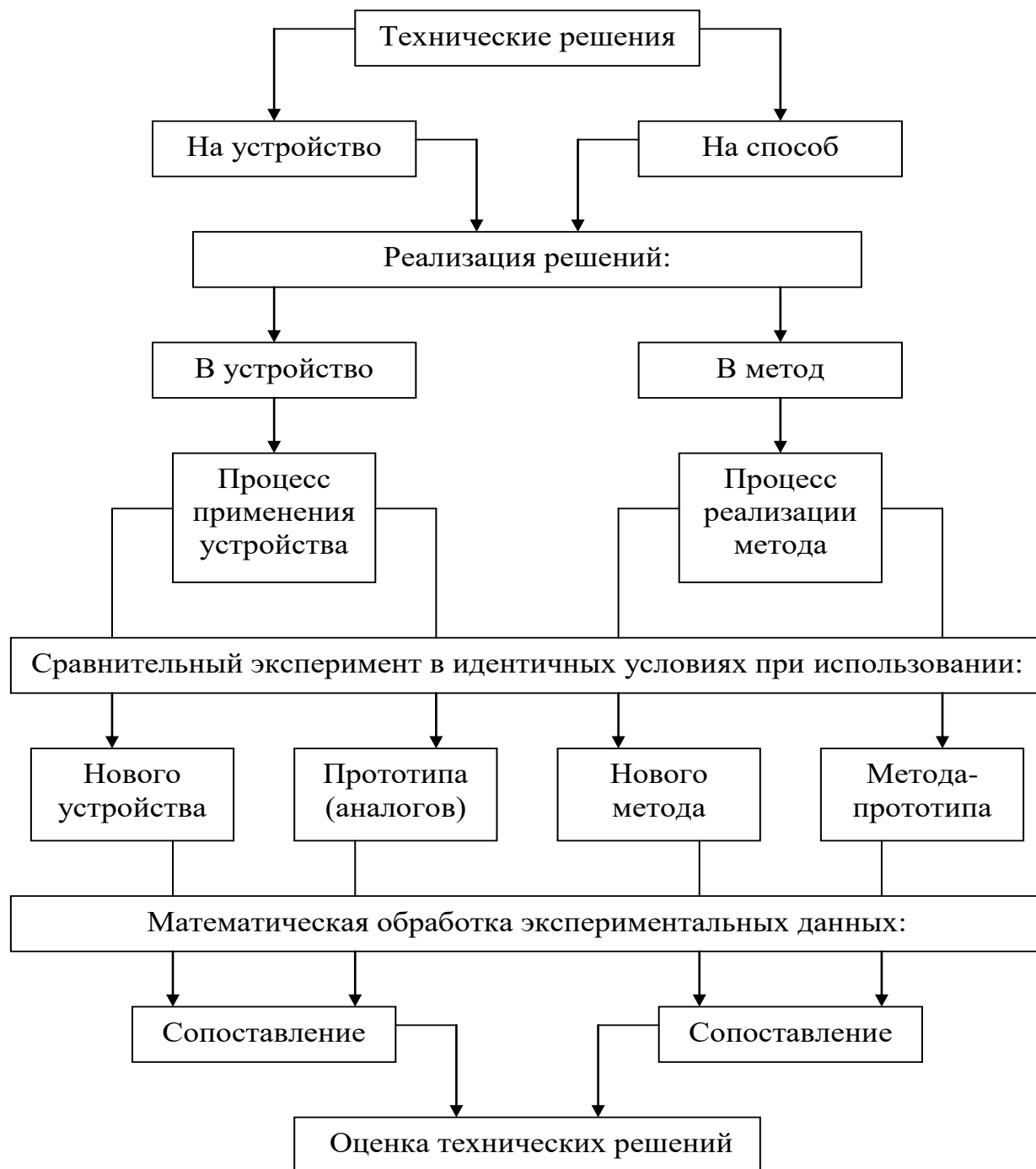
При сравнительных испытаниях в идентичных условиях объектом исследований является устройство или способ, либо устройство и способ.

*Цель исследований* - подтверждение и оценка правильности технического решения.

*Задачи исследований* - выполнить сравнительные экспериментальные исследования и сделать соответствующие оценки о правильности технического решения.

Порядок решения задач следующий (рис. 4.2).

1. Технические решения на устройство и способ формально реализуют соответственно в устройство и в метод.
2. Выбирают один или несколько сопоставляемых параметров.



**Рисунок 4.2 - Технические решения и их оценка на основе экспериментальных исследований**

3. Планируют число испытываемых объектов и число опытов.
4. Обеспечивают идентичность условий испытаний.
5. Выполняют требуемое число опытов и фиксируют полученные результаты - количественные характеристики.

6. Производят математическую обработку экспериментальных данных.

7. Определяют уровень достижения технического результата по формулам:

$$\Delta O = |\bar{O}_i - \bar{O}_i|, \quad (4.1)$$

$$\delta_o = \frac{\Delta O}{\bar{O}_i} \cdot 100, \quad (4.2)$$

где  $\Delta O$ ,  $\delta_o$  - абсолютный и относительный (в %) уровень достижения технического результата;  $\bar{O}_i$ ,  $\bar{O}_i$  - средние значения параметров, полученные при испытании прототипа (аналогов) и образца или метода-прототипа и нового метода. Кроме того,  $\Delta O$  является модулем разности - абсолютной величиной разности между эмпирическими средними  $\bar{O}_i$  и  $\bar{O}_i$ .

8. Находят существенность расхождения между двумя средними  $\bar{O}_i$  и  $\bar{O}_i$  [106].

Для этого вычисляют:

$$S = \sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2}{N_1 + N_2 - 2}}, \quad (4.3)$$

$$t = \sqrt{\frac{N_1 \cdot N_2}{N_1 + N_2}} \cdot \frac{\Delta}{S}, \quad (4.4)$$

где  $S$  - среднее квадратическое отклонение объединенной выборки;  $S_1$ ,  $S_2$  и  $N_1$ ,  $N_2$  - средние квадратические отклонения и объемы выборок, соответствующие  $\bar{O}_i$  и  $\bar{O}_i$ ;  $\Delta = \Delta O$ .

Затем определяют  $\hat{e} = N_1 + N_2 - 1$  и с учетом вычисленного по (4.4) значения  $t$  по таблице вероятностей  $S(t)$  для критерия  $t$  Стьюдента находят  $S(t)$ .

В завершение делают оценку: существенно ли отличается  $\bar{O}_i$  от  $\bar{O}_i$  или это отклонение является случайным. При этом находят вероятность того, что полученная разность между двумя средними является случайной:

$$P(|\tilde{o}_1 - \tilde{o}_2| \geq \Delta) = 2[1 - S(t)] = 0, \quad (4.5)$$

где  $\tilde{o}_1$  и  $\tilde{o}_2$  соответствуют  $\bar{O}_i$  и  $\bar{O}_i$ .



Если вероятность  $D \approx 0 \ll 0,05$ , то расхождение между двумя средними  $\bar{D}_i$  и  $\bar{D}_i$  существенно.

При необходимости существенность отличий определяют по критерию Романовского [106].

В целом, данная методика предусматривает испытания на выявление соответствия моделей (образцов) и процессов техническим и технологическим требованиям. Если технический результат отрицательный или несущественный, то предпринимают новый поиск технических решений, либо организуют опытное изучение процессов, происходящих в устройствах.

### **4.3 Методика оценки уровня технического совершенства средств на основе функции Харрингтона**

*Объект исследований* - совокупность аналогичных по назначению технических средств (далее - приборов), например, компрессометров, люфтверов и других изделий.

*Цель исследований* - определение уровня технического совершенства прибора или выявление его «слабых мест».

*Задачи исследований* - оценить уровень технического совершенства разрабатываемого прибора в сопоставлении с аналогичными устройствами; выявить возможности дальнейшего повышения уровня совершенства разрабатываемого прибора.

Порядок решения задач - на основе применения функции желательности Харрингтона [27, 53, 137].

1. Принимают к рассмотрению единичные показатели технического совершенства прибора.

Единичные показатели - универсальность, погрешность измерений, трудоемкость диагностирования или измерений параметра, коэффициент доступности, масса, габариты и другие.

2. Формируют шкалу оценки уровня технического совершенства в соответствии с табл. 4.1.

3. Значения каждого из параметров оптимизации ( $\acute{o}_i$ ) переводят в соответствующие желательности ( $d_i$ ). При этом учитывают ограничения.

4. Для каждого единичного  $i$ -параметра принимают односторонние ограничения:

$$\acute{o}_i \geq \acute{o}_{i\grave{o}i\grave{n}}, \quad \acute{o}_i \leq \acute{o}_{i\grave{o}a\grave{o}}, \quad (4.6)$$

где  $\acute{o}_{i\grave{o}i\grave{n}}$ ,  $\acute{o}_{i\grave{o}a\grave{o}}$  - минимальное и максимальное значение параметра  $\acute{o}_i$ .

**Таблица 4.1 - Шкала желательности - уровень технического совершенства**

Шкала желательности - нормированные значения $d_i$	Уровень технического совершенства, соответствующий $d_i$
1,00	Максимально возможный
1,00 - 0,80	Превосходный
0,80 - 0,60	Хороший
0,60 - 0,37	Достаточный
0,37	Допустимый или заданный
0,37 - 0	Недопустимый
0	Нежелательный

5. С учетом условий (4.6) функция желательности имеет вид:

$$d_i = e^{-(e^{-\acute{o}_i})}, \quad (4.7)$$

где  $e$  - основание натурального логарифма;  $\acute{o}_i$  - некоторая безразмерная величина, связанная с  $\acute{o}_i$ .

6. По найденным значениям  $d_i$  находят обобщенную функцию желательности  $D$ :

$$D = \sqrt[q]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \cdot \dots \cdot d_q}, \quad (4.8)$$

где  $q$  - число принятых во внимание параметров.

7. Определяют значения заданного и желаемого уровней совершенства. При этом заданный уровень (при  $d_i = 0,37$ , табл. 4.1) принимают по техническим требованиям к прибору либо по

фактическим значениям параметров. В качестве желаемого уровня принимают лучший образец отечественного или иностранного производства, либо условный (несуществующий) образец, имеющий максимально возможный уровень совершенства (предпочтительно - при  $d_i = 0,95$ ) по всем сравниваемым параметрам. При этом заданный уровень совершенства  $d_i = 0,37$  всегда соответствует  $\acute{o}_i = 0$ , а  $d_i = 0,95$  также всегда соответствует  $\acute{o}_i = 3$ .

8. Составляют таблицу реперных точек для установления связи между  $\acute{o}_i$ ,  $d_i$  и  $\acute{o}'_i$ , которые отмечают по каждому параметру для двух уровней совершенства - для заданного и желаемого.

9. Переводят значения  $\acute{o}_i$  в  $d_i$ . Для этого строят график функции (4.7) Харрингтона  $d_i = f(\acute{o}_i)$  или находят его стандартную (готовую) форму. Используя таблицу реперных точек, на поле графика строят прямые по каждому параметру  $\acute{o}_i$ . Затем по этим прямым и графику функции Харрингтона находят соответствующие значения  $d_i$ .

10. По найденным для каждого прибора значениям  $d_i$  вычисляют обобщенную функцию желательности  $D$  (4.8), которая и является оценкой уровня технического совершенства данного устройства.

11. На основе анализа полученных результатов выявляют возможность дальнейшего повышения уровня совершенства разрабатываемого прибора. При этом последовательно изменяют значения параметров  $\acute{o}_i$  и получают соответствующие значения  $d_i$ , по которым затем вновь вычисляют  $D$  и принимают решения по совершенствованию прибора.

## **5 ПРОБЛЕМА ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ МАШИН**

### **5.1 Требования охраны окружающей среды и их исполнение на практике**

При анализе требований охраны окружающей среды будем исходить из того, что они предъявлены в соответствии с задачами сельского хозяйства. Другими словами: требования охраны окружающей среды должны способствовать решению задач производства не только сегодня, но и в перспективе.

Главная задача сельскохозяйственного производства состоит в том, чтобы на основе дальнейшего развития науки, техники и технологий обеспечить население страны дешевым и качественным (экологически чистым) продовольствием и таким же сырьем для восстановления легкой промышленности. Кстати, сегодня в России эта задача решена не более чем наполовину. Непременным условием решения этой задачи является сохранение окружающей среды, а точнее – всех земельных ресурсов нашей страны. Вот мнение по этому вопросу академика РАСХН А. И. Завражного: «Природу надо и охранять, и использовать; между этими подходами нет принципиального противоречия. Охрана природных ресурсов осуществляется в процессе их использования. Это две стороны одного и того же явления – отношения человека к природе» [98, с. 374].

Известно, что в современных социально-экономических условиях продолжается процесс индустриализации сельскохозяйственного производства как в мире в целом, так и в нашей стране, который характеризуется, с одной стороны, ростом численности мобильных машин (автомобилей, тракторов, комбайнов), а с другой – интенсивностью их использования.

В связи с этим в практике эксплуатации машинно-тракторного парка (МТП) усиливается роль технического обслуживания (ТО)

как основного элемента технической эксплуатации – процесса обеспечения и поддержания работоспособности или исправности машин. Одновременно возрастает и объем работ по ТО машин. Поэтому в новом стандарте ГОСТ 20793-2009 по правилам ТО впервые (в сравнении с аналогичным предшествующим стандартом ГОСТ 20793-81) приведены требования охраны окружающей среды при техническом обслуживании тракторов и самоходных машин. Представим и прокомментируем их.

Требования охраны окружающей среды входят в раздел 6 «Требования безопасности» и состоят из пяти пунктов, каждый из которых сформулирован в одном предложении, причем со ссылками на другие стандарты. (Поскольку эти требования в ГОСТ 20793-2009 изложены достаточно кратко, то ниже они приводятся без изменений и с той же нумерацией, но с поясняющим словом «Требование». При этом стандарты в требованиях дополнены ссылками на литературные источники, а ссылки в них – соответствующими источниками).

*Требование 6.6.1.* Перед снятием с трактора или машины агрегатов жидкость, находящуюся в них, сливают в специальные закрытые емкости по ГОСТ 12.2.002, ГОСТ 12.2.019, ГОСТ 18523, ГОСТ 18 524.

Данное требование направлено на предотвращение попадания жидкости, находящейся в агрегатах машин, на оператора и в почву. К такой жидкости, например в тракторах, обычно относятся топливно-смазочные материалы и охлаждающие жидкости.

*Требование 6.6.2.* Технические выбросы, удаляемые местными отсосами от технологического оборудования, ядовитые газы, пары, которые выделяются при техническом обслуживании тракторов и машин, подвергают очистке перед выбросами их в атмосферу, с тем, чтобы концентрация вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, не превышала допустимого предела санитарных норм, указанных в ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 17.2.2.02, ГОСТ 17.2.2.05.

Это требование предусматривает защиту атмосферы от ядовитых газов и паров. Следует отметить, что при ТО отечественных тракторов к ядовитым газам можно отнести отработанные газы (ОГ) двигателей внутреннего сгорания, к парам – пары бензина, электролитов для аккумуляторных батарей, а также красителей, растворителей, моющих средств. При ТО в полевых условиях подвергать очистке отработанные газы и пары бензина, используемого в пусковых двигателях, не требуется, поскольку их концентрация находится на том же уровне, как и при использовании машин по назначению. При этом указанные вещества, которые могли бы выделять ядовитые пары, обычно при ТО в поле не применяются. Поэтому нет соответствующих рекомендаций и в руководствах по эксплуатации этих машин. При организации ТО в стационарных условиях, например при поточном методе обслуживания, соблюдение требования 6.6.2 может быть обязательным.

*Требование 6.6.3.* Отходы производства хранят в специальной таре, в местах, предназначенных для этой цели, согласно санитарным правилам и нормам СанПиН 2.1.7.1322-03.

Такое требование в большей степени касается гигиены и экологической культуры, хотя и относится к утилизации отходов производства. К отходам при ТО машин относятся: топливо, сливаемое из полостей машин в виде отстоя; отработанные масла и другие рабочие жидкости; отложения в центробежных маслоочистителях; топливо для промывки фильтроэлементов; фильтры и другие конструктивные элементы, сменяемые при обслуживании машин; обтирочные материалы (ветошь).

*Требование 6.6.4.* Хранение и перевозку материалов и веществ с опасными и вредными выделениями осуществляют способами, исключающими их попадание в почвы, водоёмы, канализацию, водопроводную систему, травмирование, интоксикацию, загрязнение, возгорание, взрыв или другие неблагоприятные последствия по ГОСТ 12.1.005, СанПиН 2.1.7.1322-03.

Оно устанавливает правила хранения и перевозку материалов и веществ с опасными и вредными выделениями. В нашем исследовании к таким материалам и веществам относятся отходы при ТО машин, которые отмечены выше при рассмотрении требования 6.6.3.

*Требование 6.6.5.* Производственные (рабочие, монтажные) площадки, на которых выполняют работы по ТО тракторов и машин, должны соответствовать требованиям санитарных правил и норм согласно СанПиН 2.2.4.548-96.

Это гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, которыми при обслуживании машин являются стационарные объекты (посты, пункты, станции ТО), а также полевые площадки (станы).

Таким образом, требования охраны окружающей среды при техническом обслуживании тракторов и самоходных машин установлены ГОСТ 20793-2009 [23]. На следующем этапе из всех этих требований выделим такие, которые относятся только к проведению ТО в полевых условиях. Одновременно с этим попытаемся ответить на вопрос: соблюдаются ли требования охраны окружающей среды по ГОСТ 20793-2009 на практике – в сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области?

Для того чтобы дать ответ на этот вопрос, нами проведено выборочное обследование хозяйств Иркутской области по методике, заимствованной в работе [136]. На первом этапе оно заключалось в следующем.

Путем случайной выборки было принято под наблюдение 36 предприятий (18,8 % от всех хозяйств области, число которых принято равным 191 по источнику [143]), в каждом из которых был проведен опрос инженеров, а в их отсутствии - лиц, ответственных за эксплуатацию тракторов, на предмет соблюдения требований охраны окружающей среды при ТО тракторов в полевых условиях. При этом каждому эксперту были заданы одни и те же вопросы в соответствии с табл. 5.1. Одновременно с этим было проведено

наблюдение за действиями оператора при выполнении операций ТО в полевых условиях (табл. 5.2).

Результаты экспертного опроса и наблюдения обработаны и представлены соответственно в табл. 5.1 и табл. 5.2. Они показывают следующее.

Специалисты сельскохозяйственных предприятий Иркутской области (78 %) не знают требования ГОСТ 20793-2009 по охране окружающей среды при ТО машин в полевых условиях, 86 % специалистов не имеют представления о применении в процессе обслуживания специальных технических средств в соответствии с требованиями этого стандарта. При этом 74 % специалистов (почти все) считают, что требования охраны окружающей среды в их хозяйствах соблюдаются. Получается, что инженеры даже и не знают о своих нарушениях. Более того, для них – это норма.

**Таблица 5.1 – Результаты экспертного опроса специалистов по вопросам, касающимся уровня знаний требований охраны окружающей среды при ТО тракторов, их исполнения и контроля**

Вопросы	Ответы экспертов % от суммы	
	положительные	отрицательные
Известны ли Вам требования охраны окружающей среды при ТО тракторов в поле?	<u>да</u> 22 %	<u>нет</u> 78 %
Имеются ли в Вашем хозяйстве какие-либо специальные технические средства ТО машин в соответствии с требованиями окружающей среды по ГОСТ 20793-2009?	<u>да</u> 14 %	<u>нет</u> 86 %
Считаете ли Вы, что эти требования соблюдаются в Вашем хозяйстве?	<u>да</u> 74 %	<u>нет</u> 26 %
Осуществляется ли контроль соблюдения требований охраны окружающей среды при ТО тракторов в Вашем хозяйстве:		
а) администрацией хозяйства;	<u>да</u> 5 %	<u>нет</u> 95 %
б) органами Гостехнадзора?	<u>да</u> 2 %	<u>нет</u> 98 %



**Таблица 5.2 – Результаты наблюдения за действиями оператора при выполнении операций ТО в полевых условиях**

Контролируемые действия оператора при выполнении операций ТО в поле	Варианты исполнения:	
	не отвечает требованиям, % случаев	отвечает требованиям, % случаев
Слив отстоя топлива из фильтров и топливных баков	Сливают на почву, 92 %	Сливают в канистры, 8 %
Слив отработанного масла из картера двигателя	Сливают на почву, 34 %	Сливают в канистры, 66 %
Удаление отложений из центробежных маслоочистителей	Удаляют на почву, 96 %	Удаляют в емкость и направляют на утилизацию, 4 %

Вместе с тем результаты наблюдения за действиями оператора при выполнении операций ТО в полевых условиях (табл. 5.2) подтверждают результаты экспертного опроса (табл. 5.1). Так, отстой топлива из фильтров и топливных баков сливают на почву в 92 случаях из 100, отложения из центробежных очистителей удаляют также на почву в 96 случаев из 100. Даже отработанное масло из картера двигателя сливают в почву, что составляет 34 % - это третья часть всего сливаемого масла в поле.

Таким образом, инженеры по технической эксплуатации в большинстве своем (86 % - почти все) не знают требования охраны окружающей среды при ТО машин в поле по ГОСТ 20793-2009. При этом 74 % из них считают, что эти требования соблюдаются, то есть они вовсе не намерены их признавать и соблюдать. Данная ситуация осложняется еще и тем, что за соблюдением требований охраны окружающей среды нет контроля как со стороны администрации хозяйств, так и Ростехнадзора. В результате 92 % отстоя топлива из фильтров и топливных баков сливают на почву, отложения из центробежных очистителей удаляют также на почву в 96 случаев из 100, третью часть (34 %) всего заменяемого

моторного масла в полевых условиях также сливают в почву, без применения каких-либо емкостей.

## **5.2 Экологическая оценка технического обслуживания**

Оценка экологической опасности тракторов по основным показателям экологического воздействия необходима как для оценки экологического уровня производства тракторов, так и для оценки экологической культуры технической эксплуатации машин, а также для оценки фактического уровня их экологической безопасности. Эти же оценки предназначены для обоснования мер административного и экономического воздействия на производителей и эксплуатационников в целях сдерживания и постепенного уменьшения травмирования природы и общества машинами [142, с. 838].

При этом следует учесть, что отечественные сельскохозяйственные тракторы по техническому уровню многократно отстают от тракторов, выпускаемых зарубежными фирмами. Учитывая, что в сегодняшних условиях «дикого рынка» большая часть эксплуатируемых машин находится в технически неисправном состоянии, то сельскохозяйственный трактор (как и любая самоходная сельскохозяйственная машина) становится источником повышенной опасности для окружающей среды и для человека в первую очередь [142, с. 796].

Экологическая оценка машин, технологий, процессов, в том числе и технического обслуживания машин может быть осуществлена по двум основным обобщающим (интегральным) показателям, к которым относятся экологическая опасность и экологическая безопасность. При этом экологическая безопасность – это величина, обратная экологической опасности [142]. Кроме того, экологическая оценка возможна и по единичным экологическим показателям (параметрам), которыми, например, являются [41, 142]: удельные выбросы CO, CH и N<sub>x</sub> в отработанных

газах (ОГ) дизелей согласно ГОСТ 17.2.2.05; дымность ОГ дизеля по ГОСТ 17.2.2.02; содержание СО и СН бензиновых ДВС согласно ГОСТ 17.2.2.03; утечки моторного, трансмиссионного и гидравлического масла, дизтоплива, охлаждающей жидкости, электролита и др.

Теперь попытаемся разобраться в теории экологической оценки машин. При этом сразу внесем ясность в наш вопрос: такой теории для ТО машин в сельском хозяйстве на данное время нами не найдено. Вместе с тем в нашей стране осуществляется экологическая оценка мобильных машин на стадии государственных приемочных испытаний (ГПИ) и сертификации. Представим и проанализируем их в дальнейшем.

Известно, что существующие в настоящее время интегральные экологические показатели, к которым относятся коэффициенты опасности и безопасности, представляют собой сумму экологических параметров (в других источниках их также называют показателями), отнесенных к их нормативным значениям [142, с. 840, 841], которые представляют собой некую сравнительную базу. В целом, это так. Однако здесь есть некоторые исключения (отличительные особенности).

Для их выявления на первом этапе приведем и проанализируем исходное выражение интегрального коэффициента безопасности  $K_{ЭБ}$  из практики ГПИ и сертификации [142, с. 840, 841]:

$$K_{ЭБ} = \left[ K_{II} \frac{U_i}{U_{Oi}} + \sum K_{меч.i} + K_N \frac{N_i}{N_{Oi}} + K_{CO} \frac{g_{COi}}{g_{OCOi}} + K_{CH} \frac{g_{CHI}}{g_{OCHI}} + \right. \quad (5.1)$$

$$\left. + K_{NOx} \frac{g_{NOxi}}{g_{ONOXi}} + K_1 \frac{I_{1i}}{I_{01}} + K_2 \frac{I_{2i}}{I_{02}} + K_3 \frac{I_{3i}}{I_{03}} + K_4 \frac{I_{4i}}{I_{04}} + K_5 \frac{I_{5i}}{I_{05}} + K_{omx} \right]^{-1},$$

где в правой части буквой  $K$  с индексами обозначены коэффициенты эколого-экономической весомости экологических параметров в общей экологической безопасности эксплуатации МТП:  $K_{II}$  - механического разрушения почвы;  $\sum K_{меч.i}$  - загрязнения нефтепродуктами;  $K_N$  - дымностью отработанных газов (ОГ);  $K_{CO}$  -

выбросами окиси углерода;  $K_{CH}$  - выбросами углеводородов;  $K_{NOx}$  - выбросами окислов азота;  $K_1, K_2$  - внутренним и внешним шумом;  $K_3, K_4$  - коэффициенты, учитывающие вибрации, передаваемые на рабочее место оператора и на органы управления машиной;  $K_5$  - шум при пуске пускового двигателя;  $K_{omx}$  - весомоть технологических отходов.

В порядке обобщения заметим, что уравнение (5.1) получено исходя из того, что коэффициент экологической безопасности  $K_{эб}$  является величиной, обратной коэффициенту экологической опасности  $K_{эо}$  —

$$K_{эб} = \frac{1}{K_{эо}}. \quad (5.2)$$

Поэтому после квадратной скобки в правой части уравнения (5.1), за квадратной скобкой, указана первая степень со знаком минус, что соответствует выражению (5.2). Это свидетельствует о том, что коэффициенты  $K_{эо}$  и  $K_{эб}$  имеют одно и то же содержание.

Далее. В уравнении (5.1), в его правой части, представлено 12 слагаемых, 10 из которых, а к ним относятся первое и с третьего по одиннадцатое слагаемые, имеют одну и ту же форму и составлены на основе применения (произведений) коэффициентов эколого-экономической весомоти  $K_x$  и отношений  $\frac{X_{III}}{X_{HI}}$ , что в совокупности по каждому названному элементу имеет вид:

$$Y_x = K_x \frac{X_{III}}{X_{HI}}, \quad (5.3)$$

где  $Y_x$  - слагаемые уравнения (5.1) на основе произведений  $K_x$  и  $\frac{X_{III}}{X_{HI}}$ ;  $X_{III}, X_{HI}$  - измеренное и соответствующее нормативное значение параметра. Отметим при этом, что к параметрам типа  $Y_x$  относятся такие, по которым представляется возможным получить нормативные значения. К ним, исходя из уравнения (5.1), относятся параметры с коэффициентами весомоти:  $K_{II}$  - механического

разрушения почвы;  $K_N$  - дымностью отработанных газов (ОГ);  $K_{CO}$  - выбросами окиси углерода;  $K_{CH}$  - выбросами углеводородов;  $K_{NOx}$  - выбросами окислов азота;  $K_1, K_2$  - внутренним и внешним шумом;  $K_3, K_4$  - коэффициенты, учитывающие вибрации, передаваемые на рабочее место оператора и на органы управления машиной;  $K_5$  - шум при пуске пускового двигателя.

Другие два параметра в этом уравнении (5.1), третий и двенадцатый, существенно отличаются от (5.3) и представляют собой простую форму коэффициентов весомости  $K_x$ , которые не связаны с отношениями  $\frac{X_{Hi}}{X_{Hi}}$ . К таким параметрам относятся  $\sum K_{меч.i}$  - загрязнения нефтепродуктами, а также  $K_{отх}$  - весомость технологических отходов. Данный подход к их оценке обусловлен тем, что утечки ТСМ при ТО, как и загрязнения рабочих мест отходами не допустимы вовсе. Поэтому не может быть и речи о разработке нормативов на них. С другой стороны, здесь явно допущены упущения: применяемые коэффициенты весомости не являются физическими величинами и поэтому не подлежат инструментальному измерению (контролю). Эти коэффициенты получают на основе экспертных оценок, что вряд ли обеспечивает их достаточную точность и необходимую достоверность.

На завершающем этапе рассмотрения данного вопроса (он касается экологической оценки ТО машин) представим известные способы оценки экологической опасности (безопасности) ТО тракторов в полевых условиях, которые разработаны под руководством автора в ФГБОУ ВО «Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского» [73, 74].

*Способ определения экологической безопасности технического обслуживания автотранспортных машин – изобретение РФ по патенту № 2519287 [73].*

Задачей изобретения является создание способа определения экологической безопасности технического обслуживания автотранспортных машин.

Сущность изобретения заключается в том, что материал, используемый при техническом обслуживании машины, фиксируют на экран, размещенный под этой машиной. После проведения технического обслуживания производят оценку наличия пятен на экране, образовавшихся от попадания на него материалов при обслуживании. При этом находят суммарную массу материалов на экране, по которой затем определяют экологическую безопасность технического обслуживания машины.

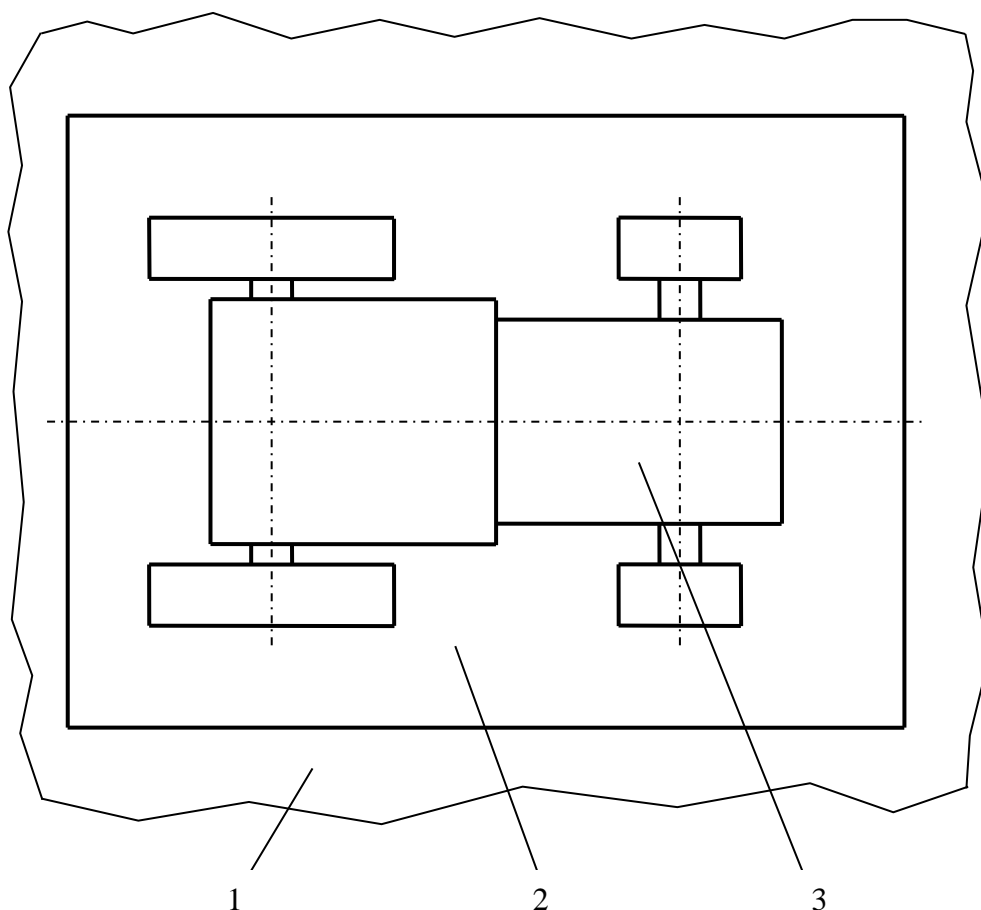
На рис. 5.1 показан способ определения экологической безопасности технического обслуживания автотранспортных машин (вид сверху на обслуживаемый трактор, под которым размещен экран). Этот способ может быть осуществлен, например, в гаражных условиях следующим образом.

Очищают площадку технического обслуживания машин и просушивают ее. На основании 1 площадки устанавливают машину, например, трактор 3, под который затем устанавливают экран 2 с возможностью фиксации материалов, попадающих на него в процессе обслуживания машины. Проводят техническое обслуживание машины. В завершение обслуживания снимают экран 2. Производят оценку наличия пятен на экране, образовавшихся от попадания на него материалов при обслуживании машины. При этом все пятна подразделяют по отношению к материалам, например, к бензину, дизельному топливу, маслу моторному и трансмиссионному, к охлаждающей жидкости, электролиту. Затем планиметром измеряют площадь этих пятен.

В результате находят суммарную массу материалов на экране по формуле

$$Q_M = \sum_{i=1}^k S_{Ci} q_{Mi}, \quad (5.4)$$

где  $Q_M$  - суммарная масса материалов на экране, кг;  $S_{Ci}$  - суммарная площадь пятен  $i$ -того материала (бензина, дизельного топлива, масла, охлаждающей жидкости, электролита),  $m^2$ ;  $q_{Mi}$  - масса  $i$ -того материала в пятне в расчете на единицу его площади,  $kg/m^2$ ;  $k$  - число материалов, применяемых при техническом обслуживании машины (в приведенном примере  $k = 6$ ). Значение  $q_{Mi}$  может быть определено экспериментально: выливают на экран заданное количество по массе  $i$ -того материала, измеряют планиметром площадь образовавшегося пятна, на которую затем делят известную массу материала, и получают  $q_{Mi}$ .



**Рисунок 5.1 – Иллюстрация способов определения экологической безопасности технического обслуживания автотранспортных машин (к изобретениям РФ по патентам № 2519287 [73] и № 2545475 [74]):  
1 – основание; 2 – экран; 3 - трактор**

Сопоставляя полученную суммарную массу материалов  $Q_m$  с допускарным значением, определяют экологическую безопасность технического обслуживания машины.

Предложенный способ позволяет учесть попадание материалов, используемых при техническом обслуживании машины в полевых условиях, на почву и на этой основе оценить экологическую безопасность технического обслуживания данной машины.

*Способ определения экологической безопасности выполнения смазочно-заправочных операций при техническом обслуживании машин – изобретение РФ по патенту № 2545475 [74].*

Задачей изобретения является создание способа определения экологической безопасности выполнения смазочно-заправочных операций при техническом обслуживании машин.

Сущность изобретения заключается в том, что материал, используемый при выполнении каждой смазочно-заправочной операции технического обслуживания машины, фиксируют на экран, размещенный под этой машиной. При этом экран взвешивают до и после проведения каждой операции. После чего по разности результатов взвешивания производят оценку наличия материала на экране. По массе материала на экране определяют экологическую безопасность выполнения каждой смазочно-заправочной операции при техническом обслуживании машины.

Практически этот способ может быть осуществлен, например, в гаражных условиях следующим образом (рис. 5.1).

Очищают площадку технического обслуживания машин и просушивают ее. На основании 1 площадки устанавливают машину, например, трактор 3, под который затем устанавливают экран 2 с возможностью фиксации материалов, попадающих на него в процессе обслуживания машины. Предварительно этот экран взвешивают. Проводят первую операцию из перечня смазочно-заправочных операций, например, слив масла из картера двигателя. После выполнения этой операции экран 2 снимают и взвешивают.



Затем производят оценку наличия материала (масла) на экране по формуле

$$Q_{Mi} = Q_{Эi}^П - Q_{Эi}^Д, \quad (5.5)$$

где  $Q_{Mi}$  – масса материала на экране при выполнении  $i$ -той операции;  $Q_{Эi}^П$ ,  $Q_{Эi}^Д$  – масса экрана до и после проведения  $i$ -той операции. По массе материала на экране  $Q_{Mi}$  определяют экологическую безопасность выполнения операции, приведенной для примера. Для этого полученную массу материала  $Q_{Mi}$  сопоставляют с допусаемым значением. Аналогичным образом определяют экологическую безопасность других смазочно-заправочных операций.

Предложенный способ позволяет определить экологическую безопасность каждой смазочно-заправочной операции, выполняемой при техническом обслуживании машины.

В результате рассмотрения данного подраздела можно сказать следующее. В нашей стране осуществляется экологическая оценка мобильных сельскохозяйственных машин на стадии государственных приемочных испытаний (ГПИ) и сертификации. Экологическая оценка машин представляется возможной как по единичным показателям, к которым, например, относятся выбросы вредных веществ с отработанными газами (ОГ), дымность ОГ, утечки топливно-смазочных материалов, так и по обобщающим (интегральным) показателям – экологической опасности и экологической безопасности. Интегральные экологические показатели – это алгебраическая сумма единичных экологических параметров (в других источниках их также называют показателями), отнесенных к их нормативным значениям, которые представляют собой некую сравнительную базу. Получается, что экологическая оценка машин имеет теоретическую основу. Однако к настоящему времени еще не разработана специальная теория, позволяющая выполнить экологическую оценку технического обслуживания машин.

## **6 СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН**

### **6.1 Современные стратегии технического обслуживания машин в сельском хозяйстве**

В общем понимании стратегия технического обслуживания (ремонта) – это система правил (совокупность положений) управления техническим состоянием изделия в процессе технического обслуживания (ремонта). При этом принятые правила и положения основываются на использовании диагностики, теорий прогнозирования, автоматического управления, вероятностей, надежности машин и оптимизации [57].

Стратегия технического обслуживания (ТО) и ремонта (ТОР) – это общее решение задачи обеспечения работоспособности машин. Поэтому эффективность эксплуатации машин в значительной степени определяется принятой стратегией ТОР. В современной научно-технической литературе представлено множество таких стратегий. В связи с этим возникает задача их выбора. Следует полагать, что в этих условиях первым этапом решения поставленной задачи является синтез (обобщение) стратегий, что возможно на основе их анализа. При этом объектом исследования является процесс обеспечения работоспособности тракторов.

Для решения данной задачи в основу методики синтеза стратегий положим принцип выделения основных элементов из множества при последующем сопоставлении других элементов с основными. При этом во внимание будем принимать только такие стратегии, которые имеют признаки существенного отличия.

На основе проведенного анализа получена классификация стратегий ТОР (рис. 6.1), включающая в себя основные, комбинированные и превентивные стратегии. Характеристики

основных стратегий ТОР приведены в табл. 6.1 по данным В.М. Михлина [57].

Итак, в настоящее время из многочисленных решений (вариантов стратегий) комплексная система ТОР машин в сельском хозяйстве предусматривает три основные стратегии [57, 114]:

- по потребности после отказа –  $C_1$ ;
- регламентная, установленная (регламентированная) в зависимости от наработки (календарного времени) –  $C_2$ ;
- по состоянию – по результатам периодического или непрерывного диагностирования (контроля) –  $C_3$ .

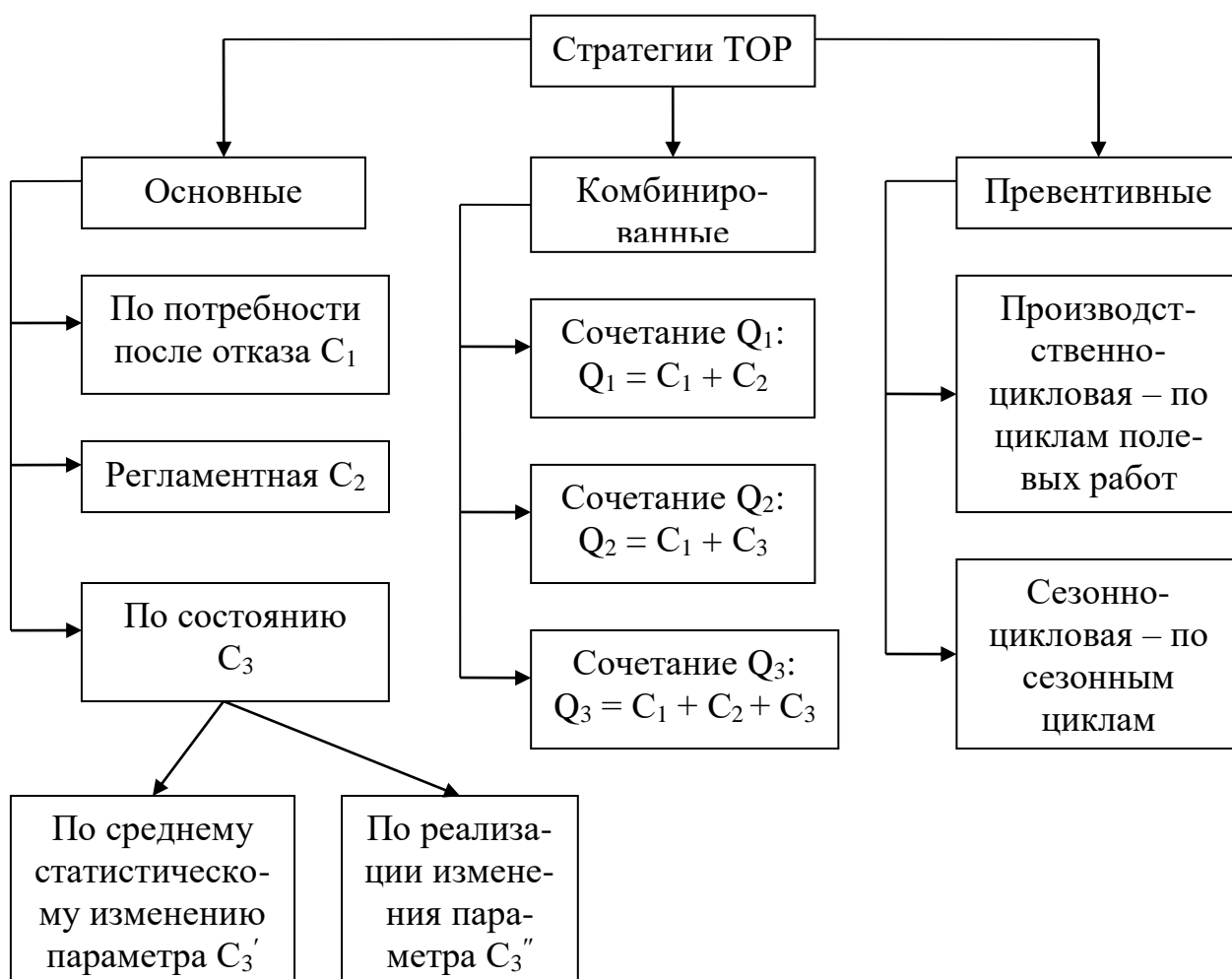


Рисунок 6.1 – Классификация стратегий ТО и ремонта машин

**Таблица 6.1 – Характеристики основных стратегий ТО и ремонта машин**

Признаки	Стратегии:		
	по потребности после отказа (C <sub>1</sub> )	регламентная (C <sub>2</sub> )	по состоянию (C <sub>3</sub> )
1	2	3	4
1. Контроль (диагностирование)	1. Отсутствует 2. Внеплановый после отказа	1. Отсутствует 2. Внеплановый после отказа	Плановый при эксплуатации и внеплановый после отказа
2. Характер управляющих воздействий	Внеплановый после отказа	1. Плановый предупредительный по наработке 2. Плановый предупредительный по сроку службы	1. Внеплановый предупредительный по состоянию с учетом допускаемых отклонений параметров 2. Плановый предупредительный по состоянию с учетом остаточного ресурса
3. Плановая периодичность управляющих воздействий	Отсутствует	1. По наработке 2. По сроку службы	Для контрольных (диагностических) операций 1. По наработке 2. По сроку службы
4. Период между выполнением управляющих действий	Случайный	1. Постоянный 2. Дискретно изменяющийся	Для контрольных (диагностических) операций 1. Постоянный 2. Дискретно изменяющийся 3. Весьма малый (непрерывный контроль)
5. Процесс выполнения управляющих воздействий	1. Индивидуальный 2. Попутный		
6. Время начала устранения последствий отказа	1. Сразу после отказа 2. Спустя некоторое время после отказа		
6. Степень восстановления параметров состояния	1. Полная 2. Частичная		

*При стратегии  $C_1$*  достигается полное использование ресурса машины и составляющих ее элементов, поскольку ремонтно-обслуживающие работы проводят только после отказа. Но при этом снижается надежность (безотказность), увеличиваются простои по техническим причинам и связанные с этими простоями потери. При низкой надежности машины применение данной стратегии практически невозможно, так как поток отказов может парализовать работу в самый ответственный период сельскохозяйственных циклов (посевная, уборочная и др.). Сфера этой стратегии – устранение последствий случайных (внезапных) отказов, которые не удалось предотвратить. К последствиям таких отказов, например, относятся: замена ламп, контрольных приборов, прокладок и т. п.

Неприемлемо использование стратегии  $C_1$  для большинства операций ТО, носящих обязательный характер: замена масла, фильтрующих элементов, проверка уровня тормозной жидкости и др. Поэтому практически, с начала механизации сельскохозяйственного производства, работоспособность техники поддерживается на основе предупредительных стратегий ТО и ремонта: по регламенту  $C_2$  и по состоянию  $C_3$ .

*При стратегии  $C_2$*  работы носят планомерно-предупредительный характер и проводятся периодически в течение наработки (срока службы) вне зависимости от состояния изделий. К такой стратегии относят периодическую замену масел в картерах машин, регулярное смазывание подшипников качения и скольжения и т. п.

Большая распространенность стратегии  $C_2$  объясняется [114]: во-первых, ее простотой и универсальностью, легкостью контроля за соблюдением принятых рекомендаций;

во-вторых, эффективностью групповых решений, дающих возможность получать относительно хорошие результаты в крупных хозяйствах, целых отраслях, где дополнительные эксплуатационные затраты по одной машине компенсируются

более удачным «попаданием» в оптимальный профилактический режим другой.

Именно поэтому стратегия  $C_2$  оказалась столь привлекательной для практики МТС, колхозов, совхозов, предприятий железнодорожного транспорта, воинских соединений и т. п. [114].

*При стратегии  $C_3$*  предупредительные работы проводят в зависимости от состояния. Контроль (диагностирование) в этом случае осуществляют в плановом порядке для установления состояния изделия. По такой стратегии заменяют цилиндропоршневую группу, регулируют момент зажигания бензинового двигателя и т. п.

Концепция ТОР машин в современных условиях, разработанная учеными ГОСНИТИ, максимально ориентирует на стратегию назначения ремонтно-обслуживающих работ по состоянию, с периодическим или непрерывным контролем, то есть на стратегию  $C_3$ . При этом используют полученную из опыта информацию, что позволяет научно обосновать регламент назначения работ и осуществить профилактические операции с наибольшей эффективностью, уменьшить расходы за счет более полного использования остаточного ресурса заменяемых узлов и деталей. Кроме того, положительным моментом этой стратегии является то, что она ориентирована на запросы индивидуального пользователя машин, которого не интересуют расходы и выгоды «в среднем», а интересуют решения по вполне конкретной машине в определенное время. Причем конкретный заказчик технических услуг будет дополнительно платить за диагностирование, если эти затраты перекроются за счет более расчетливого и целенаправленного ремонта и обслуживания [114]. По мере развития методов и средств технического диагностирования (ТД) область распространения стратегии  $C_3$  расширяется [57].

В зависимости от принятой стратегии изменяются технические требования на ТОР. Например, при первой стратегии

ТОР допускаемое отклонение параметра равно предельному отклонению, при второй – равно нулю. При третьей стратегии оно имеет промежуточное значение между нулем и предельным отклонением [57]. Для сельскохозяйственной техники действует планово-предупредительная система ТОР по состоянию. К плановым операциям относятся периодическая (регламентная) постановка машины на ТО, плановый контроль (диагностирование) состояния машины и постановка ее на ремонт после исчерпания назначенного остаточного ресурса. К предупредительным относятся работы, направленные на предотвращение отказов и неисправностей машин. Составные части регулируют, восстанавливают, заменяют для того, чтобы их параметры технического состояния не превысили в процессе эксплуатации предельную величину, а агрегаты не достигли предельного состояния. Именно поэтому применяют в нормативной технической документации систему допускаемых значений параметров. С этой целью прогнозируют остаточный ресурс составных частей и машины в целом [57].

*Комбинированная стратегия обслуживания.* Она допускает применение перечисленных основных стратегий в различных сочетаниях [88]. Так, при ТОР сложного изделия обычно применяют несколько стратегий (две или все три), каждую по определенной составной части. Например, замена лампы фары трактора осуществляется по первой стратегии, замена масла в двигателе – по второй, замена цилиндропоршневой группы двигателя – по третьей [57]. К комбинированной стратегии также следует отнести сочетание ее вариантов, состоящих из отдельных стратегий выполнения операций ТО [88]:  $Z_1, Z_2$  – по результатам постоянного и периодического контроля технического состояния;  $Z_3$  – по заданной периодичности;  $Z_4$  – по графику;  $Z_5$  – после потери работоспособности. Анализ перечисленных вариантов показывает, что они вписываются в основные стратегии, а их сочетания – в комбинированную стратегию. Так, в соответствии с

признаками, приведенными в табл. 6.1, стратегии  $Z_1$  и  $Z_2$  соответствуют основной стратегии  $C_3$ , стратегии  $Z_3$  и  $Z_4$  –  $C_2$ , а  $Z_5$  –  $C_1$ .

*Превентивная стратегия* ТОР (превентивный – предупреждающий что-нибудь, предохранительный [69]) отличается от основных стратегий по срокам проведения основного объема ремонтно-обслуживающих работ. К настоящему времени разработано два варианта превентивной стратегии: производственно-цикловая – по циклам полевых работ и сезонно-цикловая [132, 135] – по сезонным циклам.

Производственно-цикловая стратегия предложена А.М. Плаксиным и впервые апробирована в 1985 году в Челябинской области. Она заключается в проведении ремонтно-обслуживающих воздействий (РОВ) тракторам перед рабочими циклами полевых операций (весенних, летних, осенних) с учетом производственных условий эксплуатации МТА. При этом трудоемкость предцикловых РОВ увеличивается в 2...4 раза по сравнению с нормативными регламентными ТО. Однако в целом реализация этой стратегии ТО позволяет повысить эффективность использования машин [78].

Сезонно-цикловая стратегия разработана В.Н. Хабардиным на кафедре ЭМТП и БЖД Иркутской государственной сельскохозяйственной академии в 2005 году. Она предусматривает проведение основного объема работ при подготовке машин к осенне-зимнему и весенне-летнему периодам эксплуатации. Данная стратегия позволяет учесть природно-климатические и производственные условия использования машин в сельском хозяйстве. В соответствии с этим предложено две модели ТО машин: односезонная и ежесезонная. При реализации односезонной модели за основу приняты ТО при подготовке и снятии машин с хранения, с которыми взаимоувязаны операции периодических обслуживаний. В ежесезонной модели основными являются сезонные ТО при подготовке машин к осенне-зимнему и весенне-летнему периодам использования, которые также взаимоувязаны с



периодическими обслуживаниями. Совмещение периодических обслуживаний с ТО при подготовке и снятии машин с хранения, а также с сезонными ТО позволяет сократить трудоемкость ТО, а также уменьшить простои машин в напряженный период полевых работ [134].

Таким образом, современная классификация стратегий ТОР (рис. 6.1), включает в себя основные, комбинированные и превентивные стратегии. Для выявления закономерностей развития стратегий рассмотрим в дальнейшем их изменение во времени, а также в их взаимосвязи с технологией – с номенклатурой технических обслуживаний тракторов (рис. 6.2).

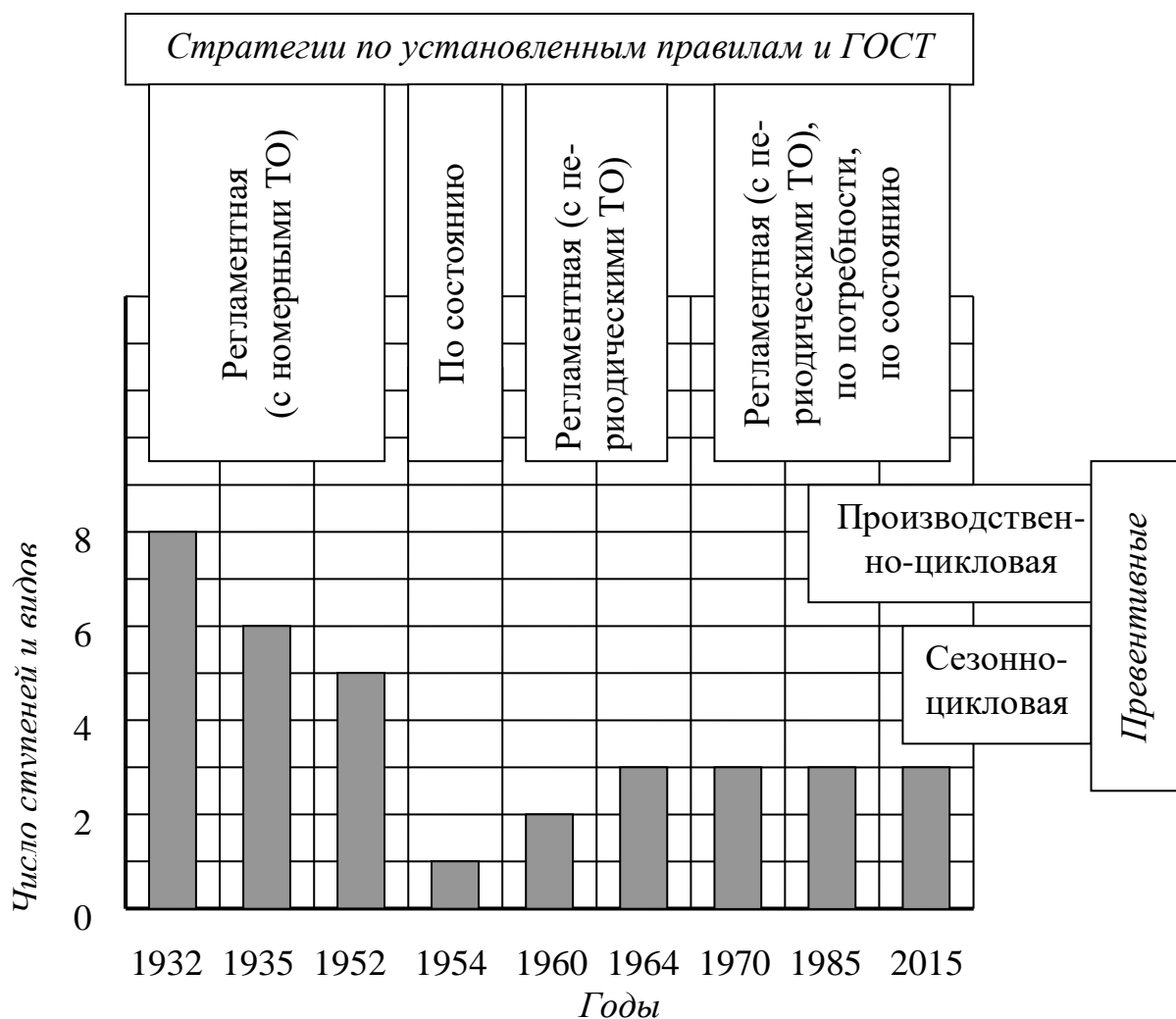


Рисунок 6.2 – Совмещенная диаграмма изменения стратегий ТОР, числа ступеней и видов ТО в период с 1932 года по настоящее время

Первые научные разработки по технологии ТО тракторов и внедрение их в практику эксплуатации МТП в нашей стране относятся к началу 30-х годов [132]. В основу технологии были положены материалы массовых наблюдений за содержанием и фактическим выполнением работ по ТО машин. В результате в 1932 г. появились первые «Правила по уходу за тракторами и прицепным инвентарем и их полевому ремонту» [79]. Они предусматривали 8 ступеней технических уходов (в современном понимании, с 1971 г., слово «уход» - это обслуживание) с обязательной сменой некоторых деталей (рис. 6.2). В правилах, принятых в 1935 г., было предусмотрено 6 ступеней, а в 1952 г. - 5. В итоге, в период с 1932 по 1954 годы в основу технологии ТО тракторов была положена регламентная стратегия с номерными обслуживаниями (рис. 6.2) [15].

В 1954 году ГОСНИТИ разработал и рекомендовал однономерную или безномерную систему, включающую в себя ежесменный и периодический технические уходы (рис. 6.2). Операции ТО предполагалось проводить по состоянию на основе диагностирования. Однако отсутствие необходимого комплекса приборов для проверки технического состояния машин сделало нежизненной данную систему ТО.

В связи с этим ГОСНИТИ и НАТИ предложили двухномерную систему, содержащую, кроме ежесменного, первый и второй периодические уходы. В 1960 году она была введена в практику. С 1964 г. и по настоящее время действует трехномерная технология ТО тракторов. Она разработана на основе накопленного опыта эксплуатации машин, а также на базе исследований, выполненных в ГОСНИТИ, НАТИ, СибНИИСХозом, Ленинградским и Волгоградским сельскохозяйственными институтами. Эта технология, как известно, предусматривает выполнение ежесменных, периодических (ТО-1, ТО-2 и ТО-3) и сезонных обслуживаний. В это же время впервые была разработана

и рекомендована для практического применения технология диагностирования тракторов [18]. Вместе с тем из-за низкой приспособленности тракторов к диагностированию и несовершенства приборов в эти годы (с 1960 по 1970) пока еще применялась регламентная стратегия с периодическими ТО (рис. 6.2).

С 1970 года совершенствование технологии ТО машин осуществляется на основе внедрения в технологический процесс диагностических операций [132]. При этом часть операций ТО выполняется в обязательном порядке в строго установленные промежутки времени, а другая часть - по потребности, определяемой диагностированием. Следует отметить, что эта идея впервые была предложена еще в 40-х годах профессором Г.В.Веденяпиным [15]. Безусловно, значение технического диагностирования при ТО будет возрастать и в будущем. Однако пока большинство операций ТО являются обязательными. Основная причина - не только отсутствие целого ряда методов и средств безразборного определения технического состояния узлов и механизмов машин, но и большая трудоемкость применения существующих диагностических приборов. Практически в большинстве случаев диагностирование осуществляется без приборов, субъективно - на слух, на ощупь, осмотром и т. п. [113].

Таким образом, в процессе становления система ТО претерпела много изменений [113]. Общей характерной особенностью развития и построения технологии ТО машин было определение числа ступеней или видов периодических обслуживаний, что следует из рис. 6.2. Периодичность выполнения операций ТО и число ступеней изменялись по мере повышения безотказности тракторов. Основные идеи, которые закладывались каждый раз при переходе от одной системы ТО к другой, заключались в том, что нужно было уменьшить трудоемкость технических обслуживаний и универсализировать их для разных

марок тракторов [113]. С этой же целью в 1970 г. был предпринят переход к выполнению операций ТО по результатам диагностирования. В этой связи возможна и иная точка зрения - стратегия развития ТО в современных условиях должна быть четко ориентирована на решаемые цели, которыми могут быть: максимум производительности МТА, минимум затрат энергоресурсов, себестоимости выполненных работ и др. К такой стратегии относится превентивная стратегия (рис. 6.2).

Следует заметить, что современной концепцией обслуживания и ремонта машин также предполагается изменение числа периодических ТО, причем, в сторону их увеличения. В результате трудоемкость ТО возрастет. Однако теперь это предопределено необходимостью повышения качества ТО. В частности отмечено, что увеличение количества плановых обслуживаний обуславливает уменьшение коэффициента вариации ресурса элементов машин и погрешности результатов контроля, что оказывает положительное влияние на снижение вероятности отказов. На наш взгляд, результат будет положительным только там, где хорошо отлажен процесс диагностирования при ТО. Если, например, в хозяйствах Иркутской области такое диагностирование не проводят вовсе, главным образом из-за отсутствия соответствующих приборов, то увеличение количества плановых обслуживаний приведет только к повышению затрат на ТО [132].

В завершение анализа представим преимущества и недостатки каждой стратегии, а также их области наиболее целесообразного применения. Результаты получены по источникам [79, 114, 132] и сведены в табл. 6.2. Из табл. 6.2 следует, что наиболее приемлемыми стратегиями для сельскохозяйственного производства являются превентивные. Лучшей стратегией из них можно признать сезонно-цикловую, поскольку она позволяет учесть как особенности сельскохозяйственного производства, так и природно-климатические условия регионов России.

**Таблица 6.2 – Область применения, преимущества и недостатки стратегий ТО и ремонта машин**

Стратегии	Преимущества	Недостатки	Область применения
По потребности после отказа (С <sub>1</sub> )	Полное использование технического ресурса составной части	Частота отказов за срок службы составной части максимальна	При небольших простоях и издержках, вызванных отказом составной части (ремня вентилятора, лампы фары и т.п.), случайные отказы
Регламентная (С <sub>2</sub> )	Простота и универсальность, легкость контроля за соблюдением принятых рекомендаций	Недоиспользование ресурса составной части и соответственно расхода запасных частей	При значительных простоях и издержках, вызванных отказом составных частей или рабочей жидкости, когда отсутствует возможность безразборного контроля их состояния при ТО и ремонте
По состоянию (С <sub>3</sub> ):			
- при прогнозировании по среднему статистическому изменению параметра	Частота отказов составной части за срок службы 3...7 %	Уменьшение ресурса контролируемых элементов на 5...30 % и соответственно увеличение расхода запасных частей	При значительных простоях и издержках, вызванных отказом составных частей или рабочей жидкости, когда имеется возможность периодического и непрерывного экономически обоснованного контроля (регулируемые соединения топливной системы, системы зажигания и т. п.).
- при прогнозировании по реализации изменения параметра	Частота отказов составной части за срок службы 1...3 %	Необходимость располагать информацией о наработке и значениях параметров в прошлом	1. Для определения и полного использования остаточного ресурса агрегатов машин. 2. Для установления регламента ТО и ремонта

Стратегии	Преимущества	Недостатки	Область применения
Превентивная:			
-производственно-цикловая	Позволяет учесть особенности сельскохозяйственного производства	Повышение трудоемкости ТО	При необходимости существенного снижения простоев и издержек, вызванных отказом составных частей или рабочих жидкостей, в напряженный период полевых работ
-сезонно-цикловая	Позволяет учесть особенности сельскохозяйственного производства, а также природно-климатические условия	Необходимо прогнозирование по реализации изменения параметра	При необходимости: а) существенного снижения простоев и издержек, вызванных отказом составных частей или рабочих жидкостей, в напряженный период полевых работ; б) подготовки машин к осенне-зимнему и весенне-летнему периодам либо к длительному хранению

Таким образом, на основе проведенного анализа литературных источников получена обобщенная классификация стратегий ТОР, включающая в себя основные, комбинированные и превентивные стратегии. При этом определены преимущества и недостатки каждой стратегии, а также указаны их области наиболее целесообразного применения. Выявлено, что превентивные стратегии в большей степени отвечают современным условиям сельскохозяйственного производства, а также природно-климатическим условиям машиноиспользования России. Полученные результаты исследования могут быть использованы при решении комплекса научно-практических задач по

обеспечению работоспособности машин в сельском хозяйстве, в частности при разработке технологий и средств их технического обслуживания и ремонта.

## **6.2 Анализ и обобщение научных исследований по проблемам технического обслуживания машин**

Изучением проблем технического обслуживания машин в сельском хозяйстве занимались ведущие ученые нашей страны. Научные основы технического обслуживания машин сельскохозяйственного назначения созданы трудами В.А. Аллилуева, Г.В. Веденяпина, Н.С. Ждановского, С.А. Иофинова, А.В. Ленского, В.М. Лившица, В.М. Михлина, А.В. Николаенко, Н.С. Пасечникова, А.И. Селиванова, А.П. Соломкина, К.Ю. Скибневского, И.П. Терских, И.Е. Улитовского, С.С. Черепанова, В.И. Черноиванова и др. Значительный вклад в разработку технологии ТО внесли: В.В. Альт, Д.М. Воронин, И.П. Добролюбов, А.В. Колчин, В.В. Коротких, Г.М. Крохта, С.П. Озорнин, А.М. Плаксин, П.В. Привалов, Е.А. Пучин, К.У. Сафаров, В.А. Семейкин, А.П. Уткин, Н.М. Хмелевой и др. [132].

По совершенствованию технологии, методов и средств технического обслуживания сельскохозяйственных машин ведут плодотворную работу научно-исследовательские институты – Государственное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка» (ГОСНИТИ), Государственный научно-исследовательский тракторный институт (НАТИ), Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства (СибИМЭ), а также высшие учебные заведения – Московский государственный аграрный университет им. В.П.Горячкина, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия, Красноярский

государственный аграрный университет, Новосибирский государственный аграрный университет, Челябинский государственный агроинженерный университет и др. За рубежом – Беларусский аграрный технический университет, Киевский аграрный университет, Фрэнкфордский арсенал, фирмы «Катерпиллер» и «Комацу», концерн «Дженерал Моторс», а также другие ведущие фирмы и концерны Великобритании, Германии, Италии, Китая, США, Франции, Швеции и Японии [132].

К настоящему времени в области ТО машин выполнено множество НИР различных видов – учебников и учебных пособий, диссертаций и научных отчетов, реферативных сборников, монографий, статей, тезисов и др. Безусловно, это свидетельствует о том, что данная область знаний всегда актуальна и востребована практикой [132].

Цель нашего анализа – выявить и обобщить особенности научных исследований по ресурсосбережению (РС) и экологической безопасности (ЭБ) в области ТО машин.

### **6.2.1 Исследования по ресурсосбережению**

Для ясности понимания предмета нашего исследования сформулируем концепцию ресурсосбережения ТО (на основе обслуживания и при его выполнении) в следующем виде: *техническое обслуживание должно быть направлено на ресурсосбережение при использовании машин по назначению, но при этом сам процесс обслуживания тоже должен быть ресурсосберегающим.* Однако если руководствоваться этой концепцией при выборе НИР для анализа, то практически каждая работа будет подпадать под таковую. Это обусловлено тем, что вообще-то все работы имеют ресурсосберегающую направленность. Поэтому в ходе поиска будем принимать во внимание только такие НИР, которые касаются методов ТО. Вместе с тем для полноты поиска данное требование не будем относить к



учебной литературе, а также к таким источникам, которые тематически относятся к ресурсосбережению.

Итак, исторически ТО машин возникло в силу необходимости ресурсосбережения (РС) сначала при использовании машин, а затем и при их обслуживании. Так, в процессе становления система ТО претерпела много изменений [132]. Общей характерной особенностью развития и построения технологии ТО машин было определение числа ступеней или видов периодических обслуживаний. Периодичность выполнения операций ТО и число ступеней изменялись по мере повышения безотказности тракторов: от 8 ступеней в 1932 г. до 3 в 1964 г. Основные идеи, которые закладывались каждый раз при переходе от одной системы ТО к другой, заключались в том, что нужно было уменьшить трудоемкость ТО [16, 113]. С этой же целью в 1970 г. был предпринят переход к выполнению операций ТО по результатам диагностирования [132]. Современной концепцией обслуживания и ремонта машин также предполагается изменение числа периодических ТО, причем, в сторону их увеличения. В результате трудоемкость ТО возрастет. Однако теперь это предопределено необходимостью повышения качества ТО [100, 132]. Вместе с тем в литературе имеется несколько иная точка зрения - стратегия развития ТО в современных условиях должна быть четко ориентирована на решаемые цели, которыми могут быть: максимум производительности МТА, минимум затрат энергоресурсов, себестоимости выполненных работ и др. [132]. В сущности, все эти цели сводятся к одной – к ресурсосбережению при использовании машин по назначению и при их ТО.

И снова вернемся к постсоветской истории. Лучшим периодом по оснащению сельского хозяйства новой техникой и, соответственно, в развитии ремонтно-обслуживающей базы (РОБ) тогда были годы с 1970 по 1985. Так, к 1980 г. (на 1 января 1979 г.) в колхозах и совхозах РСФСР имелось более 65 тыс. энергонасыщенных тракторов К-700 и К-701. В это время в РСФСР

работало 626 станций и пунктов ТО этих машин. Им было придано более 3 тыс. агрегатов АТУ-А (позднее их стали называть – АТО-А), 2 тыс. ремонтных мастерских ГОСНИТИ-2 и более тысячи передвижных диагностических установок КИ-4270 [85]. Безусловно, и наука в этот период сыграла свою положительную роль. В то время наряду с задачами эффективного использования машин по назначению решались задачи обеспечения работоспособности машин. К таким задачам относятся обоснование РОБ на различных уровнях, в том числе – выбор и размещение объектов РОБ. Поскольку в нашем исследовании также имеет место быть задача выбора, в частности, выбора методов ТО тракторов, то в дальнейшем приведем и проанализируем наиболее значимые и известные, на наш взгляд, НИР, выполненные в этом направлении за период с 1970 по 1985 и до 2000 года. Сделаем это в хронологическом порядке.

В статье [3] (1974 г.) Л.К. Аблина и Гнездилова В.Л. (ЧИМЭСХ) дано обоснование оптимальной зоны ТО тракторов на стационарном пункте ТО с учетом приведенных затрат  $\Pi$  на цикл ТО, руб./цикл –

$$\Pi = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 \rightarrow \min, \quad (6.1)$$

где  $C_1$  – приведенные отчисления на реновацию за цикл обслуживания;  $C_2$  – эксплуатационные издержки по ПТО на цикл;  $C_3$  – транспортные затраты на цикл;  $C_4$  – потери денежных средств на цикл в связи с переездом трактора на ПТО и недобором урожая за время переезда;  $C_5$  – потери денежных средств из-за простоя трактора на ТО. За цикл ТО принята трудоемкость ТО-2, ТО-3 и СТО за годовой период эксплуатации трактора К-700. Приведенные затраты на цикл в аналитическом виде – в соответствии с (6.1) –

$$\Pi = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i \alpha_{рен} + B_i E) \gamma}{N_L L_{CP}} + \sum_{i=1}^m C_i + 2 \alpha m L_{CP} + \frac{2 d_H m L_{CP}}{V_3} + d_H t_{CP.Ц}, \quad (6.2)$$

где  $B_i$  – балансовая стоимость ПТО (здания, сооружения, технологическое оборудование), руб.;  $\alpha_{рен}$  – коэффициент

отчислений на реновацию;  $E$  – коэффициент эффективности капиталовложений;  $\sum_{i=1}^n$  – сумма всех объектов (здания, сооружения, технологическое оборудование);  $\gamma$  – доля трудоемкости ТО тракторов на ПТО от общей трудоемкости работ, выполняемых на ПТО;  $N_L L_{CP} = W$  – годовая программа ТО для данного ПТО, цикл/год;  $L_{CP}$  – среднее расстояние ездки трактора на ПТО, км;  $N_L$  – линейная плотность распределения циклов ТО, т. е. количество циклов, приходящихся на один километр реального расстояния, ц/км;  $\sum_{i=1}^m C_i$  – условно-пропорциональные элементы эксплуатационных издержек (затраты на ТОР оборудования, вспомогательные материалы, отопление и электроэнергию ПТО);  $\alpha$  – показатель транспортных приведенных затрат на перегон трактора на ПТО;  $m$  – число ездки трактора на ПТО для проведения одного цикла ТО;  $d_H$  – часовые потери от недобора урожая, связанные с простоем трактора;  $V_3$  – эксплуатационная скорость трактора, км/ч.

Взяв первую производную по  $L_{CP}$  от функции (6.2) и приравняв ее к нулю, авторы работы [3] получили формулу для определения оптимального радиуса обслуживания стационарными ПТО, которая имеет вид:

$$L_{CP}^{OPT} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (B_i \alpha_{pen} + B_i E)}{2N_L \alpha m + \frac{2N_L d_H m}{V_3}}} \quad (6.3)$$

Таким образом, задача выбора средств ТО решена на основе определения оптимального радиуса обслуживания машин [3]. Аналогичное решение приведено в статьях [1, 30]. Следует отметить, что в названных работах [1, 3, 21] представлен детерминированный способ расчета выбора средств ТО МТП. В статье [2] авторы отмечают, что этот способ приводит к серьезным просчетам и предлагают вероятностный способ, в основу которого положены предельные теоремы теории массового обслуживания.

Возможен и иной подход к обоснованию РОБ – развитие пунктов ТО с теплой стоянкой [125], что соответствует холодному климату России.

В статье [85] (1979 г.) М.Я. Рассказова представлена методика расчета ремонтно-обслуживающих предприятий (РОП). При обосновании размещения РОП за критерий оптимальности принимается минимальная себестоимость ремонтно-обслуживающих работ, которая складывается из нескольких основных элементов:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n = \min, \quad (6.4)$$

где  $C$  – себестоимость работ (например, руб./трактор);  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  – удельные величины (заработная плата, накладные и транспортные расходы, стоимость содержания РОП и др.). Это линейная открытая производственно-транспортная задача с дискретными переменными. В формуле (6.4) каждый элемент имеет свое математическое выражение, которое может быть получено обработкой методом наименьших квадратов фактических данных с предприятий. После подстановки вместо каждого слагаемого их математическое выражение получают значение целевой функции (с целью упрощения эта функция приведена здесь только в общем виде)

$$C = f(R_c, N_k) = \min, \quad (6.5)$$

где  $R_c$  – средний радиус обслуживания, км;  $N_k$  – плотность тракторов, подлежащих ремонту, на площади со средним радиусом обслуживания, равным 1 км.

Автор статьи [85] отмечает, что вариантов расчета может быть множество:  $C_{BP} = \prod_{j=1}^c B_j$ . Если число вариантов  $B_j$  для всех элементов целевой функции одинаково, то  $C_{BP} = B_j^c$ , где  $C_{BP}$  – число вариантов целевой функции;  $B_j^c$  – число вариантов элемента целевой функции  $j$ -й машины;  $c$  – число элементов целевой функции. Далее автор приводит пример. Если считать для целевой функции с четырьмя

элементами (восстановление деталей, расстояние переездов, заработная плата, стоимость пункта), что каждый имеет два варианта применения (детали восстанавливаются и не восстанавливаются или расстояние перевозок до 100 км и выше и т. д.), то число вариантов расчета будет  $C_{BP} = 2^4 = 16$ . Фактически их может быть еще больше. Поэтому задача для машинного решения на ЭВМ была сформулирована следующим образом: найти минимальную себестоимость ремонта ( $C_{\min}$ ), оптимальную программу ( $W_{opt} = R_c^2 N_k$ ) и средний радиус обслуживания ( $R_c$ ) для уравнений целевой функции (их три) при значениях  $N_k = 0,01; 0,02; 0,03 \dots 1,0$ .

В методических рекомендациях [17] (1981 г.) Л.И. Баева, А.П. Миронова, Л.Б. Сегала (НИПТИМЭСХ НЗ РСФСР) дано обоснование выбора и размещения станций ТО тракторов. Общий методический подход, как и в работе [85], заключается в составлении целевой функции и решении ее на минимум. При этом целевая функция может быть представлена выражением

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \rightarrow \min, \quad (6.6)$$

где  $C$  – приведенные затраты на ТО одного трактора в течение года, руб.;  $C_1$  – затраты, связанные с функционированием СТОТ, отнесенные к одному трактору, руб.;  $C_2$  – затраты на переезды одного трактора для обслуживания на СТОТ в течение года, руб.;  $C_3$  – затраты, связанные с простоями на ТО в течение года, руб.;  $C_4$  – убытки, связанные с отвлечением техники из хозяйств, руб.

Задача, поставленная в [6, с. 10, 11], является многоэкстремальной и в математическом программировании относится к «задачам о размещении». Поэтому классическими методами она не решается. Один из методов ее решения заключается в том, что случайным образом размещается заданное количество пунктов и подсчитывается значение целевой функции. Из заданного количества испытаний запоминается то расположение пунктов, при котором достигается наименьшее значение целевой

функции. В заключение авторы рекомендаций [6, с. 23] сделали вывод о том, что ТО-1 целесообразно выполнять в условиях хозяйств, а ТО-2, ТО-3 и СТО – на станциях ТО тракторов с использованием высокопроизводительного оборудования.

В статье [95] (1985 г.) В.Н. Серебрякова (ГОСНИТИ) и В.Г. Коняхина (ВНИИПОМлесхоз) представлено «обоснование рациональной формы организации ТО тракторов в лесхозах». Данную статью вполне можно было бы отнести к ресурсосбережению на основе выбора методов ТО, однако предложенные авторами формы ТО тракторов (в соответствии с ГОСТ 18322-78 [22] авторам их следовало бы называть не формами, а методами ТО), в частности индивидуальная и смешанная, не отвечают требованиям ГОСТ 20793-2009 [23] на сельскохозяйственные тракторы.

В 1990 году аспиранткой Я.И. Семянниковой была выполнена кандидатская диссертация [93] под руководством доктора технических наук, профессора И.П. Терских (ИрГСХА). Работа направлена на повышение эффективности использования тракторов за счет совершенствования процессов ТО и диагностирования с целью оперативного управления передвижными средствами АТО, укомплектованных диагностическими приборами. По мнению автора в работе сделана попытка разработать и апробировать соответствующую модель совмещения ТО и диагностирования тракторов в полевых условиях.

В 2001 году в основу машиноиспользования положена концепция ресурсосбережения при создании и эксплуатации машин в АПК, которая впервые была сформулирована в книге [88, 89] (2001 г.) «Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники» (ГОСНИТИ, коллектив авторов под руководством академика РАСХН, доктора технических наук, профессора В.И. Черноиванова). Безусловно, в этой книге нас интересует, прежде всего, вопрос, касающийся методов ТО и ресурсосбережения на их основе? Проанализируем это.

Начало РС в сфере ТО авторы относят к инженерному обеспечению. В частности, в книге отмечено [88, с. 285, 286], что почти половина хозяйств сегодня не обеспечена типовыми мастерскими, на 20-25 % от необходимого количества хозяйства обеспечены пунктами для регламентного ТО, передвижные средства ТО не выпускаются промышленностью и практически отсутствуют. Предложено развивать технический сервис (ТС), критериями при выборе различных форм и услуг которого приняты наименьшие затраты труда и средств. При этом ТО машин может быть составной частью ТС либо существовать самостоятельно. Отмечена необходимость интеграции сервиса с дилерами, а также возможность обслуживания силами МТС. Обобщены вопросы оптимизации периодичности ТО и прогнозирования остаточного ресурса. Представлены стратегии ТО и дана эмпирическая формула для вычисления коэффициента по выбору наиболее целесообразного варианта стратегии в зависимости от числа мест межсменной стоянки  $N$ , годового объема работ  $Q$  (мото-ч) и среднего радиуса территории хозяйства  $R$  (км) [88, с. 317, 318]:

$$\eta = 1 - (56N + 0,23Q + 10R)10^{-3}. \quad (6.7)$$

Предложен выбор рациональных мест хранения машин по критическому расстоянию  $R_{кр}$  от площадки хранения на полевом стане до центрального машинного двора [89, с. 368, 369].

В целом, можно считать, что анализируемая книга [88, 89] посвящена РС как при ТО, так и при использовании машин. Однако вопрос, поставленный нами, в этой книге не рассмотрен.

В другой работе [140, с. 52, 53], изданной в 2001 г., изложены основы обеспечения исправности и работоспособности машин с учетом требований РС, безопасности труда и охраны окружающей среды. При этом уделено внимание формированию ремонтно-обслуживающей базы (РОБ) сельскохозяйственных предприятий. В частности, отмечено, что на полях, удаленных от населенного пункта, организуют РОБ сезонного функционирования.

Фермерские хозяйства, имеющие 10 и более тракторов, создают собственные ремонтно-обслуживающие производства. Фермерские хозяйства, имеющие менее 10 тракторов, создают ремонтную мастерскую фермерского хозяйства на одно постановочное место.

В 2003 году также под редакцией академика РАСХН В.И. Черноиванова вышло в свет учебное пособие по ТО и ремонту машин в сельском хозяйстве [142]. В нем, в частности, сформулирована современная концепция развития ТС на период до 2010 г. [142, с. 31-35]. Ее основные положения в области ТО машин соответствуют концепции РС сформулированной в книге [88, 89] (2001 г.). При этом отмечено, что наблюдается развитие региональных ремонтно-обслуживающих производств с участием дилеров. В связи с этим появляются НИР [47, 52, 83] по обоснованию технических центров сервиса при снижении издержек на эксплуатацию. Например, в статье [52] (2007 г.) А.В. Макарова (ВИМ) предложена методика построения системы обслуживания дилера в заданном регионе. При этом в основу проектирования положен расчет допустимых (оптимальных) расстояний перемещения АТО и тракторов:

$$R_{АТО} = (V_{АТО} t_{АТО} K_{д} \varphi)/2, \quad (6.8)$$

$$R_{ТР} = (V_{ТР} t_{ТР} K_{д} \varphi)/2, \quad (6.9)$$

где  $V_{АТО}, V_{ТР}$  - средняя скорость перемещения АТО и трактора, км/ч;  $t_{АТО}, t_{ТР}$  - время, затрачиваемое АТО и трактором на путь к месту проведения работ по ТО-1 и ТО-2, ч;  $K_{д}$  - коэффициент дорожных условий;  $\varphi$  - коэффициент криволинейности дорог.

В статье [99] (2013 г.) Р.Ю. Соловьева и С.А. Горячева (ГОСНИТИ) отмечено, что одним из основных резервов снижения расходов средств (РС) при техническом сервисе является сокращение трудозатрат за счет оптимизации режимов (методов) ТО и ремонта.

Анализ литературных источников позволяет сделать вывод о том, что исторически, от начала становления системы ТО и до



настоящего времени, ресурсосбережение является определяющим фактором при обосновании ремонтно-обслуживающей базы, в том числе и при решении задачи выбора наиболее предпочтительного в рамках экономической целесообразности метода обслуживания машин. Из литературы известны два метода ТО тракторов в весенне-летне-осенний период полевых механизированных работ: централизованный (все виды обслуживания проводят на ПТО) и децентрализованный (ТО-1 и ТО-2 выполняют в поле с использованием АТО, а ТО-3 и СТО – на стационаре). Эти методы нашли свое распространение в практике ТО машин, особенно в период с 1970 по 1985 годы, когда сельское хозяйство нашей страны интенсивно оснащалось энергонасыщенными тракторами, стационарными и передвижными средствами ТО. Эти же методы нашли свое отражение и в научных исследованиях. Однако при этом не учтена возможность практической реализации комбинированного метода ТО тракторов (ТО-1 – в поле, а ТО-2, ТО-3 и СТО – на стационаре), а также недостаточно учтены условия труда оператора и качество ТО машин в поле.

### **6.2.2 Исследования по экологической безопасности**

Теперь проанализируем научно-исследовательские работы по техническому обслуживанию машин, выполненные с учетом экологической безопасности. При этом особое внимание будем обращать на такие работы, которые направлены на обеспечение экологической безопасности процесса ТО машин в полевых условиях. Такой подход обусловлен соответствующей концепцией [132]: *«обслуживание должно иметь экологическую направленность, но при этом процесс ТО сам не должен быть источником опасности для природы».*

Первая и наиболее значимая работа по экологии ТО машин была выполнена в восьмидесятых годах прошлого столетия инженером А. П. Уткиным (под руководством кандидата

технических наук В. М. Лившица) в Сибирском НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (СибИМЭ). Диссертация [124] А. П. Уткина была посвящена созданию встроенных средств контроля уровня в масляных корпусах различных систем тракторов ДТ-75М и К-701. Эти средства представляли собой прозрачные уровнемеры – глазки или измерительные шкалы, выполненные из оргстекла и встроенные в корпуса машин или гидробаки гидравлических систем. Они позволяли визуально контролировать уровень масла в корпусах машин: без нарушения их герметичности (без применения какого-либо инструмента) и очень быстро (в течение 2-3 с). Кроме того, автором этой работы были предложены датчики отстоя топлива с индикатором на воду в фильтрах-отстойниках системы питания дизельных двигателей. Таким образом, цель работы «создание технических средств для определения состояния узлов машин в полевых условиях с минимальными затратами труда и без нарушения герметичности систем» была, безусловно, достигнута. Отсутствие нарушения герметичности при контроле уровня масла – это, прежде всего, улучшение экологической безопасности ТО машин в полевых условиях. Однако автор не акцентировал на это внимание в своей диссертации [124], поскольку главной задачей тогда было сокращение затрат труда и средств на ТО машин. Вместе с тем следует отметить, что встроенные простейшие приборы контроля, предложенные В. М. Лившицем и А. П. Уткиным, находят широкое применение в современных отечественных и зарубежных тракторах [88].

Получается, что экологическая безопасность ТО машин (далее для краткости – экология ТО) возникла не сама по себе как таковая, а в связи с необходимостью улучшения приспособленности машин к ТО, что в свою очередь связано с трудосбережением.

В дальнейшем экология ТО при использовании машин развивалась в этом же направлении, причем так же с целью снижения трудоемкости обслуживания.

К 2001 году в научно-технической литературе по эксплуатации сельскохозяйственной техники все большее внимание уделяется экологии при использовании машин. В основу технической эксплуатации машин положена концепция ресурсосбережения, составной частью которого является экология при их использовании машин [88, 89]. Так, в книге [88] изложены требования экологической безопасности машин и методы ее обеспечения. Безусловно, данный материал имеет научно-практическую ценность, однако в нем отсутствует рассмотрение вопросов экологии ТО.

Отмеченная тенденция сохраняется и в последующие годы. В 2003 году под редакцией академика РАСХН, доктора технических наук, профессора В.И. Черноиванова вышло в свет учебное пособие по техническому обслуживанию и ремонту машин в сельском хозяйстве [142]. По объему – это самая большая книга по ТО и ремонту машин (992 стр.), изданная у нас в постсоветское время. Это огромный труд большого коллектива ведущих ученых нашей страны в области технической эксплуатации машин. В ней достаточно подробно (в объеме отдельной главы) рассмотрены многочисленные вопросы экологии использования машин в сельском хозяйстве (автор настоящей монографии не берет на себя ответственность быть оппонентом данной книги, более того, он искренне благодарен всем, кто причастен к ее выпуску). Здесь, в отличие от источника [88], уже приводятся некоторые материалы по экологии ТО. К ним относятся экологическая оценка технологических отходов при функционировании служб ТО и ремонта МТП, а также рекомендации по использованию отстоя топлива (его нужно фильтровать, отстаивать и использовать по прямому назначению) [142, с. 846-847, 866]. Весь этот материал изложен не более чем на 3-х страницах, что следует из литературной ссылки на него – в источнике [142] указаны страницы: 846-847, 866. Вот и всё! Сказать, что проблемы экологической безопасности ТО сегодня не существует, не

представляется возможным. Она, например, четко обозначена в научных трудах ученых СибИМЭ [84, 97, 124], что уже было отмечено выше.

В 2005 г. в научно-технической литературе (в статье А. В. Колчина) появляются основные термины и определения к ним, к которым, например, относятся: экологическая безопасность машины, экологическое диагностирование и экологическая диагностика [41].

В 2009 г. В. Н. Хабардиным [132, с. 10] впервые была сформулирована экологическая концепция технического обслуживания машин [132, с. 10]: обслуживание должно иметь экологическую направленность, но при этом процесс ТО сам не должен быть источником опасности для природы.

Экология ТО при использовании и хранении машин как направление в науке впервые было отмечено в 2009 году в работах В. Н. Хабардина [132, 134]. В ходе изучения статей известного журнала «Техника в сельском хозяйстве» за предыдущие 10 лет (в период с 1999 по 2008 годы) автором указанных работ было найдено 5 статей [38, 39, 101, 127, 144], касающихся экологии ТО, что составило 6,8 % от общего числа статей за этот период времени. За 10 лет в центральном научно-практическом журнале опубликовано всего 5 статей по экологии – немного для такого издания. Поэтому автор работ [132, 134] тогда (это было почти 10 лет назад) сделал вывод о том, что развитие ТО машин преимущественно осуществляется без учета экологической безопасности его проведения в полевых условиях.

Итак, анализ литературных источников позволяет сделать вывод о том, что экологическая безопасность технического обслуживания машин или экология технического обслуживания возникла в 80-х годах прошлого столетия не сама по себе, как таковая, а при изучении процесса диагностирования машин – в связи с необходимостью улучшения приспособленности машин к обслуживанию, что в свою очередь связано с трудосбережением. В

настоящее время экология технического обслуживания машин формируется в самостоятельное научное направление. Полученные результаты анализа исследований по экологической безопасности могут быть использованы при формировании тематики научных исследований в области технического обслуживания машин.

### **6.3 Направления развития технического обслуживания машин в современных условиях**

В завершение анализа литературных источников нами проведено исследование с целью выявления ресурсосбережения при ТО машин как современного направления развития ТО в сельском хозяйстве [129].

В качестве источника информации были приняты во внимание публикации за последние 11 лет (с 2005 по 2015 годы) следующих пяти журналов [129]: «Техника в сельском хозяйстве», «Тракторы и сельхозмашины», «Механизация и электрификация сельского хозяйства», «Техника и оборудование для села», «Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт». Такой выбор обусловлен тем, что в этих журналах в равной степени представлены работы по различным направлениям использования и развития ТО техники в сельскохозяйственном производстве на всей территории нашей страны. При этом учитывалось, что статьи отбирались по мере поступления их в редакцию и при соблюдении одинаковых требований к ним. Следовательно, каждая публикация - это результат случайной выборки. Данная методика проведения анализа была предложена автором в работе [132].

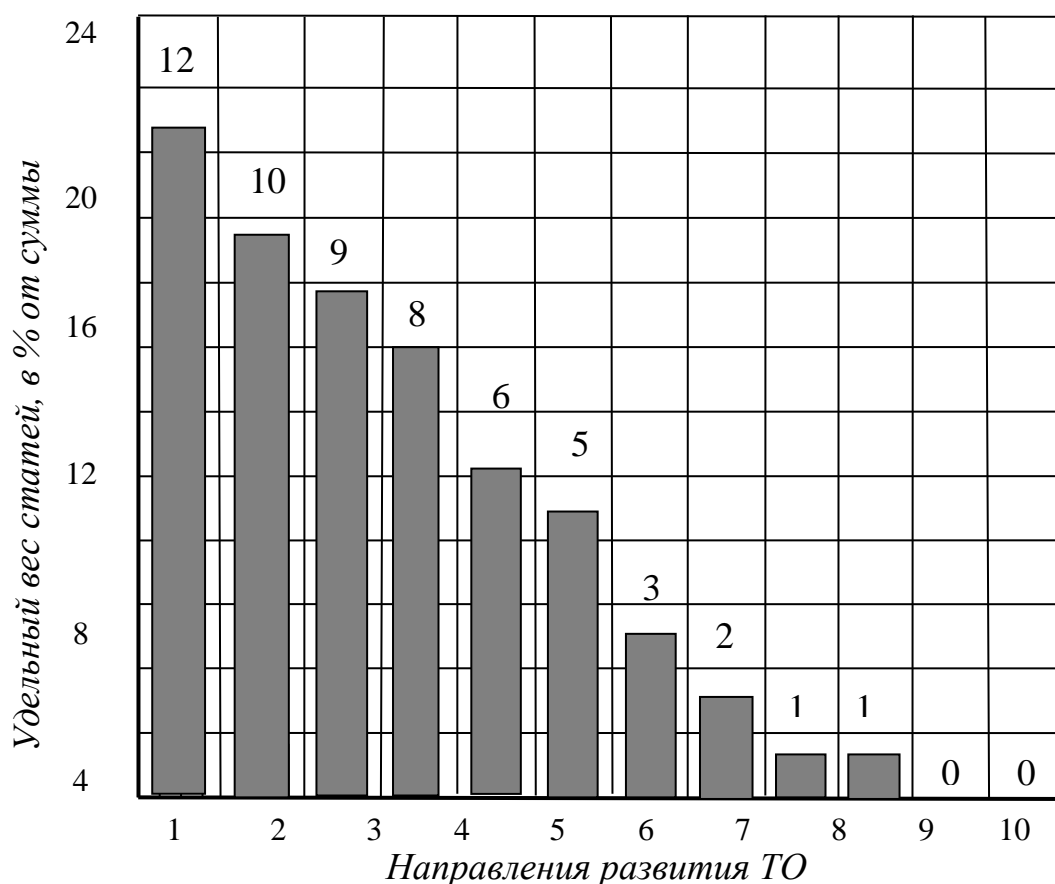
Результаты исследования таковы [129]. За прошедшие 11 лет в указанных журналах опубликовано 1100 статей различной тематики (без учета публикаций рекламного характера и специальных сообщений), из них 106 статей касаются ТО, ремонта, использования машин и прочие статьи. Эти 106 статей нами были зафиксированы по годам их публикации. Общее число публикаций,

а также по ТО и ремонту машин ежегодно повышается, по использованию машин почти не изменяется. Наиболее интенсивно развивается ТО машин – 57 статей (52%), затем ремонт – 33 статьи (30%) и использование машин – 11 статей (10%). В перспективе число работ по этим направлениям будет увеличиваться примерно в той же пропорции [128].

Далее нами были изучены и проанализированы все публикации, касающиеся ТО [129]. Выявлена их тематическая направленность и найдены соответствующие количественные оценки, по которым произведено ранжирование направлений развития ТО (табл. 6.3). К каждому направлению в табл. 6.3 отнесены только наиболее типичные статьи, что обусловлено необходимостью конкретизации информации. Диаграмма направлений развития ТО изображена на рис. 6.3 [129].

**Таблица 6.3 – Направления развития ТО и их количественная оценка**

Направления развития ТО – тематика статей	Количественные оценки статей:	
	число	%
1. Диагностирование при ТО машин [91]	12	21,0
2. Условия труда оператора [71]	10	17,6
3. Средства ТО машин [77]	9	15,8
4. Технология ТО машин [26]	8	14,0
5. Экология ТО [70]	6	10,5
6. Ресурсосбережение как при ТО, так и на его основе [134]	5	8,7
7. Качество ТО [125]	3	5,3
8. Обоснование периодичности ТО машин [96]	2	3,5
9. Методы ТО [138]	1	1,8
10. Мониторинг при ТО машин [134]	1	1,8
11. Приспособленность машин к ТО	0	0,0
12. Управление сроками ТО	0	0,0
Всего:	57	100



**Рисунок 6.3 – Диаграмма распределения статей по направлениям развития ТО машин: цифры над столбцами – количество статей; направления ТО – по табл. 6.3**

Данные табл. 6.3 и рис. 6.3 показывают [129], что в современных условиях наиболее интенсивно развиваются следующие направления ТО машин: диагностирование при обслуживании машин (по числу статей оно занимает первое место [8, 18, 24, 29, 36, 40, 42, 46, 48, 65, 68, 108]: 12 или 21 % от суммы статей); условия труда оператора – второе место [5, 12, 13, 14, 20, 31, 54, 55, 71, 82]: 10 или 17,6 %; средства ТО – третье место [63, 66, 77, 78, 86, 109, 130, 134]: 9 или 15,8 %; затем – технология ТО [17, 25, 26, 37, 64, 67, 72, 134]: 8 или 14,0 %; и экология ТО: [11, 39, 41, 70, 141]: 6 статей или 10,5 % от их суммы. При этом слабо развиваются направления: РС [35, 56, 76, 110, 125] (8,7 %) и качество ТО машин [9, 19, 126] (5,3 %). Можно считать, что в настоящее время почти не развиваются направления, касающиеся периодичности [28, 96] и методов ТО [138] машин. Не находят

отражения в научных журналах вопросы, связанные с изучением приспособленности машин к ТО, а также управление сроками ТО машин (статьи по данной тематике не найдены вовсе). Такова общая картина развития ТО машин в современных условиях [129].

Однако, возвращаясь к вопросам РС, необходимо отметить, что РС как отдельно взятое направление пока в науке о ТО не сформировалось. Оно является определяющим во всех других современных направлениях развития ТО машин. Этим, на наш взгляд, и объясняется небольшое количество статей по РС [129].

Анализ литературных источников позволяет сделать вывод о том, что исторически, от начала становления системы ТО и до настоящего времени, ресурсосбережение является определяющим фактором при обосновании ремонтно-обслуживающей базы, в том числе и при решении задачи выбора наиболее предпочтительного в рамках экономической целесообразности метода обслуживания машин. Из литературы известны два метода ТО тракторов в весенне-летне-осенний период полевых механизированных работ: централизованный (все виды обслуживания проводят на ПТО) и децентрализованный (ТО-1 и ТО-2 выполняют в поле с использованием АТО, а ТО-3 и СТО – на стационаре). Эти методы нашли свое распространение в практике ТО машин, особенно в период с 1970 по 1985 годы, когда сельское хозяйство нашей страны интенсивно оснащалось энергонасыщенными тракторами, стационарными и передвижными средствами ТО. Эти же методы нашли свое отражение и в научных исследованиях. Однако при этом не учтена возможность практической реализации комбинированного метода ТО тракторов (ТО-1 – в поле, а ТО-2, ТО-3 и СТО – на стационаре), а также недостаточно учтены условия труда оператора и качество ТО машин в поле.



## 7 КОНЦЕПЦИЯ – ОБОБЩЕНИЕ ПРОБЛЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН

Прежде чем начать изложение материала данного раздела, сделаем некоторые пояснения относительно концепции (концепция – это основополагающее начало [98]; система взглядов на что-нибудь, основная мысль [69]). Дело в том, что ранее мы уже касались концепции ТО машин. Она была сформулирована в раздельном порядке, то есть в одном случае в ее основу было положено ресурсосбережение при ТО, а в другом – экологическая безопасность ТО. Вполне логично, что в результате обобщения должна быть получена единая (обобщенная) концепция ресурсосбережения и экологической безопасности. Выполним это.

Итак, при известной концепции ресурсосбережения (техническое обслуживание должно быть направлено на ресурсосбережение при использовании машин по назначению, но при этом сам процесс обслуживания тоже должен быть ресурсосберегающим) и концепции экологической безопасности [132] (обслуживание должно иметь экологическую направленность, но при этом процесс ТО сам не должен быть источником опасности для природы) общая концепция ресурсосбережения и экологической безопасности может быть сформулирована следующим образом: *техническое обслуживание должно быть направлено на ресурсосбережение и экологическую безопасность при использовании машин по назначению, но при этом сам процесс обслуживания тоже должен быть ресурсосберегающим и экологически безопасным.*

Если при поиске концепции учесть еще и техническую безопасность (а это весьма желательно!), то искомая формулировка концепции может быть представлена следующим образом. Для обеспечения возможности выбора дадим ее в нескольких вариантах, по крайней мере, в трех.

Вариант концепции первый:

техническое обслуживание должно быть направлено на ресурсосбережение, техническую и экологическую безопасность при использовании машин по назначению, но при этом сам процесс обслуживания тоже должен быть ресурсосберегающим, технически и экологически безопасным.

Вариант концепции второй:

техническое обслуживание должно быть направлено на ресурсосбережение и экологическую безопасность при использовании машин по назначению, но при этом сам процесс обслуживания тоже должен быть ресурсосберегающим, а также обладать технической и экологической безопасностью.

Вариант концепции третий:

техническое обслуживание должно быть направлено на ресурсосбережение, техническую и экологическую безопасность при использовании машин по назначению, но при этом сам процесс обслуживания тоже должен быть ресурсосберегающим и не представлять опасности для человека и природы.

Из представленных вариантов: первый наиболее краткий и, уже поэтому, наиболее точно отражает содержание (основную мысль).

Заметим, что в нашем исследовании техническая безопасность ТО машин также учтена, но она не является предметом отдельного рассмотрения. И еще один аспект в этой связи, на который следовало бы обратить внимание: как техническая, так и экологическая безопасность при необходимости может являться составной частью ресурсосбережения.

Теперь перейдем к обобщению проблем (проблема – это сложный вопрос или задача, требующие разрешения, исследования [69, с. 603]) ресурсосбережения и экологической безопасности, результаты которого представлены на рис. 7.1. На наш взгляд, наиболее правильное решение этой задачи может быть найдено на основе применения широко известной в науке человекомашиной



**Рисунок 7.1 – Блок-схема формирования проблем ресурсосбережения и экологической безопасности ТО в системе Ч-О-С-С (обозначения – в тексте)**

системы ЧМС (человек – машина – среда). Однако в нашем случае эта система преобразована в систему Ч-О-С-С, идентичную ЧМС: человек – обслуживаемый объект (машина) – средство обслуживания – среда. Получается, что в предложенной системе

«машина» представлена в виде двух объектов: обслуживаемая машина и средство обслуживания.

Возможность применения системы Ч-О-С-С обусловлена следующим. Практически каждая операция ТО машины проводится человеком-оператором и, как правило, с использованием технических средств (средств обслуживания), но их применение носит противоречивый характер. С одной стороны технические средства позволяют ускорить процесс ТО и, следовательно, сократить затраты труда на обслуживание, а с другой - они сами неизбежно становятся источниками дополнительных ресурсов (например, в виде затрат на технические средства), потребляемых при выполнении ТО. Естественно, на этот процесс существенное влияние оказывает человек, а также среда и, прежде всего, условия труда. В результате система здесь рассматривается как некая совокупность элементов, оказывающих совместное воздействие на процесс обслуживания.

На завершающем этапе назовем проблемы ресурсосбережения и экологической безопасности по элементам системы и дадим им некоторые пояснения. Из рис. 7.1 имеем следующие проблемы:

а) проблема обеспечения качества труда оператора (элемент системы – человек) – это, например, общечеловеческая, техническая, технологическая и экологическая культура оператора, его образование, квалификация и возраст;

б) проблема обеспечения качества функционирования объекта при его обслуживании (элемент системы – объект обслуживания) - приспособленность машины к ТО с учетом требований ресурсосбережения, технической и экологической безопасности, а также отсутствие отказов, при которых возможно нарушение этих требований;

в) проблема обеспечения качества функционирования средства обслуживания при его использовании по назначению (элемент системы – средство обслуживания) – его приспособленность к использованию по назначению с учетом

требований ресурсосбережения, технической и экологической безопасности; отсутствие отказов, при которых может быть нарушение этих требований;

г) проблема создания условий труда, а также условий функционирования объекта и средства обслуживания (элемент системы – среда) - несоответствие условий труда нормативным требованиям технической безопасности, отсутствие специальных рабочих мест для ТО в поле.

Естественно, состояние каждой проблемы оказывает влияние на формирование технико-экономических параметров процесса ТО (рис. 7.1), которыми, например, могут быть трудоемкость, продолжительность, расход ТСМ, затраты труда, убытки от простоя машин, суммарные затраты на обслуживание и др.

Таким образом, на основе обобщения получена концепция ресурсосбережения и экологической безопасности при техническом обслуживании машин, а также сформулированы проблемы в системе Ч-О-С-С: человек – обслуживаемый объект (машина) – средство обслуживания – среда. Полученные результаты могут быть использованы при выполнении теоретических исследований по обоснованию технического обслуживания машин.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Анализ особенностей технического обслуживания мобильных машин в сельском хозяйстве, изучение технологий, методов и средств обслуживания и их анализ на предмет ресурсосбережения, требований охраны окружающей среды при их обслуживании, теоретических основ экологической оценки использования и обслуживания машин, а также обобщение и анализ научных исследований в области ресурсосбережения и экологии при техническом обслуживании тракторов сельскохозяйственного назначения позволяют сделать следующие выводы:

1. Спецификой современного сельскохозяйственного производства является то, что основной объем механизированных работ приходится на весенне-летний период и выполняется в полевых условиях, причем в сжатые агротехнические сроки. С ростом загрузки МТП в этот период растет трудоемкость ТО, пиковые периоды полевых работ (предпосевная обработка почвы и посев, уборка урожая и вспашка зяби) совпадают с наихудшими климатическими условиями (с атмосферными осадками), кроме того, большие расстояния до объектов обслуживания, зачастую труднопроходимые дороги в полевых условиях, природно-климатические, а также специфические условия сельскохозяйственного производства затрудняют в полевых условиях выполнение работ по ТО в срок, в полном объеме и с надлежащим качеством. В целом, можно констатировать, что особенности ТО машин в полевых условиях обусловлены отрицательным воздействием на процесс обслуживания климатических, биологических и производственных факторов.

2. Установлено, что в сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области средняя оценка качества ТО машин в полевых условиях составляет 0,36 (36 %), что соответствует обслуживанию тракторов в полевых условиях с уровнем качества «низкий». При этом наибольшее влияние на качество ТО оказывают факторы: климатические условия (41,2 %), обеспеченность квалифицированными кадрами (18,1 %), а также биологические условия (12,0 %). В сумме они составляют более 70 % (71,3 %) и для дальнейшего исследования могут быть приняты как значимые. При этом наименьшее влияние на качество обслуживания оказывают факторы: неравномерность загрузки исполнителей и средств ТО, рассредоточенность мест работы машин и необходимость соблюдения требований технической и экологической безопасности ТО.

3. Исторически, от начала становления системы ТО и до настоящего времени, ресурсосбережение является определяющим

фактором при обосновании ремонтно-обслуживающей базы, в том числе и при решении задачи выбора наиболее предпочтительного в рамках экономической целесообразности метода обслуживания машин. Из литературы известны два метода ТО тракторов в весенне-летне-осенний период полевых механизированных работ: централизованный (все виды обслуживания проводят на ПТО) и децентрализованный (ТО-1 и ТО-2 выполняют в поле с использованием АТО, а ТО-3 и СТО – на стационаре). Эти методы нашли свое распространение в практике ТО машин, особенно в период с 1970 по 1985 годы, когда сельское хозяйство нашей страны интенсивно оснащалось энергонасыщенными тракторами, стационарными и передвижными средствами ТО. Эти же методы нашли свое отражение и в научных исследованиях. Однако при этом не учтена возможность практической реализации комбинированного метода ТО тракторов (ТО-1 – в поле, а ТО-2, ТО-3 и СТО – на стационаре), а также недостаточно учтены условия труда оператора и качество ТО машин в поле.

4. По правилам ГОСТ 20793-2009 техническое обслуживание тракторов выполняют в стационарных условиях (в мастерских, на станциях и пунктах ТО), при этом периодические обслуживания ТО-1 и ТО-2 допускается проводить на месте их работы, в поле, с использованием передвижных агрегатов ТО (АТО), что обуславливает возможность выбора методов обслуживания этих машин. Однако до настоящего времени не существует какой-либо научно обоснованной методики выбора ресурсосберегающих методов ТО машин в сельском хозяйстве.

5. Проведение ТО (ТО-1 и ТО-2) в поле неизбежно сопровождается контактом с живой природой, что создает проблему экологической безопасности обслуживания машин, которая обусловлена, во-первых, вследствие недостаточной надежности устройств (их отказы неизбежны по объективным причинам), во-вторых, по причине непригодности машин к проведению ТО в полевых условиях, в-третьих, из-за ошибок, а

нередко и из-за низкой технической культуры оператора, и, в-четвертых, из-за несоответствия условий труда в поле требованиям технической безопасности.

Получается, что вопрос экологической безопасности ТО машин даже бы и не возникал, если бы обслуживание не проводилось в полевых условиях. Нужно сократить до минимума объем работ по ТО и ремонту в поле и обеспечить при этом экологическую безопасность их выполнения.

6. Государственным стандартом ГОСТ 20793-2009 предусмотрены требования охраны окружающей среды при техническом обслуживании машин. Однако наши инженеры по технической эксплуатации в большинстве своем (86 % - почти все) не знают, что такие требования вообще-то существуют, причем стандартные. При этом 74 % из них считают, что эти требования соблюдаются, то есть они вовсе не намерены их признавать и соблюдать. Данная ситуация осложняется еще и тем, что за соблюдением требований охраны окружающей среды нет контроля как со стороны администрации хозяйств, так и Ростехнадзора. В результате 92 % отстоя топлива из фильтров и топливных баков сливают на почву, отложения из центробежных очистителей удаляют также на почву в 96 случаев из 100, третью часть (34 %) всего заменяемого моторного масла в полевых условиях также сливают в почву, без применения каких-либо емкостей.

7. В нашей стране предусмотрена экологическая оценка использования тракторов и самоходных машин по назначению, что осуществляется на стадии государственных приемочных испытаний (ГПИ) и сертификации. Здесь речь идет о производственной эксплуатации. При этом экологическая оценка технической эксплуатации, в частности, технического обслуживания не проводится. В связи с этим отсутствуют оценки экологического уровня производства тракторов, а также экологической культуры технической эксплуатации машин. Это в свою очередь не стимулирует машиностроителей к созданию



машин с повышенным уровнем экологической безопасности их технического обслуживания. Кроме того, из-за отсутствия этих же оценок сегодня не представляется возможным применять обоснованные меры административного и экономического воздействия как на машиностроителей, так и на эксплуатационников. По этой же причине не работает Гостехнадзор в направлении улучшения экологической безопасности ТО машин в поле.

8. Экологическая оценка при использовании машин представляется возможной как по единичным показателям, к которым, например, относятся выбросы вредных веществ с отработанными газами (ОГ), дымность ОГ, утечки топливно-смазочных материалов, так и по обобщающим (интегральным) показателям – экологической опасности и экологической безопасности. Интегральные экологические показатели – это алгебраическая сумма единичных экологических параметров, отнесенных к их нормативным значениям, которые представляют собой некую сравнительную базу. Получается, что экологическая оценка машин при их использовании имеет соответствующее теоретическое обоснование. Однако к настоящему времени еще не разработана теория, позволяющая научно обосновать и разработать методику экологической оценки технического обслуживания машин.

9. Анализ литературных источников позволяет сделать вывод и о том, что экологическая безопасность ТО машин или экология технического обслуживания возникла в 80-х годах прошлого столетия не сама по себе как таковая, а при изучении процесса диагностирования машин – в связи с необходимостью улучшения приспособленности машин к обслуживанию, что в свою очередь связано с трудосбережением. В настоящее время экология технического обслуживания машин формируется в самостоятельное научное направление.

10. Проблема ресурсосбережения и экологической безопасности обслуживания машин при ТО может быть представлена как система: человек, объект обслуживания (машина), средство обслуживания и среда (Ч-О-С-С).

Общая концепция ресурсосбережения и экологической безопасности может быть сформулирована следующим образом: техническое обслуживание должно быть направлено на ресурсосбережение, техническую и экологическую безопасность при использовании машин по назначению, но при этом сам процесс обслуживания тоже должен быть ресурсосберегающим, технически и экологически безопасным

11. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем при принятии решений по совершенствованию ТО машин, а также при выполнении теоретического исследования процесса обслуживания машин в направлении ресурсосбережения, улучшения технической и экологической безопасности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аблин Л.К. Выбор и оптимизация использования средств технического обслуживания машин / Л.К. Аблин // Эксплуатация и техническое обслуживание машинно-тракторного парка : Труды ЧИМЭСХ, вып. 65. - Челябинск : ЧИМЭСХ, 1972. – С. 8 - 13.
2. Аблин Л.К. Методика выбора средств технического обслуживания машин / Л.К. Аблин, А.С. Шишкин // Эксплуатация и техническое обслуживание машинно-тракторного парка : Труды ЧИМЭСХ, вып. 53. - Челябинск : ЧИМЭСХ, 1971. – С. 227 - 229.
3. Аблин Л.К. Обоснование оптимальной зоны технического обслуживания тракторов К-700 стационарными пунктами / Л.К. Аблин, В.Л. Гнездилов // Вопросы эксплуатации машинно-тракторного парка технологии сельскохозяйственного производства : Труды ЧИМЭСХ, вып. 93. - Челябинск : ЧИМЭСХ, 1974. – С. 43 - 49.
4. Агроклиматические ресурсы Иркутской области : справочник / Под ред. М.Н. Редько и В.И. Гонтаря. – Л. : Гидрометиздат, 1977. – 209 с.
5. Аттестация травмоопасных рабочих мест при техническом обслуживании и ремонте автомобильной техники / Р.Р. Садыков [и др.] // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2011. – № 8. – С. 56-58.
6. Баев Л.И. Обоснование выбора и размещения станций технического обслуживания тракторов «Кировец» и Т-150К : рекомендации / Л.И. Баев, А.П. Миронов, Л.Б. Сегал [и др.]. – М. : ЦБНТИ Госкомсельхозтехники РСФСР, 1981. – 25 с.
7. Беларусь 1221: руководство по эксплуатации 1221 – 0000010РЭ / сост. В.Г. Левков; ред. М.Г. Мелешко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Мн. : ПО «Минский тракторный завод», 2000. – 224 с.
8. Бондарева Г.И. Оценка технического состояния элементов машин и технологического оборудования с применением средств и методов технической диагностики / Г.И. Бондарева, А.В. Пегушин // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 7. – С. 33-37.
9. Болукова И.А. Организация системы управления качеством на предприятиях технического сервиса / И.А. Болукова // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 1. – С. 40-42.

10. Бураев М.К. Повышение уровня производственно-технической эксплуатации машинно-тракторного парка: монография / М.К. Бураев. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2008. – 187 с.
11. Буренко Л.А. Обеспечение безопасности на участках окраски, заправки машин и складах предприятий технического сервиса в АПК / Л.А. Буренко, В.А. Казакова, И.Б. Ивлева // Тракторы и сельхозмашины. – 2015. – № 1. – С. 46-50.
12. Буренко Л.А. Техника безопасности при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте техники в крестьянских, фермерских хозяйствах / Л.А. Буренко, Е.М. Филиппова, И.Б. Ивлева // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2012. – № 6. – С. 40-57; № 7. – С. 14-22; № 8. – С. 26-33.
13. Буренко Л.А. Требования безопасности при техническом обслуживании тракторов и сельскохозяйственных машин в полевых условиях / Л.А. Буренко, В.А. Казакова, И.Б. Ивлева // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2014. – № 7. – С. 59-61.
14. Буренко Л.А. Требования безопасности при техническом обслуживании тракторов и сельскохозяйственных машин в полевых условиях / Л.А. Буренко, В.А. Казакова, И.Б. Ивлева // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 9. – С. 47-48.
15. Веденяпин Г.В. Научные основы и методика систем технического ухода за тракторами : дис. ... д-ра техн. наук / Г.В. Веденяпин. - Л., 1955. - 450 с.
16. Веденяпин Г. В. Эксплуатация машинно-тракторного парка : учебник для высш. проф. образования / Г. В. Веденяпин, Ю. К. Киртбая, М. П. Сергеев. - М. : Сельхозиздат, 1963. - 430 с.
17. Габитов И. Региональные особенности организации технического сервиса сельскохозяйственной техники и оборудования / И. Габитов, И. Тимергалин, А. Нуриев // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2012. – № 2. – С. 51-53.
18. Газетин С. Арсенал для электронной диагностики / С. Газетин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2007. – № 9. – С. 54-56.
19. Голубев И.Г. Оценка качества технического сервиса тракторов / И.Г. Голубев, А.Ю. Фадеев, В.А. Макуев // Техника и оборудование для села. – 2010. – № 7 (157). – С. 40-41.

20. Горшков Ю. Улучшение условий труда операторов мобильных колесных машин за счет автоматической блокировки простого шестеренчатого дифференциала / Ю. Горшков, А. Попова // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2011. – № 2. – С. 43-47.

21. Гнездилов В.Л. Расчет оптимальной зоны технического обслуживания тракторов с учетом характеристик надежности / В.Л. Гнездилов // Актуальные вопросы эксплуатации машинно-тракторного парка : Труды ЧИМЭСХ, вып. 115. - Челябинск : ЧИМЭСХ, 1976. – С. 87 - 90.

22. ГОСТ 18322-78. Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. – Введ. 1980-01-01. – М.: Стандартиформ, 2007. – 11 с.

23. ГОСТ 20793-2009. Тракторы и машины сельскохозяйственные. Техническое обслуживание. – Взамен ГОСТ 20793-86; введ. 2011-01-05. – М. : Изд-во стандартов, 2011. – 19 с.

24. Дринча В.М. Оперативность диагностирования автотранспортных средств и эффективность их использования / В.М. Дринча, Н.И. Мошкин, Д.А. Базаров // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 9. – С. 52-54.

25. Дунаев А.В. Совершенствование нормативно-технической документации на техническое обслуживание машинно-тракторного парка / А.В. Дунаев, И.Д. Гафуров, Н.У. Вахитов // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 8. – С. 40-42.

26. Дунаев А.В. Совершенствование системы регламентного технического обслуживания МТП АПК / А.В. Дунаев // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2014. – № 3. – С. 26-31.

27. Евтюшенков Н. Е. Многокритериальная оптимизация параметров транспортных агрегатов / Н. Е. Евтюшенков // Техника в сел. хоз-ве. - 2002. - № 1. – С. 26-29.

28. Жуленков В.И. Годовое число ремонтнообслуживаний мобильной техники / В.И. Жуленков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 1. – С. 17-18.

29. Зябиров И.М. Оценка эффективности технического диагностирования зерноуборочных комбайнов / И.М. Зябиров, В.И. Зябирова // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 1. – С. 50-52.

30. Иванов Н.М. Повышение эффективности технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в условиях Сибири :

уч. мет. пос. / Н.М. Иванов, А.Е. Немцев, В.В. Коротких [и др.] – Новосибирск, 2012. – 108 с.

31. Инструкция по охране труда для слесарей по ремонту и техническому обслуживанию автомобиля // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2013. – № 1. – С. 43-51.

32. Иофинов С.А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев; Под ред. С.А. Иофинова. – М.: Колос, 1985. – 272 с.

33. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка / С.А. Иофинов, Г.П. Лышко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 351 с.

34. Киртбая Ю. К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка / Ю. К. Киртбая. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Колос, 1982. - 319 с.

35. Ковалев Л.И. Экономические механизмы ресурсосбережения на техническое обслуживание и ремонт техники для животноводства / Л.И. Ковалев, И.Л. Ковалев // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 10 (183). – С. 36-40.

36. Кокорев Г.Д. Диагностирование дизелей методом цилиндрического баланса / Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, И.А. Успенский // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 8. – С. 45-46.

37. Кокорев Г.Д. Формирование комплексной программы технического обслуживания и ремонта МТП / Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 11. – С. 43-45.

38. Колчин А. В. Оперативный контроль вредных выбросов на рабочих участках МТС / А. В. Колчин, Е. М. Филиппова, М. Ж. Ахмедов // Техника в сел. хоз-ве. - 2002. - № 4. – С. 27-29.

39. Колчин А. В. Оценка экологической и технической безопасности тракторов и сельскохозяйственных машин в условиях эксплуатации / А. В. Колчин // Техника в сел. хоз-ве. - 2005. - № 3. – С. 32-35.

40. Колчин А.В. Развитие диагностирования МТП для обеспечения его экологической безопасности / А.В. Колчин, В.М. Михлин // Техника и оборудование для села. – 2007. – № 5. – С. 30-32.

41. Колчин А. В. Экологическая диагностика тракторов и самоходных машин / А.В. Колчин // Тракторы и с. х. машины. - 2005. - № 3. - С. 5-7.

42. Комаров В.А. Моделирование назначения контрольно-диагностических и ремонтных воздействий на машины / В.А. Комаров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 3. – С. 31-34.

43. Корольков И.В. Оптимальная система обслуживания с непрерывной загрузкой / И.В. Корольков, Л.И. Королькова // Техника в сельском хозяйстве. – 2003. – № 2. – С. 27-29.

44. Коротких В.В. Обоснование направления обеспечения работоспособности мобильной сельскохозяйственной техники в регионе Сибири / В. В. Коротких, А.Е. Немцев, А.М. Криков [и др.] // Труды ГОСНИТИ. – М. : ГОСНИТИ. – Т. 109, Ч. 1 - - С. 125-128.

45. Кохановский В.П. Основы философии науки : учеб. пособие для аспирантов / В.П. Кохановский [и др.]. – изд. 3-е. – Ростов н/Д : Феникс, 2006. – 608 с.

46. Криков А.М. Требования к системе информационной поддержки технической диагностики и технического обслуживания энергонасыщенных тракторов / А. Криков, Р. Бердникова // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2012. – № 2. – С. 47-50.

47. Крохта Г. М. Формирование современной системы технического сервиса в АПК / Г. М. Крохта, В. В. Коноводов, Г. П. Бут // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. - 2002. - № 11. - С. 2-3.

48. Ларин Н.С. Достоверность информации при диагностировании тракторов по функциональным параметрам двигателей / Н.С. Ларин, А.Г. Саксин, Н.Ф. Полковников // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 9. – С. 49-50.

49. Лачуга Ю. Ф. Агроинженерная наука - производству в 2002-2006 годах / Ю. Ф. Лачуга, А. А. Артюшин // Техника в сел. хоз-ве. - 2007. - № 1. – С. 3-7.

50. Лачуга Ю. Ф. Отечественное сельхозмашиностроение для ресурсосберегающих технологий в растениеводстве / Ю. Ф. Лачуга // Техника в сел. хоз-ве. - 2008. - № 6. – С. 3-7.

51. Лившиц В. М. Принципы формирования системы технического обслуживания машин в хозяйствах Сибири : метод. рекомендации / В. М. Лившиц, В. И. Голиченко. – Новосибирск : Сиб. отд. ВАСХНИЛ, 1976. – 98 с.

52. Макаров А. В. Проектирование рациональной системы обслуживания регионального дилера / А. В. Макаров // Техника в сел. хоз-ве. - 2007. - № 1. – С. 33-36.

53. Маслов Г. Г. Оценка технического уровня зерновых сеялок и посевных комплексов / Г. Г. Маслов, В. Н. Плешаков // Техника в сел. хоз-ве. - 2003. - № 6. – С. 8-11.

54. 77. Методы оценки условий труда при техническом обслуживании и ремонте автомобилей / Р. Садыков [и др.] // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2011. – № 4. – С. 51-53.

55. Мещеряков С. Методика разработки норм труда при выполнении полевых механизированных сельскохозяйственных работ (для зарубежной техники) / С. Мещеряков // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2011. – № 9. – С. 14-18.

56. Михлин В.М. Ресурсосберегающий метод определения допустимых износов, изменений параметров при техническом обслуживании и ремонте машин / В.М. Михлин, А.Г. Дарер // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 1. – С. 20-22.

57. Михлин В.М. Управление надежностью сельскохозяйственной техники / В.М. Михлин. - М.: Колос, 1984. - 335 с.

58. Надежность и эффективность в технике : справочник : в 10 т. / ред. совет : В. С. Авдуевский (пред.) [и др.]. – М. : Машиностроение, 1986. – Т. 1 : Методология. Организация. Терминология / под ред. А. И. Рембезы. – 224 с.

59. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. / под ред. В.С. Авдуевского [и др.]. – М.: Машиностроение, 1986. – Т. 3: Эффективность технических систем / под ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – 328 с.

60. Надежность и эффективность в технике : справочник : в 10 т. / ред. совет : В. С. Авдуевский (пред.) [и др.]. – М. : Машиностроение, 1987. – Т. 9 : Техническая диагностика / под общ. ред. В. В. Клюева, П. П. Пархоменко. – 352 с.

61. Немцев А.Е. К обоснованию количества мобильных средств при организации технического сервиса сельскохозяйственного предприятия / А.Е. Немцев, И.В. Деменок // Актуальные проблемы научного обеспечения АПК Сибири: матер. межд. науч.-практ. конф. – Омск, 2013. – С. 77-80.

62. Немцев А.Е. Обоснование модельного сервисного кластера по техническому обслуживанию на основе информационной технологии / А.Е. Немцев, И.В. Деменок, В.В. Коротких // Актуальные вопросы технического,



технологического и кадрового обеспечения АПК : матер. VI науч.-практ. конф. с международным участием – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – С. 70-77.

63. Никитченко С.Л. Навесной агрегат для технического обслуживания и ремонта машин / С.Л. Никитченко, С.В. Смыков // Техника в сельском хозяйстве. – 2014. – № 4. – С. 21-23.

64. Никитченко С.Л. Совершенствование специализированного технического обслуживания техники с сельхозпредприятиях / С.Л. Никитченко, С.В. Смыков // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2014. – № 6. – С. 25-28.

65. Николаев Е.В. Новое оборудование и технологии диагностирования сельскохозяйственной техники / Е.В. Николаев, И.М. Макаркин // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 11. – С. 48-49.

66. Новые средства для определения компрессии автотракторных двигателей и результаты их испытаний / В.Н. Хабардин [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 2008. – № 3. – С. 27-29.

67. Носихин П.И. Организация технического сервиса тракторов в ООО «Технореммаш» / П.И. Носихин, В.В. Быков, И.А. Спицын // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 3 (177). – С. 45-47.

68. Оверченко Г.И. Обоснование допустимых значений диагностических параметров технических объектов / Г.И. Оверченко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 2. – С. 17-18.

69. Ожегов С. И. Словарь русского языка / под ред. Н. Ю. Шведовой. – 21-е изд. перераб. и доп. – М. : «Русский язык», 1989. - 928 с.

70. Оценка риска травмирования механизаторов при выполнении регулировок зерноуборочных комбайнов / Б.П. Кутепов [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 4. – С. 20-21.

71. Оценка условий труда при техническом сервисе / Р. Р. Садыков [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 5. – С. 34-35.

72. Пастухов А.Г. Особенности системы технического обслуживания и ремонта зарубежной техники / А.Г. Пастухов, А.В. Ефимцев // Машинно-технологические станции. – 2009. – № 6. – С. 28-29.

73. Пат. 2519287 Рос. Федерация, МПК В62D 1/00 (2006.01), В60S 5/00 (2006.01). Способ определения экологической безопасности технического обслуживания автотранспортных машин / Хабардин В.Н., Горбунова Т.Л.,

Чубарева М.В., Шелкунова Н.О.; заявитель и патентообладатель Иркут. гос. с.-х. акад. - № 2012157351/11; заявл. 26.12.2012; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 16.

74. Пат. 2545475 Рос. Федерация, МПК В60S 5/00 (2006.01), G01M 15/00 (2006.01). Способ определения экологической безопасности выполнения смазочно-заправочных операций при техническом обслуживании машин / Хабардин А.В., Хабардина А.Ю., Болоев П.А., Горбунова Т.Л., Чубарева М.В.; заявитель и патентообладатель Иркут. гос. с.-х. акад. - № 2013157121/11; заявл. 23.12.2013; опубл. 27.03.2015, Бюл. № 9.

75. Петрашев А.И. Условия применения технических средств при консервации сельхозмашин / А.И. Петрашев // Техника в сельском хозяйстве. – 2003. – № 1. – С. 27-29.

76. Петрищев Н.А. Обеспечение ресурсосбережения при эксплуатации и ремонте машинно-тракторного парка / Н.А. Петрищев // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 10. – С. 42-46.

77. Петрищев Н.А. Средства для контроля технического состояния узлов и агрегатов сельскохозяйственных машин по тепловым характеристикам / Н.А. Петрищев, И.М. Макаркин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2013. – № 5. – С. 38-43.

78. Петрищев Н.А. Устройство для испытания форсунок на качество распыла топлива автотракторных дизелей при техническом обслуживании / Н.А. Петрищев // Машинно-технологические станции. – 2008. – № 2. – С. 29-31.

79. Плаксин А.М. Эффективность стратегий обеспечения работоспособности тракторов / А. Н. Плаксин // Техника в сел. хоз-ве. - 2000. - № 3. – С. 20-24.

80. Полуян А.Г. Расчет числа рабочих мобильного специализированного звена / А.Г. Полуян, А.В. Горетый // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – № 1. – С. 17-20.

81. Приборы и оборудование для государственных инспекций по надзору за техническим состоянием самоходных машин и других видов техники в Российской Федерации : каталог. - М. : Росинформагротех, 2001. - 160 с.

82. Правила по охране труда при ремонте и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники ПОТ РО-97300-11-97 // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2011. – № 3. – С. 55-70; № 4. – С. 54-70.

83. Привалов П. В. Теоретические основы разработки методики технического сервиса сельскохозяйственных машин / П. В. Привалов, Е. А. Яворская, Г. С. Сидоров // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. - 2002. - № 11. - С. 4-5.

84. Производственная база и операционная технология обслуживания машин в хозяйствах Сибири: метод. рекомендации / А. Т. Клейн [и др.]. – Новосибирск: Сиб. отд. ВАСХНИЛ, 1980. – 123 с.

85. Рассказов М.Я. Организация ремонта и технического обслуживания тракторов К-700 и К-701 / М. Я. Рассказов // Техника в сел. хоз-ве. - 1979. - № 5. - С. 48-53.

86. Расчет потребности сельскохозяйственного предприятия в средствах технического обслуживания и ремонта машин / М.И. Юдин [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2005. – № 2. – С. 25-26.

87. Ресурсосбережение на основе межремонтной наработки изделия / Ф. Х. Бурумкулов [и др.] // Техника в сел. хоз-ве. - 2008. - № 5. – С. 19-23.

88. Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники: в 2 ч. – М.: Росинформагротех, 2001. – Ч. 1. – 360 с.

89. Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники: в 2 ч. – М.: Росинформагротех, 2001. – Ч. 2. – 420 с.

90. Родионов Ю.В. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного транспорта : учебник / Ю.В. Родионов. – Ростов н/Д : Феникс, 2015. – 409 с.

91. Руководство по техническому диагностированию при техническом обслуживании и ремонте тракторов и сельскохозяйственных машин. – М.: Росинформагротех, 2001. – 250 с.

92. Савин И.Г. Определение максимальной рентабельности работы МТС / И.Г. Савин // Техника в сельском хозяйстве. – 2002. – № 2. – С. 23-25.

93. Семянникова Я.И. Совершенствование технического обслуживания тракторов передвижными средствами в полевых условиях : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03. / Я.И. Семянникова - Новосибирск, 1990. – 20 с.

94. Сервис самоходных машин и автотранспортных средств: учеб. пособие / Н.И. Бойко, В.Г. Санамян, А.Е. Хачкинаян. – Ростов н/Д.: Феникс, 2007. – 512 с.

95. Серебряков В.Н. Обоснование рациональной формы организации технического обслуживания тракторов в лесхозах / В. Н. Серебряков, В. Г. Коняхин // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. - 1985. – № 11. – С. 35-37.
96. Скотников А.Г. Статистическое моделирование при оптимизации периодичности проведения ТО / А.Г. Скотников // Тракторы и с.-х. машины. – 2007. – № 11. – С. 48-49.
97. Совершенствование технологий и оперативных средств контроля технического состояния тракторов в полевых условиях / А.П. Уткин [и др.]; под ред. В.М. Лившица. – Новосибирск: Сиб. отд. ВАСХНИЛ, 1984. – 66 с.
98. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии / Под ред. А.И. Завражнова. - СПб. : Изд-во «Лань», 2013. - 496 с.
99. Соловьев Р. Ю. Ресурсосбережение при техническом сервисе сельскохозяйственной техники / Р. Ю. Соловьев, С.А. Горячев // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2013. - № 2. – С. 37-39.
100. Соловьев Р. Ю. Современная концепция обслуживания и ремонта машин / Р. Ю. Соловьев, В. М. Михлин, А. В. Колчин // Техника в сел. хоз-ве. - 2008. - № 1. – С. 12-15.
101. Спирин А. П. Экологические требования к сельскохозяйственной технике / А. П. Спирин, О. А. Сизов // Техника в сел. хоз-ве. - 1999. - № 2. – С. 19-22.
102. Справочник инженера-механика сельскохозяйственного производства : учеб. пособие в 2 ч. / В. М. Баутин [и др.]; под рук. В. М. Баутина. - М. : Росинформагротех, 2003 - Ч. 2. - 368 с.
103. Справочник по эксплуатации, ремонту и хранению сельскохозяйственной техники : основные положения / сост. М. П. Жуков, А. Э. Северный. - М. : Россельхозиздат, 1982. - 318 с.
104. Справочник экономиста-аграрника / Т. М. Василькова [и др.]; под ред. Т. М. Васильковой. - М. : КолосС, 2006. - 367 с.
105. Средства технического обслуживания машинно-тракторного парка / Ф.Н. Пуховицкий [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1985. – 248 с.
106. Статистические методы обработки эмпирических данных : рекомендации / В. А. Грешников [и др.]. - М. : Изд-во стандартов, 1978. - 232 с.
107. Сухарев Э.А. Эксплуатационная надежность машин: теория, методология, моделирование: учеб. пособие / Э.А. Сухарев. – Ровно: НУВХП, 2006. – 192 с.

108. Табаков П.А. Конструктивные решения для повышения ремонтпригодности тракторов / П.А. Табаков, В.П. Табаков // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2013. – № 3. – С. 52-61.

109. Табашников А.Т. К вопросу экономической оценки технических средств в машинных технологиях / А.Т. Табашников, Е.М. Самойленко // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 7 (169). – С. 36-38.

110. Табашников А.Т. Надежность сельскохозяйственной техники и показатели ресурсосбережения / А.Т. Табашников, Е.М. Самойленко // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 3. – С. 33-34.

111. Тайбасаров Ж. К. Оценка рентабельности работы МТС методом регрессионного анализа / Ж. К. Тайбасаров // Техника в сел. хоз-ве. - 2006. - № 2. – С. 34-36.

112. Терских И.П. Расчет и выбор организационных форм и средств технического обслуживания МТП в отделении (бригаде) сельскохозяйственного предприятия с использованием ПК : метод. указания к расчетно-графической работе / И.П. Терских, Е.В. Астапов. – Иркутск : ИрГСХА, 2002. – 37. с.

113. Терских И.П. Функциональная диагностика машинно-тракторных агрегатов / И.П. Терских. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1987. – 312 с.

114. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учеб. пособие для вузов / В.И. Черноиванов [и др.]; под ред. В.И. Черноиванова. – М.: ГОСНИТИ; Челябинск : ЧГАУ, 2003. - 992 с.

115. Технологические карты по диагностированию и прогнозированию остаточного ресурса сельскохозяйственных машин. – Новосибирск : ЦЭРИС, 2000. - 166 с.

116. Технологическое руководство по диагностированию тракторов и самоходных сельскохозяйственных комбайнов / А. В. Колчин [и др.]; под научн. рук. В. И. Черноиванова. - М. : Росинформгротех, 2006. - 241 с.

117. Трактор ДТ-75М «Казахстан»: техническое описание и инструкция по эксплуатации 85А.00004ГО. – Алма-Ата: Кайнар, 1982. – 256 с.

118. Тракторы «Беларусь» МТЗ-80, МТЗ-82 и их модификации: инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию / В.Г. Левков [и др.]. – Мн.: Ураджай, 1988. – 174 с.

119. Тракторы «Кировец» К-744Р, К-744Р1, К-744Р2: техническое описание и инструкция по эксплуатации. – СПб.: ЗАО «Петербургский тракторный завод», 2004. – 263 с.

120. Трактор Агротрактор-90ТГ: руководство по эксплуатации А90.00.001 РЭ. – Барнаул: ОАО «Алтайский моторный завод», 2012. – 220 с.
121. Трактор CLAAS. AXION 840-820-810 CMATIC-CEBIS. Инструкция по эксплуатации SERVICE&PARTS AXION 800. – CMatic – Cebis, 2009. – 476 с.
122. Трактор John Deere (8130, 8230, 8330, 8430, 8530). Руководство по эксплуатации. – Мангейм: John Deere Waterloo Works, 2013. – 384 с.
123. Трактор MAJOR 80: руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию тракторов [Электронный ресурс]. – Брно: АО «ZETOR TRACTORS», 2014. – 114 с. – Режим доступа: <http://www.zetor-ug.com/uploads/2/5/4/6/25469172/major.pdf>.
124. Уткин А. П. Разработка и исследование технологий контроля состояния элементов тракторов в полевых условиях с применением встроенных средств : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / А. П. Уткин. - Новосибирск, 1979. - 200 с.
125. Ушанов В.А. Ресурсосберегающие способы ремонта машин / В.А. Ушанов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 2. – С. 23-25.
126. Фатхулов Р.И. Качественное техническое обслуживание сельхозмашин / Р.И. Фатхулов // Техника и оборудование для села. – 2009. – № 12. – С. 41-43.
127. Филимонов А. И. Нормирование выбросов и дымности тракторов и сельхозмашин / А. И. Филимонов, А. В. Колчин, О. Н. Айдемиров // Техника в сел. хоз-ве. - 2001. - № 2. – С. 23-25.
128. Хабардин А. В. Совершенствование контроля рулевого управления колесных тракторов при их техническом обслуживании: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03. / А. В. Хабардин. - Иркутск, 2012. – 255 с.
129. Хабардина А. В. Особенности развития технического обслуживания машин в современных условиях / А. В. Хабардина, М.В. Чубарева, Н.В. Чубарева, Т.Л. Горбунова, Н.В. Степанов // Вестник ИрГСХА. - 2016. - № 74. – С. 137-147.
130. Хабардин В.Н. Новые средства и методы диагностирования рулевого управления тракторов и комбайнов / В.Н. Хабардин, Н.В. Степанов, С.В. Хабардин // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 3. – С. 41-44.
131. Хабардин В. Н. Результаты определения коэффициентов весомости экологических параметров на основе экспертных оценок / В. Н.

Хабардин, Т.Л. Горбунова, М.В. Чубарева // Вестник ИрГСХА. – 2016. - № 75. – С. 149 – 157.

132. Хабардин В. Н. Ресурсосберегающие технологии, методы и средства технического обслуживания тракторов : монография / В. Н. Хабардин. - Иркутск : Изд-во ИрГСХА, 2009. - 384 с.

133. Хабардин В.Н. Современные агрегаты технического обслуживания машин и их анализ / В. Н. Хабардин, М. В. Чубарева, А.В. Хабардина, С.И. Базарон // Вестник ИрГСХА. – 2014. - № 65. – С. 101 – 110.

134. Хабардин В. Н. Современные направления развития технического обслуживания машин / В. Н. Хабардин // Техника в сел. хоз.-ве. - 2009. - № 5. - С. 28-30.

135. Хабардин В.Н. Сезонно-циклические технологии технического обслуживания машин в сельском хозяйстве / В.Н. Хабардин // Вестник КрасГАУ. – 2009. - № 6. – С. 122 - 126.

136. Хабардин С. В. Определение мощностных показателей тракторов тяговым методом при трогании с места под нагрузкой : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / С. В. Хабардин. - Иркутск, 2014. - 205 с.

137. Хабардин В. Н. Оценка уровня совершенства технических средств диагностирования машин / В. Н. Хабардин // Эксплуатация, восстановление и ремонт сельскохозяйственной техники в условиях Восточной Сибири : сб. науч. тр. - Иркутск, 1999. - С. 205 - 209.

138. Централизованное техническое обслуживание сельскохозяйственной техники в межсезонный период / М.Б. Латышенко [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – № 7. – С. 16-17.

139. Черноиванов В.И. Машинно-технологическая станция. Организация, структура, виды работ, техника, нормативы, передовой опыт / В.И. Черноиванов, А.Э. Северный, Л.М. Пильщиков [и др.] – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ГОСНИТИ, 2003. – 332 с.

140. Черноиванов В.И. Система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве / В.И. Черноиванов, А.Э. Северный, Л.М. Пильщиков. – М. : ГОСНИТИ, 2001. – 168 с.

141. Черноиванов В.И. Технический сервис машинно-тракторного парка и экология / В.И. Черноиванов // Техника и оборудование для села. – 2009. – № 8. – С. 44-46.

142. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве : учеб. пособие для вузов / В. И. Черноиванов [и др.]; под ред. В. И. Черноиванова. – М. : ГОСНИТИ ; Челябинск : ЧГАУ, 2003. - 992 с.

143. Чубарева М.В. Анализ организации системы технического сервиса на сельскохозяйственных предприятиях Иркутской области / М.В. Чубарева // Вестник ИрГСХА. – 2010. – Вып. 38. – С. 125-130.

144. Экологические аспекты противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники / В. Д. Прохоренков [и др.] // Техника в сел. хоз-ве. - 2004. - № 3. – С. 28-30.

145. Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин : учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. В. Рубайлов [и др.]; под ред. Е. С. Локшина. - М. : Академия, 2007. - 512 с.



Василий Николаевич Хабардин

ПРОБЛЕМЫ И КОНЦЕПЦИЯ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ  
МАШИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Монография

Лицензия ЛР № 070444 от 11.03.98.

Подписано в печать 00.00.2019 г.

Формат 60x84. Печ. л. 8.

Тираж 500 экз.



Издательство Иркутского государственного  
аграрного университета  
664038, Иркутская обл., Иркутский р-н,  
пос. Молодежный