Цой Леонид Максимович. Обоснование и обеспечение эффективности функционирования системы машин для животноводства : Дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.28 : Москва, 1999 380 c. РГБ ОД, 71:00-8/70-2

**Содержание к диссертации**

Введение

**Глава I. Состояние проблемы и задачи исследований 12**

1.1. Роль и значение системы машин в осуществлении технической политики в условиях перехода к рынку 12

1.2. Требования к системе машин для животноводства 15

1.3. Анализ развития системы машин для животноводства ... 23

1.4. Анализ и обобщение методов обоснования систем машин для комплексной механизации сельского хозяйства 44

**Глава II. Методология обоснования и разработки системы машин для животноводства 64**

2.1. Общие подходы к обоснованию и разработке системы машин для живот новодства 64

2.2. Модель обоснования системы машин 67

2.2.1. Алгоритмы расчета технологических параметров 76

2.2.2. Алгоритм расчета технико-экономических показателей 88

2.2.3. Алгоритм расчета технико-экономических показателей комплектов машин 101

2.2.4. Формирование системы машин 106

2.3. Структура системы машин 111

**Глава III. Теоретические основы и экспериментальные исследования оценки эффективности функционирования системы машин в животноводстве 116**

3.1. Показатели и критерии эффективности 116

3.2. Оценка эксплуатационной надежности машин в животноводстве 128

3.2.1 Программа для обработки данных об отказах на ЭВМ 131

3.2.2. Результаты экспериментальных исследований 142

**Глава IV. Обеспечение эффективности функционирования системы машин в животноводстве**

4.1. Особенности функционирования системы машин в животново детве 154

4.2. Теоретические предпосылки обеспечения эффективности функционирования системы машин в животноводстве 156

4.3. Математическое описание процесса функционирования системы машин. Формализованная постановка задачи 169

4.4. Нормирование ремонтопригодности 177

4.5. Методика оценки ремонтопригодности машин в животноводстве 182

4.6. Организация технического обслуживания машин в животноводстве 187

4.7. Методические подходы к обоснованию периодичности технического обслуживания 203

4.8. Определение объемов работ по техническому обслуживанию... 210

4.9. Исследование структуры трудозатрат на техническое обслуживание и ремонт машин в животноводстве 217

4.10. Обоснование численности работников технического сервиса 223

4.11. Ремонто-обслуживающая база 229

4.12. Обоснование обменного фонда 237

**Глава V. Методика оценки экономической эффективности системы машин в животноводстве243**

5.1. Обоснование состава технико-экономических и технологических параметров характеризующих технические средства, комплекты и системы машин 245

5.2. Показатели экономической оценки технологий и технических средств 249

5.3. Определение показателей экономической эффективности технологий и технических средств 252

5.4. Методы расчета экономической эффективности технологий и технических средств 272

**Глава VI. Экономическая эффективность системы машин для животноводства 277**

Глава VII. Приоритетные направления развития системы машин для животноводства 290

Общие выводы и предложения 312

Список использованной литературы 316

Приложение 337

* [Анализ развития системы машин для животноводства](http://www.dslib.net/organizacja-proizvodstva/obosnovanie-i-obespechenie-jeffektivnosti-funkcionirovanija-sistemy-mashin-dlja.html#880821)
* [Алгоритм расчета технико-экономических показателей комплектов машин](http://www.dslib.net/organizacja-proizvodstva/obosnovanie-i-obespechenie-jeffektivnosti-funkcionirovanija-sistemy-mashin-dlja.html#880822)
* [Математическое описание процесса функционирования системы машин. Формализованная постановка задачи](http://www.dslib.net/organizacja-proizvodstva/obosnovanie-i-obespechenie-jeffektivnosti-funkcionirovanija-sistemy-mashin-dlja.html#880823)
* [Определение показателей экономической эффективности технологий и технических средств](http://www.dslib.net/organizacja-proizvodstva/obosnovanie-i-obespechenie-jeffektivnosti-funkcionirovanija-sistemy-mashin-dlja.html#880824)

**Введение к работе**

Обеспечение населения Российской Федерации продуктами животноводства по научно-обоснованным нормам сбалансированного питания, отраслей легкой промышленности сырьем, создание необходимых резервов и экспортных ресурсов являются важнейшими народнохозяйственными задачами.

Переход АПК к рыночным отношениям с различными формами хозяйствования приводит к образованию в стране, наряду с имеющимися колхозами и совхозами, нового типа товаропроизводителей продукции животноводства, от всевозможных ассоциаций, акционерных образований до крестьянских (фермерских) и личных подсобных хозяйств, а также предприятий по ее переработке и реализации. Для эффективного функционирования различных товаропроизводителей продукции животноводства необходимо создание развернутой инфраструктуры и сети предприятий по сервисному обслуживанию, приготовлению комбикормов, химизации и т.п.

За последние годы из всех отраслей АПК животноводству России нанесен наиболее ощутимый ущерб. Систематическая нехватка машин и запасных частей к ним из-за недостаточных объемов производства приводит к катастрофическому и моральному старению машинного парка. Низкое качество, надежность и долговечность машин (в 1,5...2,0 раза ниже установленных нормативов) вынуждает хозяйства выделять на поддержание техники в работоспособном состоянии до 25% основного состава рабочих и затрачивать ежегодно бо-

После распада СССР вне России оказалось около 80% КБ и более 50%> машиностроительных предприятий по производству техники для животноводства. Все это привело к тому, что в настоящее время энерговооруженность труда в животноводстве в 3...5 раз ниже, чем в других отраслях АПК, возросли затраты труда на производство молока, мяса, шерсти, снижены нагрузки на одно-

4 го работающего на ферме. В целом производительность труда на фермах Российской Федерации в 5...8 раз ниже, чем в развитых странах.

В то же время за последние годы выявлена тенденция приближения цен на продукты питания к мировому уровню, что естественно сразу создало проблему реализации этой продукции из-за резкого снижения покупательской способности населения. В этих условиях задача снижения цен на сельскохозяйственную продукцию и повышения ее качества с целью обеспечения конкурентноспособности с импортными продуктами питания и сырья, становятся стратегическими задачами государственной политики в области АПК.

Основной причиной неконкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции является ее высокая себестоимость, определяемая производительностью труда в отрасли и ресурсоемкостью производства. Среди многочисленных факторов, влияющих на производительность труда, определяющими являются технологии производства и реализующие их технические средства. Они определяют уровень продуктивности животных, эффективность и комфортность труда, качество продукции и в конечном счете формируют и экологические стороны производства продукции животноводства. Однако до последнего времени проблема технического и технологического обеспечения АПК практически не рассматривалась в комплексе и в достаточной мере серьезно при реформировании сельского хозяйства.

Опыт развитых стран мира показывает, что конкурентоспособность продукции и прежде всего продуктов питания обеспечивается интенсификацией производства за счет внедрения высоких технологий, принципиально новой техники, технолого-технического перевооружения отрасли. Очевидно, что проблема технологического и технического обеспечения отрасли животноводства должна стать составной частью аграрной реформы России.

В сложившихся условиях одной из важнейших научно-технических проблем является разработка технической политики и системы машин и технологий для механизации и автоматизации отраслей животноводства. При этом

одобренные сессией Россельхозакадемии в октябре 1991 г. (г. Новосибирск) концепции механизации и автоматизации отраслей на период до 2005 г. при разработке технической политики, зональных и федеральной систем машин и технологий должны быть уточнены и конкретизированы с учетом последних достижений отечественной и зарубежной науки и практики.

Нормативным документом при этом должна стать Система технологий и машин для животноводства, как свод зарегистрированных в установленном порядке и поддерживаемых государством наиболее эффективных технологий и машин. Целью разработки Системы технологий и машин является формирование рынка технологий и технических средств для оснащения ими различных производителей животноводческой продукции, что позволит обеспечить конкурентоспособность отечественного продовольствия на мировом рынке и удовлетворить спрос на продукты питания на внутреннем рынке. Системе технологий и машин должен быть придан статус Государственного документа, отражающего необходимый уровень технологического и технического обеспечения сельскохозяйственного производства.

В системе машин, которая должна базироваться на использовании прогрессивных технологий получения и переработки продукции, необходимо определить эффективные комплекты технических средств, ориентировочную их потребность для различных размеров ферм, фермерских хозяйств, личных подворий с учетом особенностей зон, условий, содержания и кормления животных.

В конечном итоге система машин для механизации и автоматизации отрасли призвана стать основой технологического и технического оснащения животноводческих объектов независимо от форм их собственности, программным документом создания и освоения серийного производства машин и оборудования, проведения НИР и ОКР.

Актуальность темы. В условиях реформирования агропромышленного комплекса России возрастает роль и ответственность научных учреждений, оп-

ределяюших уровень и качество технического переоснащення сельскохозяйственного производства и в частности отрасли животноводства.

В определении технической политики важно разработать Российскую систему машин, которая позволит обоснованно установить первоочередные текущие потребности в технике и основные направления, дальнейшего развития механизации сельского хозяйства, а также определить принципы организации сельхозмашиностроения в новых условиях.

Исследования по обоснованию и разработке системы машин ведутся в нашей стране на протяжении многих лет под методическим руководством Рое-сельхозакадемии. Ранее действовавшая система машин была большим научным достижением и оказала положительное влияние на уровень механизации сельскохозяйственного производства. Однако в ней было много недостатков и она не соответствовала новым условиям и особенностям рыночных отношений.

Основное отличие новой системы машин должно состоять в том, что это не просто набор технических средств под определенные операции, как в прежней системе машин, а необходимый комплекс машин под конкретные типизированные базовые технологии, обеспечивающие выполнение всех технологических процессов от начала производства до получения готовой животноводческой продукции.

Отличительной особенностью новой системы машин должна стать ее многовариантность и альтернативность применяемых технологий.

Таким образом, новая система машин должна быть экономически обоснованным документом в определении приоритетов в развитии машиностроения и технической политики. Она должна стать гарантом спроса на сельскохозяйственную технику и обеспечения эффективности рекомендуемых технологий и машин. Вместе с тем система машин будет важным документом в формировании программы актуальных фундаментальных исследований в инженерной сфере. Однако в известных нам методическим разработках этот вопрос в такой постановке не рассматривался. Поэтому разработка методических основ и

принципов оооснования системы машин для животноводства с учетом рассмотренных позиций является актуальной научно-технической проблемой, имеющей большое научное и практическое значение. Эту работу смело можно отнести к фундаментальным исследованиям в сфере инженерной науки.

Не менее важной проблемой является также обеспечение эффективности функционирования разработанной системы машин, так как только работоспособная техническая система в состоянии дать положительный экономический эффект. Вместе с тем уровень надежности машин и оборудования используемый в животноводстве и система ремонтно-обслуживающих работ по поддержанию технической системы в работоспособном состоянии не отвечают современному требованию. В условиях реформирования АПК России необходимы новые концептуальные подходы к проблеме агротехсервиса и в частности в отрасли животноводства.

В связи с ликвидацией ранее существующей системы Сельхозтехники образовалась диспропорция между основным производством животноводческой продукцией и сферой услуг по техническому сервису. Низкий уровень организации ремонтно-обслуживающих работ не позволяет обеспечить требуемый уровень технической готовности системы машин в животноводстве. Все это потребовало проведения комплексных исследований по оценке уровня надежности машин, условий эффективного функционирования технических систем и разработки научно-методических предложений по созданию системы технического обслуживания техники в животноводстве.

Цель работы. Исследование, обобщение, разработка принципов и методологических основ обоснования системы машин для животноводства и методов обеспечения эффективности функционирования системы машин.

Связь выполненных исследований с Государственными программами. Исследования выполнены в соответствии с ОНТП 0.51.12 "Разработать проект общесоюзной системы машин для комплексной механизации, электрификации и автоматизации животноводства и птицеводства на 1991...2000 гг.", "Меж-

8 отраслевой научно-технической программы по разработке и организации производства новых и модернизированных машин для механизации малых ферм, семейного и арендного подрядов'7, утвержденной Министерством сельскохозяйственного и тракторного машиностроения СССР, Государственным агропромышленным комитетом СССР 23 декабря 1988 г., Постановления СМ РСФСР от 4 января 1991 г., "О поддержке развития крестьянских хозяйств, их ассоциаций, союзов и кооперативов", "'Программы создания и производства системы машин для крестьянских (фермерских) хозяйств и сельскохозяйственных кооперативов", принятой Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 ноября 1992 г. №.'930, "Государственной Программы развития машиностроения для агропромышленного комплекса России", разработанной во исполнение Постановления Верховного Совета Российской Федерации от 12 марта 1992 г. №2499-1, распоряжения Правительства России от 25 мая 1992 г. №932-Р, Федеральной целевой программы "Стабилизация и развитие инженерно-технической сферы агропромышленного комплекса России (техника для продовольствия России на 1998...2005 гг.)", Программы 12.01, задания 01. "Разработать научное обеспечение формирования и реализации системы технологий и машин для животноводства в условиях многоукладного сельского хозяйства России", Государственной программы ГКНТ 0.51.11, задания 03 "Разработать и внедрить технологию и средства технического обслуживания машин и оборудования животноводческих промышленных комплексов и ферм" и задания 04 "Разработать и внедрить планово-предупредительную систему технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в животноводстве и птицеводстве (ППРТОЖ)", Научно-технической проблемы О.сх.108 "Разработать и внедрить комплекс мероприятий по повышению эффективности использования и совершенствования организации технического обслуживания, ремонта и хранения тракторов, автомобилей, сельскохозяйственных машин и оборудования животноводческих ферм по союзным республикам и зонам страны", Программы 12.05, задания 01 "Разработать научные основы эффективного

использования и технического сервиса машин и оборудования для животноводства в условиях рыночных отношений", планами НИР ВНИИМЖ на 1974...1998 гг.

Результаты работы. Разработана Федеральная система технологий и машин для животноводства на 1996...2005 гг., рассмотренная, одобренная и утвержденная Постановлением совместной коллегии Минсельхозпрода России, Минпрома России и президиума Россельхозакадемии.

Система технологий и машин на 1996...2005 гг. согласно приказу Минсельхозпрода России и Россельхозакадемии от 27 февраля 1997 г. №75/15 (приложение 1) рекомендована к реализации с целью освоения новой технологической политики в АПК России, ресурсосберегающих, адаптированных к конкретным природным и экономическим условиям хозяйств.

С участием автора разработана система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания машин и оборудования животноводства (система ПТТРТОЖ) одобренная секцией НТС Госагропрома СССР (приложение 2).

С участием автора подготовлены ряд материалов методического и нормативного плана. В частности "Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники" (приложение 3), "Рекомендации по эффективному использованию машин и оборудования в животноводстве" (приложение 4), "Рекомендации по внедрению оборудования для индустриальных технологий в свиноводстве"(приложение 5).

Научная новизна и практическая ценность. Заключается в разработке методологии и новых принципов обоснования системы машин для животноводства в условиях многоукладной экономики и обеспечения эффективности функционирования с учетом ее вероятностного характера.

На основе анализа проведенного с использованием системной методологии обоснованы базовые типизированные технологии, поглощающие весь

10 спектр существующих технологий и являющиеся основой для создания системы машин.

Сформированы технологические адаптеры, обеспечивающие приспособление базовых технологий к условиям и возможностям разнообразных товаропроизводителей. Путем обобщения всех существующих технологических процессов и операций, выполняемых при производстве животноводческой продукции, проведена их группировка по классификационным признакам, что позволило значительно сократить номенклатуру технологических средств, рекомендуемых в систему машин.

В Федеральный регистр технических средств включены только те машины, которые обеспечивают реализацию базовых технологий и адаптеров, включенных в систему технологий и машин. Использование системного анализа при исследовании процесса функционирования системы машин позволило выявить наиболее эффективные методы повышения эффективности использования техники в животноводстве. Разработаны новые методические подходы при оценке ремонтопригодности машин в животноводстве и обосновании периодичности технического обслуживания.

Обоснован новый методический подход при определении экономической эффективности технологий и машин в животноводстве с учетом рыночных отношений.

Внедрение результатов исследований. Разработанная система технологий и машин для животноводства в соответствии с приказом Минсельхозпрода России и Россельхозакадемии внедряется в АПК РФ начиная с 1997 г. Разрабатывается положение о ведении 'Федерального технологического и технического регистров для агропромышленного комплекса Российской Федерации". Система технологий и машин для животноводства на период 1996...2005 гг. изучается в учебных заведениях и школах по переподготовке кадров, а также осваивается в практике коллективных и фермерских хозяйств.

Разработанная система ППРТОЖ внедрена более чем в 14,3 тыс. СТОЖ, РТП, колхозов и совхозов. Конкретно с участием автора система ППРТОЖ внедрена в Подольском районе Московской области и Алексинском районе Тульской области (приложение 6).

Апробация результатов исследований. Выполненные по теме настоящей диссертации разработки в течение 1974...1998 гг. доложены, обсуждены и одобрены на Всесоюзных, Всероссийских, Республиканских, региональных и других совещаниях.

Основные положения работы докладывались неоднократно на координационных совещаниях по решению научно-технической проблемы 0.51.11 и О.сх108 в г. Тамбове и в г. Минске. На научно-технических конференциях ВНИИМЖа (г. Подольск), на бюро отделения механизации, электрификации и автоматизации Россельхозакадемии, на совместных коллегиях Минсельхозпрода России и Россельхозакадемии.

Публикация результатов исследований. Основное содержание диссертации отражено в 45 печатных работах, в том числе в 1 монографии, 6 книгах и брошюрах (включая справочники, учебники и учебные пособия). Список основных публикаций, объем которых составляет более 60'Печатных листов, приведен в конце работы.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, семи глав, общих выводов, списка литературы и приложений. Работа содержит 316 страниц основного текста, 40 рисунков и 39 таблиц, 229 библиографических наименований.

## Анализ развития системы машин для животноводства

В настоящее время удельный вес ручного труда на обслуживание крупного рогатого скота и свиней превышает 55...60%, а в репродукторных цехах и более 80%. Даже при выполнении многих процессов и операций с применениями традиционных технологий и средств механизации - доение коров со сбором молока в стационарный молокопровод или в переносное ведро - удельный вес ручных операций составляет 47...50%, при применении транспортных систем уборки навоза более 90%.

За счет применения технологических решений можно снизить общую трудоемкость и технологии выполнения механизированных работ в сочетании с прогрессивными формами организации труда и использования машин, обслуживания животных в 2,5...3,0 раза. Это подтверждено опытом многих хозяйств страны и экспериментальными исследованиями институтов. Так при доении коров в залах в станках или в конвейерных доильных установках затраты труда на выполнение всех операций снижается с 45...50 чел.-ч в год на корову до 15... 18 чел.-ч. Применение станков с приподнятыми щелевыми полами позволяет полностью устранить ручной труд на чистку стойл на фермах крупного рогатого скота и в свиноводстве, а трудоемкость выполнения работ при этом снижается в і5...20 раз с 35...40 чел.-ч до 2...4 в год на скотоместо.

При использовании стационарных автоматизированных поточных или мобильных многооперационных агрегатов приготовления и раздачи кормов снижается трудоемкость выполнения операций в 10...12 раз по сравнению с применением отдельных машин, не согласованных между собою по производительности и поточности. При этом обеспечивается групповое нормирование кормов, исключаются их потери во всех стадиях технологического процесса. П. Несоблюдение требуемых параметров среды (температуры, влажности, состава воздуха) в помещениях приводящие: - к снижению продуктивности; - заболеваниям и падежу животных и птицы, особенно молодняка; - перерасход кормов; - снижению сроков службы техники, инженерных коммуникаций, систем электрооборудования,зданий; - ухудшению условий труда обслуживающего персонала. Исследованиями установлено, что в большинстве.(60...70%) помещений для животных и птицы России не обеспечивается требуемый микроклимат (сырость, низкая температура зимой и высокая летом, чрезмерная концентрация газов). Из-за неудовлетворительного микроклимата в помещениях снижается на 10...15% продуктивность на каждые 100 голов животных и птицы, упущенная выгода в год составляет: 200...300 т молока, 10... 15 т привеса свиней и скота, 25...30 тыс. шт. яиц. При этом в 1,5...2,0 раза сокращаются сроки эксплуатации зданий, на 20...30% снижается эффективность использования кормов, особенно в зимнее время. Несоблюдение параметров микроклимата в помещениях обусловлено не только недостаточным объемом производства и применения необходимых энергосберегающих тепловентилянионных систем, но и недостаточным учетом климатических и зональных условий при проектировании и строительстве объектов и прежде всего выборе строительного материала, конструкций кровли и чердачных перекрытий, систем навозоудаления, освещения и других элементов. III. Губительное влияние отходов от объектов животноводства и прежде всего с высоким уровнем концентрации поголовья на сохранение экологиче ской чистоты водного и воздушного бассейнов, почвы и растительного покрова. Из-за необеспеченности животноводческих объектов сооружениями и инже нерным и технологическим оборудованием для хранения и переработки навоза и стоков, очистки воздуха от пыли и микроорганизмов одного свинокомплекса на 108 тыс. голов откорма свиней каждый час выбрасывается в атмосферу 159 кг аммиака, 14,5 кг сероводорода, 25,8 кг пыли. На птицефабриках мощностью 0,6.. .1,0 млн. кур-несушек в течение часа выбрасывается в атмосферу 41.. .43 кг пыли, 13... 15 кг аммиака, 175...200 млрд. микроорганизмом. Эти выбросы рас пределяются в воздухе на расстоянии 5...7 км от объектов. Ущерб наносимый окружающей среде от навозных стоков и от использования необеззараженного жидкого навоза превышает свыше 70 млрд, руб. в ценах 1990 г. IV. Неудовлетворительные условия труда обслуживающего персонала особенно на фермах с низким уровнем механизации и применением недоста точно эффективных технологий выполнения работ (работа в полусогнутом со стоянии, а также при несоблюдении параметров микроклимата, физическая пе ренапряженность при выполнении транспортных работ), приводят не только к снижению производительности труда, текучести кадров, но и затрудняют рея лизовать генетический потенциал животных. Доярка ежедневно при обслужи вании 25...32 коров переносит 1,2...1,5 кормов и молока. Непривлекательным ручным трудом заняты почти полмиллиона скотников. V. Низкое качество, надежность и долговечность машин и оборудования, приводящие к росту затрат труда и средств на их обслуживание. Фактические сроки службы многих машин и оборудования в 1,5...2,0 раза ниже нормативных [129]. Из-за низкого качества поставляемых для механизации рядом машин и оборудования численность персонала, занятого их обслуживанием составляет более 25% от основных работников отрасли. По многим машинам и оборудованию годовые издержки на их эксплуатацию и ремонт равны или превышают стоимость приобретения. От общих затрат на изготовление и поддержание в работоспособном состоянии техники за срок службы хозяйства расходуют 70...84%, а заводы-изготовители всего 16...30%. VI. Неудовлетворительное обеспечение ферм различных товаропроизво дителей технологическими комплексами машин с учетом особенностей произ водства, зональных и климатических факторов, запасными частями, установка ми для хранения и первичной обработки продукции, осуществления реконст рукции действующих объектов. VII. Низкая платежеспособность товаропроизводителей обусловленная неоправданно высокими ценами на машины, оборудование, топливо, электро энергию и другие товары и услуги промышленного производства в сравнении с низкими ценами на сельхозпродукцию не возмещающие затрат на ее производ ство. В 1996 г. цены на промышленные товары и услуги выросли в сравнении с 1990 г. в 8427 раз, энергоносители в 30...35 тыс. раз, а продукцию сельского хозяйства- 1733 раза. В результате тяжелого финансового состояния хозяйства не могут приобретать крайне необходимую технику, заводы не имеют заказов на ее производство, не реализуют научный потенциал накопленный учеными, тановлением экономических механизмов, предусматривающих вопросы ценообразования и паритетности цен, а также государственную поддержку отечественным товаропроизводителям машин, продукции животноводства, ученым, конструкторам и специалистам. - 1 Исходя из отмеченных факторов разрабатываемые новые машины, технологии, технологические комплексы, а также федеральная и зональные системы машин для отраслей животноводства удовлетворяют следующим основным требованиям: 1. Обеспечивать с минимальными затратами труда, средств, энергии и других ресурсов; - механизацию и автоматизацию выполнения не изолированных операций и процессов, а всех операций и процессов, имеющих технологическую общность между собой (операции приготовления кормовых смесей из разнородных кормов, включая подвоз, погрузку, измельчение, смешивание, нормированное распределение животным;

## Алгоритм расчета технико-экономических показателей комплектов машин

Возможности и последствия любой технологии в существенной мере зависят от используемой для ее реализации технических средств., используемых в животноводстве как единую систему, то можно сказать, что последняя есть отражение технологической структуры в отрасли в целом, т. е. это есть система машин для животноводства. Такая «всеохватность» системы машин делает ее непременной составляющей любой экономической, организационной либо социальной стратегии ведения животноводства. Это объясняет ключевую роль системы машин.

Задача отрасли животноводства - обеспечить производство заданного объема продукции, соответствующего качества. Контрольные величины этих показателей опосредуясь через современные технологии, преобразуются в объемы работ, которые необходимо выполнить с использованием отдельных или комплектов технических средств. Отсюда вытекает задача системы машин обеспечить такой ресурс техники, при котором выполнение запланированных объемов работ, требующихся по технологиям производства всех видов продукции, было бы безусловным, численность и состав технических средств для выполнения конкретного технологического процесса или операции при этом может быть бесконечно разнообразным, т. е. многовариачтным (один и тот же технологический процесс или операция могут быть выполнены с помощью простых технических средств, например, ручные тележки, или с помощью сложных машин, например, стационарные раздатчики кормов). Каждый такой вариант, представляет собой стратегию управления механизацией производственных процессов. Поэтому задача стратегии управления, выбор наиболее предпочтительного варианта.

Чтобы сделать выбор, необходим критерий, т. е. количественный показатель, позволяющий сравнивать альтернативные варианты. Ввиду разнородности целей, функций и конструктивного решения машин и оборудования, различных факторов, сопутствующих различным фазам жизненного цикла технических средств, такой критерий должен быть универсальным, т. е. не зависеть от индивидуальных особенностей той или иной машины и отражать все аспекты жизненного цикла машины. Названным условиям может отвечать показатель экономической эффективности, приводящий в соответствие поставленную цель перед системой машин с затратами необходимыми для ее достижения. В условиях рынка таким показателем является прибыль, которая обобщает понятия цель и затраты, сопутствующие этапам создания, внедрения и эксплуатации техники и поэтому имеет свойства универсальности и интегральности.

Эффективность использования техники во многом зависит от ее надежности, т. е. от способности машины функционировать и сохранять требуемые технологические параметры, в течение всего периода эксплуатации [96].

Проблемы обеспечения экономической эффективности, а также надежности машин имеют давнюю традицию, но именно в условиях рынка эти проблемы приобрели материально-финансовый характер и напрямую влияют на конкурентоспособность произведенной животноводческой продукции.

Многие работы [5, 11, 23, 42, 125, 139, 145, 164, 166, 167, 168, 169, 186, 187], опубликованные за последние 15-20 лет, рассматривают проблему повышения эффективности механизации сельскохозяйственного производства и в том числе животноводства. Большинство из них, однако, оценивают проблему не с количественной, а с качественной стороны, что в условиях рынка не удовлетворяет ни сферу науки, ни тем более практиков. Многие авторы, объясняют это трудностью формализации экономических и социальных результатов в рамках единой системы показателей. Оценка эффективности новой техники, изменяющихся свойств машин в процессе эксплуатации, последствий использования техники, особенно в животноводстве, когда машина имеет дело с живым организмом, весьма сложная социально-экономическая проблема.

Когда задачи, стоящие перед отраслью животноводства, не выполняются в требуемом объеме по вине технических средств, это всегда означает, что действующий ресурс машин не соответствует технологической потребности в них. Именно здесь, на стыке требуемого и действующего ресурсов, формируется количественная информация о дефиците технических средств [60]. Эта информация может быть использована для принятия мер по совершенствованию системы (рис. 3.1).

Из схемы видно, что эти меры могут быть направлены на уменьшение требуемого ресурса или на увеличение действующего ресурса. Поскольку уменьшать потребность в технике путем сокращения планируемых объемов производства продукции невозможно, то единственным способом сокращения требуемого количества техники оказывается повышение эффективности функционирования машин.

Стоимость жизненного цикла технической системы - это сумма затрат на его разработку, опытное производство, испытания, организацию серийного производства и эксплуатацию. В стоимость жизненного цикла включается также сумма прямых и косвенных потерь из-за отказов и преждевременного исчерпания ресурса [ 124 ].

## Математическое описание процесса функционирования системы машин. Формализованная постановка задачи

Важнейшими свойствами качества изделия являются надежность и технологичность. Низкая надежность машин и оборудования животноводческих ферм не позволяет в полной мере реализовать высокие функциональные показатели и являются основными причинами невыполнения работ в установленные зоотехнические сроки, требуют больших затрат на поддержание в работоспособном состоянии [12, 18,35, 39,63, 147, 162].

Актуальность проблемы обеспечения одной из составляющих качества животноводческой техники - надежности - в настоящее время не вызывает сомнения.

Однако несмотря н всеобщее признание важности этой проблемы деловой подход к решению этого вопроса остается до настоящего времени далеким от предъявляемых требований.

Одной из причин сложившегося положения является то, что начиная от создания техники до постановки ее на серийное производство, основное внимание уделяется обеспечению показателей функционирования машины (требуемой производительности, качества выполнения технологического процесса, требований техники безопасности и т.д.). Достаточно сказать, что примерно 75% всей животноводческой техники, поступающей потребителю, имеют низкие показатели надежности. В связи с низкой надежностью машин и оборудования большую актуальность приобретают вопросы приспособленности их к техническому обслуживанию и ремонту. В настоящее время затраты на техническое обслуживание и ремонт животноводческих машин достигают до 40% их первоначальной стоимости.

Особенность машин и оборудования, используемых на животноводческих фермах, заключается в том, что простои по техническим причинам, вызванные низкой надежностью влекут за собой не только затраты на их устранение, но и к снижению продуктивности животных из-за несвоевременного выполнения технологического процесса. Нарушение принятого распорядка дойки (напри-мер, задержка на 2 часа) оказывает отрицательное воздействие на продуктивность коров и снижает удои на 1-2% [ 105, 215 ]. Все это потребовало принятия неотложных мер , направленных на значительное повышение уровня надежности машин, поставляемых для животноводства.

Материалы периодических испытаний и данные по эксплуатации машин и оборудования в условиях реальной эксплуатации говорят о недостаточной надежности и технологичности при выполнении операций технического обслуживания и ремонта.

Исследования, проведенные институтом ВНИИТИМЖ [21, 22, 41] показывают, что доильные установки имеют наработку на отказ на 5-6 году эксплуатации только 40 ч, а удельная трудоемкость технического обслуживания составляет 0,1-0,2 чел-ч/ч и ремонта 0,01-0,02 чел-ч/ч. Коэффициент готовности доильной установки ДАС-2Б на 5-6 год эксплуатации составляет 0,90-0,92. Вероятность устранения отказа за допустимое время (2ч) составляет всего 0,57-0,66.

Средние значения удельной трудоемкости технического обслуживания измельчителей и смесителей по 3-4 года эксплуатации составляют 0,05-0,07 чел-ч/ч, удельные трудоемкости ремонта 0,01-0,02 чел-ч/ч и коэффициент готовности 0,95-0,98. Наработка на отказ колеблется от 125 до 240 ч.

Низкие показатели надежности в реальных условиях эксплуатации имеют также машины и оборудование, предназначенные для уборки и переработки навоза. Наработка на отказ скребковых транспортеров после 3-4 шлет эксплуатации составляет 35-40 ч, а на первом году - 60-70 ч. Коэффициент готовности составляет 0,90-0,95 и коэффициент технического использования 0,40-0,60. Сочетание высоких значений коэффициента готовности и низких значений коэффициента технического использования говорит о высокой трудоемкости технического обслуживания.

Проведенный ВНИИМЖем анализ уровня надежности машин и оборудования по данным протоколов испытания на МИС также показал, что фактические показатели надежности не соответствуют требованиям сегодняшнего дня. Данные по наработке на отказ, удельной трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта наглядно иллюстрируют технический уровень выпускаемых машин для приготовления и раздачи кормов. Наряду с машинами и оборудованием, имеющими относительно неплохие показатели надежности, такими, как загрузчик сухих кормов ЗСК-10, транспортер шайбовый ТШ-2000, смеситель С-7, имеется целый ряд машин и оборудования, имеющих очень низкие показатели надежности. К ним относятся раздатчики кормов КЭС-1,7, РС-5А, КСП-0,8, КУТ-3,0А, автокормовоз АСП-25, запарник ЗПК-4, измельчитель ИКМ-5. Например, кормораздатчик КЭС-1,7 имеет наработку на отказ всего 12,4 ч, кормораздатчик РС-5А - 19,1 ч и измельчитель ИКМ-5 - 10,5 ч. Некоторые машины, имея неплохие показатели безотказности, очень плохо выглядят с точки зрения ремонтопригодности. Автокормовоз АСП-25 имеет наработку на отказ около 220 ч, но в то же время удельная трудоемкость технического обслуживания у него составляет 0,17 чел-ч/ч, что, конечно, в целом снижает такой комплексный показатель, как коэффициент готовности.

Материалы периодических испытаний механических средств для уборки навоза, подвергнутые анализу и обобщению, говорят о недостаточной надежности и технологичности при выполнении операций технического обслуживания и ремонта. Данные по наработке на отказ, удельной трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта наглядно иллюстрируют технический уровень машин для уборки и переработки навоза.

Наиболее низкие показатели по безотказности имеют скреперная установка УС-12. транспортер ТСН-160. транспортер ТС-1 несмотря на то. что сами нормативы достаточно низкие и не отвечают современным требованиям. По показателям ремонтопригодности не отвечают требованиям нормативов такие машины, как скреперная установка УС-10, транспортер ТСН-160, виброгрохот ГБН-100.

Кроме того, были проведены экспериментальные исследования по оценке уровня надежности машин и оборудования на свиноводческих фермах и комплексах в реальных условиях эксплуатации. Исходные данные для оценки уровня надежности были получены методом подконтрольной эксплуатации. Сбор информации проводился в течение нескольких лет.

## Определение показателей экономической эффективности технологий и технических средств

Эксплуатация техники в животноводстве сочетает в себе два самостоятельных и взаимообусловленных процесса - использование и техническое обслуживание. Взаимообусловленность их заключается в том, что при рациональном, грамотном использовании техники уменьшается ее физический износ, затраты труда и средств на поддержание машин в работоспособном состоянии и, как следствие, эксплуатационные издержки производства животноводческой продукции. В свою очередь качественное техническое обслуживание обеспечивает постоянную работоспособность и безотказность технических систем в животноводстве [20, 163].

Организационной основой машиноиспользования в животноводстве в СССР являлась планово-предупредительная система ремонта и технического обслуживания ППРТОЖ [ 173 ], разработка и обоснование которой осуществлялась с непосредственным участием соискателя, в рамках задания 05.04.01 научно-технической проблемы 0.СХ.108.

Процесс использования технических систем в животноводстве сочетает в себе подготовительные операции, регулирование рабочих органов, выполнение технологических процессов, поддержание заданных режимов работы. Эффективность работы технических систем заключается в обеспечении качественного выполнения технологического процесса с соблюдением требований зооветеринарных режимов и инженерно-экономических и экологических параметров -производительность машин и агрегатов, энергопотребление, минимальные эксплуатационные издержки и затраты рабочего времени, исключение загрязнения воздушной среды, почвы и воды отходами. Даже в процессе правильной и хорошо организованной эксплуатации происходит естественный износ элементов и узлов технических систем, при котором их первоначальная потребительская стоимость постепенно переносится на производимую продукцию или выполняемую работу,

В связи с этим с течением определенного периода использования техническая система постепенно теряет свою работоспособность, которая периодически должна восстанавливаться путем обслуживания и ремонта.

Условия использования технических систем в животноводстве имеют ряд особенностей, которые отличают их от других видов сельскохозяйственной техники [6]. Многие элементы технических систем в животноводстве имеют большие габаритные размеры и стационарный характер работы, что обуславливает особенности их использования. Например, габаритные размеры доильных установок, стационарных раздатчиков, транспортеров для уборки навоза приближаются к внутренним габаритам зданий, и неподвижное размещение их на фундаментах не позволяет для этих технологических линий иметь резервные машины, т.к. замена их требует значительных затрат времени и средств. В то же время в соответствии с технологическими регламентами предельно допустимая продолжительность смещения выполнения многих технологических процессов не должна превышать 2-3 часа. Например, смещение процесса доения коров во времени не должно превышать 3-х часов, кормления и поения - 3,5 часов. Понятно, что в течение указанного времени вышедшую из строя машину (технологическую линию) невозможно заменить резервной. Поэтому технические системы, используемые в животноводстве, должны обладать повышенной надежностью и, в особенности, безотказностью. При этом возникающие отказы должны устраняться оперативно и в сжатые сроки. Зти требования значительно повышаются на крупных животноводческих фермах с большой концентрацией поголовья, где технологические процессы не могут быть выполнены вручную из-за больших объемов работ. Кроме того, многие стационарные машины, установленные внутри животноводческих помещений, подвергаются воздействию агрессивной среды из-за выделяемого животными углекислого газа, аммиака и влаги. Все это предъявляет особые требования к организации ремонтно-обслуживающих работ для эффективного функционирования технических систем в животноводстве.

Наряду с отмеченным, одной из важных отличительных особенностей использования техники в животноводстве является ежедневное ритмичное обслуживание, обусловленное принятым технологическим режимом работ на каждом объекте, кроме того, отдельные элементы технических систем в животноводстве взаимоувязаны между собой по энергетике, управлению, производительности, составляя единую поточную линию. Поэтому неисправность и остановка любой машины в технологической линии может вызвать простой всей технологической линии, что может привести к нарушению принятой технологии, режима содержания животных и, как следствие, к снижению продуктивности, порче продукции и даже гибели животных.

Перечисленные особенности функционирования технических систем в животноводстве влияют на выбор способов организации технической эксплуатации и ремонта машин и на обоснование их надежности и ремонтопригодности. Одним из важных моментов в обеспечении эффективности функционирования технических систем является ее поддержание в работоспособном состоянии, дорогостоящих материалов, приспособлений и оборудования.

В известной мере создавшееся положение может быть скомпенсировано повышением безотказности и долговечности технических систем и отдельных машин, используемых в отрасли, разработкой оптимальных для данных режимов функционирования животноводческих объектов стратегий их технического обслуживания и ремонта, совершенствованием организации и технологии проведения ремонтно-обслуживаюгцих работ.

Однако дальнейшее развитие технических средств для животноводства, увеличение номенклатуры и усложнения их конструкции требовало изыскания все новых путей повышения эффективности функционирования технических систем. Одним из путей повышения эффективности функционирования технических систем является создание машин, конструкция которых приспособлена к восстановлению их работоспособности. Под восстановлением понимается комплекс управляющих воздействий, включающих определение технического состояния объекта, поддержание и восстановление его работоспособности. В то же время доказано, что приспособленность технических средств к выполнению ремонтно-обслуживающих работ оказывает существенное влияние на эффективность функционирования технических систем [ 31 ].