

УДК 637.11

DOI: 10.15393/j2.art.2017.3901

Статья

Обоснование и расчёт трудовых, материальных затрат служб технического сервиса в сельском хозяйстве

Леонид И. Ковалёв¹, Игорь Л. Ковалёв^{2,*}

¹ Белорусский государственный аграрный технический университет, 220023, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Независимости, д. 99

² Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси, 220108, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Казинца, д. 103, E-Mails: olbosigor@mail.ru

* Автор, с которым следует вести переписку; E-Mail: olbosigor@mail.ru;
Tel.: (+375 29) 5693965; Fax: (+375 17) 2122005

Получена: 12 сентября 2017 / Принята: 29 сентября 2017 / Опубликовано: 23 октября 2017

Аннотация: В статье рассмотрен частный случай применения методики расчёта трудовых и материальных затрат по категории сложности ремонта и технического обслуживания машин, оборудования на примере животноводческой отрасли, как наиболее машиноёмкой и трудозатратной в сельском хозяйстве. Главным преимуществом рассмотренной в статье методики расчёта трудовых и материальных затрат по категории сложности при помощи выявленных в процессе исследования эмпирических зависимостей является то, что категорию сложности по группе или подгруппе однотипных машин и оборудования, в основе которых лежит базовая модель, можно определить не только на имеющиеся машины, но и на вновь проектируемые и подготовленные к выпуску машиностроительным комплексом. В данном исследовании трудовые и материальные затраты определены по нескольким нормативно-образующим факторам и с применением многофакторного регрессионного анализа установлены зависимости для определения категорий сложности, трудоёмкости и материальных затрат на техобслуживание и ремонт по группам машин и оборудования, применяемых в животноводстве. Дано обоснование использования разработанных нормативов в техобслуживании животноводческой техники в целях экономии трудовых и материальных ресурсов на животноводческих фермах и комплексах в современных условиях.

Ключевые слова: Беларусь, нормативы, машины, оборудование, категория сложности ремонта, техническое обслуживание и ремонт (ТОР).

DOI: 10.15393/j2.art.2017.3901

Article

Justification and calculation of labor and material costs of technical services in agriculture

Leonid I. Kovalev¹, Igor L. Kovalev^{2,*}

¹ Belarusian State Agrarian Technical University, 220023, Republic of Belarus, Minsk, Nezavisimosti avenue, 99 (L. K.)

² Institute of System Research in Agro-industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, 220108, Republic of Belarus, Minsk, Kazinets street, 103; E-Mails: olbosigor@mail.ru (I. K.)

* Author to whom correspondence should be addressed; E-Mail: olbosigor@mail.ru (I. K.); Tel.: (+375 29) 5693965; Fax: (+375 17) 2122005

Received: 12 September 2017 / Accepted: 29 September 2017 / Published: 23 October 2017

Abstract: The article presents a special case of the methodology application for labor and material costs calculation according to the category of machinery repair and maintenance complexity. The livestock industry serves as a model as the most labor-intensive in agriculture. The methodology is based on empirical relationships obtained in the course of research. Its main advantage is that the category of complexity may be determined not only for the existing group or sub-group of the same type of machinery and equipment, which are based on the basic model, but also for the newly designed and ready for production ones. Labor and material costs are determined by several regulatory factors. Multivariate regression analysis is used to determine the dependencies of categories of complexity, labor intensity, and material costs for maintenance and repair work on groups of machines and equipment used in the livestock industry. The authors justify the use of developed regulations for maintenance of livestock equipment in order to save labor and material resources on livestock farms and complexes in modern conditions.

Keywords: Belarus, specifications, machinery, equipment, category of repair complexity, maintenance service and repair

1. Введение

В настоящее время, когда в Беларуси в большей степени осуществлён переход к крупному машинному производству и комплексной механизации и автоматизации основных процессов сельскохозяйственного производства, возникла необходимость решения очень важных задач по разработке новых научных методик, тесно связанных с практикой, и нахождению новых путей технического прогресса в животноводстве.

При научно-техническом обосновании новой технологии и техники и успешном практическом разрешении вопросов совершенствования производственных процессов недостаточно только выявить всё наиболее совершенное, имеющееся в мировой практике, и проверить экспериментально или расчётным путём определить возможную экономическую эффективность. Особое внимание следует уделять анализу всего производственного процесса, чтобы на его основе наметить пути дальнейшей рационализации технологических и рабочих процессов.

В то же время насыщение сельскохозяйственного производства машинами и оборудованием без их правильно организованного научно обоснованного технического обслуживания и ремонта не всегда сопровождается повышением эффективности производства, особенно в отрасли животноводства, где функционирует биотехническая взаимосвязь «оператор — машина — животное».

Исходя из этого, машины и оборудование необходимо постоянно поддерживать в работоспособном состоянии, организовывать их работу в оптимальных режимах, с заданными технологическими параметрами и в соответствии с зооветеринарными требованиями, что обеспечивается комплексом работ по их техническому обслуживанию и ремонту, который направлен на достижение коэффициента готовности животноводческой техники на уровне 0,95—0,98 и восстановление её работоспособности [1—4]. В связи с этим разработка и внедрение комплекса мероприятий по совершенствованию форм и методов технического обслуживания животноводства, направленного на улучшение эксплуатации машин и оборудования, снижения трудоёмкости и стоимости ремонтных работ, является одной из важнейших задач, имеющих большое значение в АПК страны.

Решение задач использования машин в технологическом процессе производства продукции и поддержания агрегатов в работоспособном состоянии в большинстве сельскохозяйственных предприятий возложено на механизаторов, очень часто они в одном лице осуществляют технологический процесс и технический сервис машин, что бывает крайне неэффективно.

Современный уровень развития промышленных технологий диктует высокие требования к надёжности оборудования как следствию максимально эффективной и экономичной его работы. Он базируется на обязательном применении новейших средств контроля и наладки технологического оборудования и требует комплексного подхода к решению инженерно-технических проблем.

Эта проблема особенно актуальна для отрасли животноводства, т. к. здесь эксплуатационные затраты на оборудование составляют до 18—19 % в себестоимости конечной продукции.

2. Определение категорий сложности технического сервиса в животноводстве

2.1. Материалы и методы

Степень сложности ремонта агрегата, машины, их ремонтные особенности оцениваются категориями сложности ремонта. Категории сложности ремонта оборудования зависят от его конструктивных и технологических особенностей.

Для оценки ремонтных особенностей металлорежущего, деревообрабатывающего, кузнечно-прессового, литейного, подъёмно-транспортного оборудования за эталон принята ремонтсложность токарно-винторезного станка ИК62 с наибольшим диаметром обрабатываемого изделия 400 мм и расстоянием между центрами 1000 мм. Агрегату-эталону присвоена одиннадцатая категория сложности [1—2], [5—6].

Для планирования, учёта ремонтных работ и расчётов наряду с категорией сложности ремонта вводится понятие «ремонтная единица». Значение категорий сложности ремонта и количество ремонтных единиц для любого агрегата совпадают. Количество установленных ремонтных единиц позволяет составить суждение об объёме работ по ремонту оборудования в целом на предприятии и т. д.

В промышленности трудоёмкость одной ремонтной единицы была принята в конце 1950-х гг. и равнялась 35 ч, действует и по настоящее время.

При обосновании условной единицы сложности на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования в животноводстве сделаны выводы, что независимо от того, какая трудоёмкость будет присвоена одной условной единице — 27, 35 или 50 ч, это не повлияет на определение категории сложности, а только будет изменяться численное значение условных единиц по определяемой машине. Главная наша задача — определить категорию сложности так, чтобы она отражала объективную трудоёмкость технического обслуживания и ремонта животноводческой техники [1—3].

Например, не имеет значения, какое количество условных единиц будет присвоено доильной установке АДМ-8 на 200 голов — 9, 13 или 17, важно, чтобы во всех случаях принимаемые значения отражали годовую трудоёмкость 460 ч на техническое обслуживание и ремонт данного вида оборудования.

Целесообразно принять единую условную единицу 27 ч на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования в животноводстве (*тем более, что при определении категории сложности за условную единицу технического обслуживания и ремонта решением научно-технического Совета МСХ СССР и Госкомсельхозтехники СССР от 16 марта 1981 г. была принята трудоёмкость 27 чел.-ч — единая для механического, санитарно-технического, теплотехнического и электрического оборудования, применяемого в животноводстве и*

птицеводстве страны) и определять категорию сложности технического обслуживания и ремонт машин и оборудования в животноводстве необходимо по техническим параметрам эмпирическим методом с подбором коэффициентов к каждому параметру [1—3].

Для определения категории сложности технического обслуживания и ремонта в животноводстве необходимо все животноводческое оборудование и машины распределить на группы технологического назначения. После этого по каждой группе машин проводится анализ по конструктивным особенностям и определяется базовая машина для определения категории сложности. Если в группе машины по своей конструкции отличаются, то их нужно формировать на подгруппы по конструктивному устройству и также для каждой подгруппы принять базовую машину. Это позволяет более точно определить категорию сложности не только на существующие машины, но и на вновь проектируемые [1—3], [7—8].

Исходными данными для определения категорий сложности технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в животноводстве являются параметры и технические характеристики, приведённые в паспорте оборудования. Поэтому категория сложности технического обслуживания и ремонта животноводческой техники является величиной постоянной. Она может изменяться лишь в результате совершенствования или модернизации оборудования.

Для расчёта категорий сложности по каждой группе машин и оборудования, применяемых в животноводстве, определены эмпирические зависимости. Эти зависимости установлены с учётом конструктивных и технологических особенностей, а также весовой характеристики.

Принятые в зависимостях обозначения по возможности унифицированы. Так, буквой N в формулах для всех видов оборудования обозначается установленная мощность, буквой Π — производительность машины, буквой L — длина, h — высота оборудования, $\Gamma\Pi$ — грузоподъёмность, C — постоянное число, введённое для определённой группы машин и оборудования, R — категория сложности технического обслуживания и ремонта животноводческой техники. Подсчёт категории сложности технического обслуживания и ремонта машин и оборудования животноводческой техники можно производить по следующим формулам:

1) для доильных установок:

$$R = K_1N + K_2\Pi + K_3m + K_4DA + C, \quad (1)$$

2) для холодильных установок:

$$R = K_1\Pi + K_2m + C, \quad (2)$$

где R — категория сложности технического обслуживания и ремонта животноводческой техники; N — установленная мощность, кВт; Π — производительность корово-доек за час работы, охлаждение молока, л/ч; m — масса, кг; DA — количество доильных аппаратов, шт.; K_1, K_2, K_3, K_4 — числовые значения коэффициентов; C — постоянная величина сложности технического обслуживания и ремонта, установленная для группы машин.

В связи с тем что всё животноводческое оборудование распределено по группам, для более удобного пользования формулы и числовые значения коэффициентов сведём в таблице 1.

Таблица 1. Формулы и числовые значения коэффициентов для определения категории сложности технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в животноводстве**

Наименование машин и оборудования	Формулы для определения	K_1	K_2	K_3	K_4	C
1	2	3	4	5	6	7
Доильные установки	$R = K_1N + K_2\Pi + K_3m + K_4DA + C$, где N — установленная мощность, кВт; Π — производительность, коров/ч; m — масса, т; DA — количество доильных аппаратов, шт.	0,277	0,045	1,58	0,08	5,2
Холодильные установки	$R = K_1\Pi + K_2m + C$, где Π — производительность, л/ч; m — масса, кг	0,003	0,0025	—	—	1,7
Транспортёры и установки скреперные для уборки навоза	$R = K_1L + K_2m + C$, где L — длина транспортёра, м; m — масса, кг	0,043	0,0009	—	—	1,6
Транспортёры для раздачи кормов и стационарные кормораздатчики	$R = K_1N + K_2\Pi + K_3L + C$, где N — установленная мощность, кВт; Π — производительность, т/ч; L — длина цепи, м	0,2	0,43	0,035	—	1,75
Машины и оборудование для мобильной раздачи кормов и кормораздатчики-смесители кормов	$R = K_1N + K_2Г\Pi + K_3m + C$, где Π — производительность, т/ч; $Г\Pi$ — грузоподъёмность раздачи, т/ч; m — масса, кг	0,1	0,0002	0,001	—	4,6
Измельчители кормов	$R = K_1N + K_2\Pi + C$, где N — установленная мощность, кВт; Π — производительность, т/ч	0,1	0,13	—	—	6,0
Оборудование для прессования кормов и гранулирования травяной муки	$R = K_1N + K_2З + C$, где N — установленная мощность, кВт; $З$ — объём зоны обслуживания, м ³ (произведение конструктивной длины, ширины и высоты)	0,073	0,004	—	—	8,1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Оборудование для накопления гранулированной муки или брикетов	$R = K_1\Pi + K_2m + C$, где Π — производительность, т/ч; m — масса, т	0,54	0,35	—	—	4,9
Агрегаты для приготовления травяной муки	$R = K_1N + K_2\Pi + K_3З + C$, где N — установленная мощность, кВт; Π — производительность, т/ч; $З$ — объём зоны обслуживания, м ³ (произведение конструктивной длины, ширины и высоты)	0,0026	2,213	0,00018	—	15,0
Котлы-парообразователи	$R^* = K_1\Pi + K_2m + C$, где Π — производительность, кг/ч; m — масса, кг	0,0172	0,0049	—	—	4,7
Комплекты оборудования кормоцехов	$R = K_1\Pi + K_2m + C$, где Π — производительность, т/ч; m — масса, кг	4,08	1,77	—	—	42,3
Электроводонагреватели	$R = K_1\Pi + K_2В + C$, где Π — производительность, л/ч; $В$ — вместимость резервуара	0,0015	0,006	—	—	0,1
Смесители кормов	$R = K_1N + K_2\Pi + K_3m + C$, где N — установленная мощность, кВт; Π — производительность, т/ч; m — масса, кг	0,04	0,172	0,0007	—	1,4
Теплогенераторы	$R = K_1N + K_2Т\Pi + K_3m + C$, где N — установленная мощность, кВт; $Т\Pi$ — производительность, тыс. кДж/ч; m — масса, кг	0,138	0,00065	0,0057	—	4,7
Оборудование для приготовления комбикормов	$R = K_1\Pi + K_2m + C$, где Π — производительность, кг/ч; m — масса, т	11,5	3,17	—	—	107,3
Автопоилки чашечного типа	$R = K_1В + K_2m + C$, где $В$ — вместимость чаши, л; m — масса, кг	0,064	0,0016	—	—	0,14
Насосы для перекачивания жидкого навоза	$R = K_1N + K_2m + C$, где N — установленная мощность, кВт; m — масса, кг	0,0654	0,00096	—	—	1,6
Насосы для подачи воды из поверхностных водоисточников и шахтных колодцев	$R = K_1N + K_2\Pi + K_3Н + C$, где N — установленная мощность, кВт; Π — производительность, м ³ /ч; $Н$ — напор воды, м. вод. ст.	0,024	0,013	0,02	—	1,5
Насосы для перекачивания цельного молока, сливок, обезжиренного молока и других молочных продуктов	$R = K_1N + K_2\Pi + C$, где N — установленная мощность, кВт; Π — производительность, м ³ /ч	0,16	0,06	—	—	0,7

Примечание. * При использовании твёрдого топлива категория сложности увеличивается на коэффициент 1,24.

** Таблица составлена согласно авторским источникам [1—3], [5—6].

Приведем **пример**, как определить категорию сложности автоматизированной доильной установки «Параллель» УДП-24. Из технической характеристики имеем данные: установленная мощность 24 кВт; производительность 100 коров/ч; масса установки 5,0 т; количество доильных аппаратов 24 шт.

$$K_1 = 0,277; K_2 = 0,045; K_3 = 1,58; K_4 = 0,08; C = 5,2.$$

Подставим данные в зависимость для доильных установок:

$$R = 0,277 \times 24 + 0,045 \times 100 + 1,58 \times 5,0 + 0,08 \times 24 + 5,2 = 26,2.$$

То есть категория сложности УДП-24 равна 26,2 усл. ед.

2.2. Результаты

Применение математического программирования при решении задач комплексной механизации, автоматизации и компьютеризации всех процессов, а также при решении экономических задач позволяет найти из числа возможных решений наилучший, оптимальный вариант, при котором в развитии производства достигается максимальный эффект за счёт более целесообразного использования имеющихся производственных ресурсов.

При определении числовых коэффициентов для зависимостей, влияющих на категорию сложности технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в животноводстве, использован метод многофакторного корреляционного анализа. Преимущество математико-статистических методов состоит в том, что они позволяют рассчитать, в какой степени каждый фактор в отдельности влияет на категорию сложности технического обслуживания и ремонта исследуемой зависимости. Кроме того, методы корреляционного анализа позволяют учесть не только влияние каждого отдельного фактора, но и выявить результаты совместного действия группы изучаемых факторов.

Математическая модель решения задач рассчитана на линейную зависимость и предусматривает расчёт числовых значений влияния факторов на результативные показатели (катеорию сложности технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в животноводстве).

Корреляционные уравнения при линейной зависимости имеют следующий вид:

$$Y = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + \dots + A_nX_n, \quad (3)$$

где Y — категория сложности технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в животноводстве; A_0 — свободный член в уравнениях; $X_1, X_2 \dots X_n$ — показатели факторов, определяющие категорию сложности технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в животноводстве; $A_1, A_2 \dots A_n$ — коэффициенты регрессии при показателях факторов.

С помощью многофакторного корреляционного анализа выявлено влияние различных факторов на категорию сложности технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в животноводстве. Для этого по каждой группе машин и оборудования были отобраны факторы. Так, для доильных установок отобрано четыре фактора:

- 1) X_1 — установленная мощность, кВт;
- 2) X_2 — производительность, коров/ч;
- 3) X_3 — масса доильной установки, т;
- 4) X_4 — количество доильных аппаратов, шт.

Совокупное влияние включённых в корреляционную модель факторов выражается следующим уравнением:

$$Y = 5,1599 + 0,2772X_1 + 0,0454X_2 + 1,583X_3 + 0,0815X_4. \quad (4)$$

Совокупный коэффициент корреляции R составил 0,97, коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0,94$, следовательно, избранные факториальные признаки имеют тесную связь и оказывают влияние на категорию сложности технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в животноводстве на 94 %.

Для холодильных установок были отобраны и включены следующие факторы:

- 1) X_1 — производительность охлаждения молока, л/ч;
- 2) X_2 — масса холодильной установки, кг.

В результате решения получено следующее уравнение:

$$Y = 1,751 + 0,00299X_1 + 0,00246X_2. \quad (5)$$

$$R = 0,96; R^2 = 0,92.$$

Для насосов, подающих воду из поверхностных водоисточников и шахтных колодцев, в корреляционную модель были включены следующие факторы:

- 1) X_1 — установленная мощность, кВт;
- 2) X_2 — производительность подачи воды, м³/ч;
- 3) X_3 — напор воды, м. вод. ст.

При этом получено уравнение множественной регрессии следующего вида:

$$Y = 1,5263 + 0,239X_1 + 0,0127X_2 + 0,0208X_3, \quad (6)$$

где коэффициент множественной корреляции R составляет 0,88; коэффициент детерминации R^2 равен 0,78.

Для электроводонагревателей отобраны следующие факторы:

- 1) X_1 – производительность нагрева воды, л/ч;
- 2) X_2 – вместимость резервуара, л.

Соответственно, получено уравнение следующего вида:

$$Y = 1,3887 + 0,003X_1 + 0,0044X_2. \quad (7)$$

$$R = 0,98; R^2 = 0,86.$$

Коэффициент множественной детерминации показывает, что категория сложности обусловлена вариацией анализируемых факторов на 86 %. По оборудованию для прессования кормов и гранулирования травяной муки в качестве основных факторов включены:

- 1) X_1 — установленная мощность, кВт;
- 2) X_2 — объём зоны обслуживания, м³ (произведение конструктивной длины, ширины и высоты). В результате определена теснота связи совокупного влияния факторов на категорию сложности технического обслуживания и ремонта оборудования, описывается множественным линейным уравнением корреляции:

$$Y = 8,147 + 0,0732X_1 + 0,00392X_2. \quad (8)$$

$$R = 0,97; R^2 = 0,94.$$

По оборудованию для мобильной раздачи кормов определены факторы, которые включены в корреляционную модель:

- 1) X_1 — производительность раздачи кормов, т/ч;
- 2) X_2 — грузоподъёмность, кг;
- 3) X_3 — масса изделия, кг.

При этом получено следующее уравнение:

$$Y = 4,6026 + 0,0997X_1 + 0,00019X_2 + 0,0011X_3. \quad (9)$$

Коэффициент множественной корреляции R составляет 0,91.

Коэффициент множественной детерминации R^2 равен 0,82, это показывает, что категория сложности технического обслуживания и ремонта машин и оборудования для мобильной раздачи кормов обусловлена вариацией анализируемых факторов на 82 % [9—10].

Из корреляционного анализа видно, что коэффициент детерминации (R^2) во всех случаях превышает 75 %, следовательно, избранные факториальные признаки охватывают значительную и определяющую часть факторов, влияющих на категорию сложности технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в животноводстве. Кроме того, с помощью многофакторного корреляционного анализа для каждой группы машин определены коэффициенты зависимостей и постоянные значения.

Однако коэффициенты уравнения множественной регрессии в натуральном масштабе, характеризующие степень влияния каждого фактора на результативный показатель, не сопоставлены между собой, т. к. единицы измерения факторов различны. Коэффициенты уравнения регрессии выражены в той же единице (единицах), что и результативный показатель, а показатели включённых факторов имеют различные единицы измерения: кВт, м³, м, кг и т. д. Поэтому только на основании коэффициентов регрессии нельзя судить о том, какие факторы и в какой степени оказывают влияние на категорию сложности технического обслуживания и ремонта животноводческой техники. Сопоставимость коэффициентов регрессии достигается с помощью коэффициентов эластичности [1], [9—11].

2.3. Выводы и рекомендации

Таким образом, в этом разделе статьи мы представили методику и основные формулы и числовые значения коэффициентов для определения категории сложности технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в животноводстве.

Применение данной методики позволит самостоятельно определять категории сложности технического сервиса специализированным службам по техническому обслуживанию и ремонту животноводческой техники, а также хозяйствам, эксплуатирующим технику.

3. Определение трудоёмкости технического сервиса в животноводстве

3.1. Материалы и методы

Внедрение интенсивных методов ведения народного хозяйства в условиях рынка неразрывно связано с всесторонним использованием достижений научно-технического прогресса, усилением режима экономии и повышением научного уровня планирования. Решение этих задач невозможно без создания прогрессивной нормативной базы для планирования и её постоянного дальнейшего совершенствования.

Прогрессивные нормы и нормативы являются фундаментом разработки бизнес-планов, позволяют максимально учесть резервы производства и повышение его эффективности. С помощью норм устанавливается максимально допустимый уровень трудовых, материальных

и финансовых затрат в планируемом периоде. Они позволяют количественно отразить в планах объективно существующую в общественном производстве тенденцию экономии времени [9—12].

Многолетний опыт работы хозяйств, районных станций по техническому обслуживанию и ремонту животноводческой техники (СТОЖ) и специализированных служб, а также проводимые исследования по техническому обслуживанию и ремонту техники в животноводстве показывают, что разработка трудовых, материальных и стоимостных нормативов значительно отстаёт от современного обеспечения сельского хозяйства техникой и тем самым затрудняет планирование затрат на выполнение ремонтно-обслуживающих работ в хозяйствах и специализированных служб (табл. 2).

Таблица 2. Разрыв во времени между началом выпуска машин для животноводческих ферм и разработкой типовых норм времени на их техническое обслуживание

Машины и оборудование	Начало серийного выпуска	Снятие с производства	Год разработки типовых норм времени	Разрыв во времени между серийным производством и разработкой норм, лет
Доильный агрегат АДМ-8 на 200 голов	1973	—	1980	7
Доильная установка УДТ-6	1971	1979	1980	9
Холодильная установка МХУ-8	1969	—	1975	6
Транспортёр для уборки навоза ТСН-3,0Б	1965	—	1975	10
Транспортёр-раздатчик внутри кормушек ТВК-80А	1962	—	1969	7
Агрегат для приготовления травяной муки АВМ-0,65	1973	1980	1984	11
Молокоохладительная установка УЗМ-8	2008	—	Не разработаны	—
Резервуар-охладитель молока с непосредственным охлаждением МКЦ-1300	2007	—	Не разработаны	—
Доильная установка для доения в ведра УДВ-50	2006	—	Не разработаны	—

Проведённые исследования показали, что нормы времени на техническое обслуживание и ремонт животноводческой техники не всегда технически обоснованно устанавливаются и не соответствуют действительным затратам труда. Так, на доильный агрегат АД-100А разработаны и утверждены в 1975 г. затраты труда на ежедневное техническое обслуживание — 780 чел.-ч, в 1980 г. на доильную установку АДМ-8 на 200 голов — соответственно 340 чел.-ч, в то время как трудоёмкость обслуживания последней значительно выше.

В результате анализа выявлено, что разработанные разными исполнителями (организациями) нормы времени на одинаковые типы машин имеют большие различия. В разработанных «Типовых нормах времени на техническое обслуживание и ремонт машин, технологического оборудования, контрольно-измерительных приборов, средств автоматики и электрооборудования

свиноводческих комплексов на 54 и 108 тыс. свиней в год» (М.: ЦНИИТЭИ, 1977) на котёл-парообразователь Д-721-А установлена трудоёмкость по видам обслуживания, чел.-ч: ЕТО — 0,43; ТО-1 — 0,72; ТО-2 — 9,75, в «Типовых нормах времени на работы по техническому обслуживанию машин и оборудования в животноводстве, птицеводстве и на комбикормовых предприятиях» (М.: ЦНИИТЭИ, 1983) соответственно — 1,65; 8,00; 6,95 [1], [9—10].

Аналогичные явления наблюдаются и по другим видам машин. Это, в конечном итоге, приводит к удорожанию продукции животноводства. Для устранения имеющихся недостатков при разработке норм времени необходимо принять за основу категорию сложности технического обслуживания, ремонта машин и оборудования.

Нормативы категории сложности можно использовать при определении трудоёмкости работ по техническому обслуживанию и ремонту. Научно обоснованные нормы труда создают условия для равной его интенсивности и напряжённости не только на одинаковых, но и на разнородных работах.

Зная категорию сложности машин, мы можем определить годовые затраты труда на техническое обслуживание и ремонт по формуле

$$T = Y \cdot R, \quad (10)$$

где T — трудоёмкость технического обслуживания и ремонта, чел.-ч; Y — трудоёмкость условной единицы, чел.-ч; R — категория сложности технического обслуживания и ремонта машин, усл. ед.

Например, категория сложности технического обслуживания и ремонта для молокоохладительной установки УЗМ-8 определена по установленной эмпирической зависимости и равна 9,9. Подставим данные в формулу (10):

$$T = 27 \text{ ч} \times 9,9 = 267,3 \text{ чел.-ч.}$$

Следовательно, годовые затраты труда на техническое обслуживание и ремонт холодильной установки УЗМ-8 составляют 267,3 чел.-ч.

Проведём анализ сопоставления трудоёмкостей, определённых по «Категории сложности», с типовыми нормами времени на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования в животноводстве (табл. 3).

Таблица 3. Отклонения трудоёмкости, определённой по категории сложности, от типовых норм времени на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования в животноводстве

Наименование машин и оборудования	Категория сложности, усл. ед.	Типовые нормативы трудоёмкости на ТО и ТР, чел.-ч	Трудоёмкость, определённая по категории сложности, чел.-ч	Абсолютное отклонение от нормативной трудоёмкости, + — выше, — ниже, чел.-ч	Погрешность (отклонение) от нормативной трудоёмкости, %
Доильный агрегат АДМ-8 (на 200 голов)	18,9	481,6	510,3	+28,7	5,9
Резервуар-охладитель молока стационарный ТОМ-2, ОА	7,7	202,5	207,9	+5,4	2,7
Транспортёр скребковый навозоуборочный ТСН-3, ОБ	13,0	369,7	351,0	-18,7	5,1
Установка скреперная УС-10	10,6	272,5	286,2	+13,7	5,0
Оборудование для гранулирования травяной муки ОГМ-1,5	16,0	452,5	432,0	+22,5	4,9
Комплект оборудования кормоцеха КЦС-2000	72,3	2012,7	1952,1	-60,6	3,0
Котёл-парообразователь КВ-300М	18,9	498,5	510,3	+11,8	2,3
Электроводонагреватели ВЭТ-800	0,8	22,1	21,6	-0,7	3,1
Автопоилка одночашечная ПА-1А (на 10 шт.)	1,5	38,9	40,5	+1,6	4,1
Теплогенератор ТГ-2,5А	9,8	271,9	264,6	-7,3	2,6
Насос шнековый НШ-50	2,8	72,5	75,6	+3,1	4,2
Вихревой насос типа ВКС-1/16	2,1	60,3	56,7	-3,6	5,9
Оборудование автоматизированное комбикормовых цехов ОКЦ-15	156,6	4112,8	4228,2	+115,4	2,8

Анализируя данные таблицы 3, можно сделать вывод, что трудоёмкость, определённая через категорию сложности, имеет незначительное отклонение от нормативной (2—6 %) и может быть использована для определения объёмов и планирования работ по техническому обслуживанию и ремонту животноводческой техники [1], [9—12].

Важно не только располагать общими затратами труда, но и структурой их распределения по видам технического обслуживания и ремонта.

3.2. Результаты

Анализируя фактические отчётные данные райсельхозтехник и опыт передовых хозяйств о проведении технического обслуживания и ремонта животноводческой техники, а также нормативные материалы (сборники норм времени на техническое обслуживание животноводческой техники), можно сделать вывод о том, что структура затрат времени на техническое обслуживание и ремонт по группам машин имеет большие различия. Это зависит от установленной периодичности и трудоёмкости выполнения работ по видам обслуживания в каждой группе машин.

Анализ показал, что в одной группе машин по технологическому назначению наблюдаются большие колебания затрат труда по видам технического обслуживания и ремонта. Так, например, доильный агрегат АДМ-8А-2 на 200 голов применяется для доения коров в стойлах, трудоёмкость его технического обслуживания и ремонта распределяется следующим образом: ежедневное техническое обслуживание (ЕТО) — 72,6; техническое обслуживание № 1 (ТО-1) — 14,7; техническое обслуживание № 2 (ТО-2) — 3,6 и ремонт 9,1 %. Доильная установка УДЕ-8 используется в доильных залах, и структура трудоёмкости, соответственно, равна 78,4, 13,5, 1,0 и 7,1 %. Поэтому необходимо все животноводческие машины и оборудование распределить по группам и структуру затрат времени на условную единицу технического обслуживания и ремонта установить для каждой группы машин.

При определении удельного веса трудоёмкости по видам технического обслуживания и ремонта для каждой группы машин и оборудования расчёты проводились по формуле определения средней арифметической величины X_a :

$$X_a = \sum X_1, X_2 \dots \frac{X_m}{n}, \quad (11)$$

где $X_1, X_2 \dots X_m$ — удельный вес трудоёмкости по определяемому виду технического обслуживания или на ремонт, %; n — количество машин и оборудования в рассматриваемой группе, шт.

Приведём **пример** расчётов на конкретных данных. Удельный вес ЕТО в общих годовых затратах времени технического обслуживания и ремонта составляет: по доильному агрегату АДМ-8А-2 на 200 голов 72,6 %, по универсальной доильной станции УДС-3Б — 73,8, по доильной установке УДС-12 — 73,9, по доильной установке УДПМ-8 — 72,8, по молокопроводу УДМ-100 — 72,9, по молокопроводу УДМ-50 — 72,0 и по доильному агрегату АДМ-8А-1 на 100 голов — 71,9 %. Подставим данные в формулу (11) и получим соответствующий результат:

$$X = \frac{72,6 + 73,8 + 73,9 + 72,8 + 72,9 + 71,9}{7} = 72,8.$$

Следовательно, в структуре затрат времени на техническое обслуживание и ремонт удельный вес трудоёмкости ЕТО для доильных машин, применяемых при доении коров в стойлах, составляет 72,8 %. Аналогичным путём определялся удельный вес трудоёмкости ТО-1, ТО-2 и ремонт как по каждой машине, так, соответственно, и по каждой группе машин и оборудования в животноводстве. На основании проведённых исследований и расчётов получены результаты для установления структуры затрат времени на техническое обслуживание и ремонт по группам машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов (табл. 4).

Установленная структура затрат времени на одну условную единицу по группам машин позволяет определить годовые затраты труда по видам технического обслуживания и ремонта. Кроме того, это даёт возможность определить необходимое количество рабочих для проведения работ по видам технического обслуживания и ремонта как в хозяйстве, так и в райсельхозтехнике, а также распределить трудовые затраты между службами агросервиса и хозяйствами.

Приведём **пример** определения годовой трудоёмкости по установленной структуре затрат на одну условную единицу. Для доильной установки АДМ-8А-2 на 200 голов общая годовая трудоёмкость технического обслуживания и ремонта составляет 510,3 чел.-ч и определяется по формуле (10). Следовательно, при наличии общей трудоёмкости и структуры затрат времени на техническое обслуживание и ремонт для линейных доильных установок при доении в ведро можно определить затраты труда по видам технического обслуживания и на ремонт по следующим формулам:

$$T_{\text{ЕТО}} = \frac{Y_{\text{ЕТО}} \cdot T_{\text{об}}}{100}; \quad (12)$$

$$T_{\text{ТО-1}} = \frac{Y_{\text{ТО-1}} \cdot T_{\text{об}}}{100}; \quad (13)$$

$$T_{\text{ТО-2}} = \frac{Y_{\text{ТО-2}} \cdot T_{\text{об}}}{100}; \quad (14)$$

$$T_{\text{Р}} = \frac{Y_{\text{Р}} \cdot T_{\text{об}}}{100}; \quad (15)$$

Таблица 4. Структура годовых затрат времени на техническое обслуживание и ремонт по группам машин и оборудования в животноводстве (на одну условную единицу)

Наименование групп машин	Структура трудоёмкости ТО и Р, %			
	ЕТО	ТО-1	ТО-2	Ремонт
1	2	3	4	5
1. Доильные установки:				
— линейные для доения в ведро	72,1	14,6	3,1	10,2
— в молокопровод и передвижные	72,8	13,1	3,0	11,1
— для доильных залов	75,3	13,4	1,5	9,8
2. Холодильные установки и оборудование первичной обработки молока:				
— холодильные установки	35,0	43,0	—	22,0
— оборудование первичной обработки молока	83,0	10,1	—	6,9
3. Оборудование для уборки и переработки навоза:				
— транспортёрные и скреперные установки	79,9	12,4	—	7,7
— транспортёры навозоуборочные типа ТСН-3, ОБ	83,4	7,1	—	9,5
— установки пневмогидроудаления	81,0	11,3	1,1	6,6
— насосы для перекачки жидкого навоза	80,4	10,0	3,2	6,4
— оборудование переработки и утилизации навоза	79,8	13,0	1,1	6,1
4. Оборудование водоснабжения и поения:				
— водоподъёмные установки	—	54,0	17,0	29,0
— автопоилки	79,5	9,6	—	10,9
— водозапорная и регулирующая арматура	—	70	—	30
— водонагреватели и автопоилки с электроподогревом	—	40	—	60
5. Оборудование микроклимата:				
— вентиляционное оборудование	58,3	24,9	—	16,8
— калориферы, тепловентиляторы	61,7	23,5	—	14,8
— котлы (водяные, паровые) и теплообменники	76,5	12,9	2,0	8,6
— теплогенераторы	80,3	9,8	2,2	7,7
6. Оборудование кормоприготовления:				
— дробилки и измельчители	77,6	12,5	—	9,9
— оборудование для приготовления витаминизированных, гранулированных, брикетированных кормов	74,3	13,8	—	11,9
— смесители и запарники	80,2	10,1	2,8	6,9
— оборудование для приготовления комбикормов и кормоцеха	86,7	7,2	—	6,1
7. Оборудование для накопления кормов и механизации хранилищ	84,3	8,7	—	7,0
8. Насосы для подачи воды из поверхностных водоисточников и шахтных колодцев	80,1	8,6	3,8	7,5
9. Насосы для перекачивания цельного молока, сливок, обезжиренного масла и других молочных продуктов	78,0	12,9	—	9,1

где $T_{\text{ЕТО}}$, $T_{\text{ТО-1}}$, $T_{\text{ТО-2}}$ и $T_{\text{Р}}$ — годовые затраты труда на ежедневное техническое обслуживание, техническое обслуживание № 1, техническое обслуживание № 2 и текущий ремонт, чел.-ч; $У_{\text{ЕТО}}$, $У_{\text{ТО-1}}$, $У_{\text{ТО-2}}$ и $У_{\text{Р}}$ — удельный вес трудоёмкости ЕТО, ТО-1, ТО-2 и Р в общих затратах на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования в животноводстве, %; $T_{\text{об}}$ — общие годовые затраты на техническое обслуживание и ремонт, чел.-ч.

Подставим данные в формулу (12):

$$T_{\text{ЕТО}} = \frac{72,8 \cdot 510,3}{100} = 371,50 \text{ чел.-ч.}$$

В данном примере годовые затраты труда на ежедневное техническое обслуживание составляют 371,50 чел.-ч. Аналогично определяется трудоёмкость и по другим видам технического обслуживания и ремонта оборудования. Соответственно, зная годовую трудоёмкость по видам технического обслуживания и периодичность их проведения, можно определить затраты труда на проведение одного обслуживания, согласно установленной периодичности, по следующим формулам:

$$\text{ЕТО} = \frac{T_{\text{ЕТО}}}{\Pi_{\text{ЕТО}}}; \quad (16)$$

$$\text{ТО-1} = \frac{T_{\text{ТО-1}}}{\Pi_{\text{ТО-1}}}; \quad (17)$$

$$\text{ТО-2} = \frac{T_{\text{ТО-2}}}{\Pi_{\text{ТО-2}}}; \quad (18)$$

где ЕТО, ТО-1, ТО-2 — затраты труда на проведение одного технического обслуживания по виду выполняемых работ, чел.-ч; $\Pi_{\text{ЕТО}}$, $\Pi_{\text{ТО-1}}$, $\Pi_{\text{ТО-2}}$ — периодичность технического обслуживания по группам машин и оборудования животноводческих ферм, количество раз в сутки (смену), в месяц и в год.

Подставим данные в формулу (16) и определим затраты труда на ежедневное техническое обслуживание доильного агрегата АДМ-8А-2 на 200 голов:

$$\text{ЕТО}^1 = \frac{371,50}{365} = 1,02 \text{ чел.-ч.}$$

Норма времени на ЕТО¹ АДМ-8А-2 на 200 голов равна 1,02 чел.-ч.

3.3. Выводы и рекомендации

На основании проведённых исследований можно сделать вывод, что предложенный метод определения трудоёмкости позволяет рассчитать затраты труда по видам технического обслуживания и на ремонт на стадии разработки, создания и эксплуатации машин и оборудования животноводческих ферм. В значительной степени сокращаются сроки разработки типовых сборников на техническое обслуживание машин и оборудования [9—10].

4. Определение материальных затрат на технический сервис в животноводстве

4.1. Материалы и методы

Интенсификация развития животноводства выдвигает дополнительные требования по рациональному использованию и экономии материальных ресурсов. Сейчас в стране и за рубежом издаётся большое количество обзоров, статей по вопросам ресурсосбережения, нормирования и экономии сырья, материалов, топлива и энергии. Однако научно обоснованных нормативов потребности в запасных частях и материалах разработано в настоящее время совершенно недостаточно, а имеющиеся не нашли должного практического применения в производственных условиях. Поэтому разработка прогрессивных нормативов на техническое обслуживание и ремонт животноводческой техники в области нормирования является необходимой и актуальной темой.

В период плановой экономики существовали различные методы определения количества и номенклатуры материалов и запасных частей на техническое обслуживание и ремонт животноводческой техники.

Так, в 1982 г. ВНИИТИМЖем (г. Минск) был рекомендован норматив расхода материалов на техническое обслуживание машин и оборудования в животноводстве в процентном отношении (5 %) от основной заработной платы. Запасные части определялись по фактическому расходу при выполнении работ по техническому обслуживанию и ремонту, а данные о материальных затратах отражались по существующей на то время форме акта 67 СХТ.

В системе плано-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования, используемого в сельском хозяйстве, был принят норматив расхода материалов и запасных частей в процентах от основной заработной платы на техническое обслуживание и ремонт электрооборудования, разработанный ВИЭСХом (г. Москва) с участием других научно-исследовательских институтов. Нормативы отчислений дифференцированы по группам оборудования (табл. 5).

Таблица 5. Стоимость материалов, расходуемых на выполнение технического обслуживания и текущего ремонта электрооборудования*

Группы оборудования	Стоимость материалов в % от основной заработной платы	
	При ТО	При ТР
Распределительные устройства и электрические сети	40	150
Электродвигатели синхронные	24	25
Аппаратура управления и защиты электроприводов	19	75
Сварочные трансформаторы	47	120
Сварочные преобразователи и генераторы	40	100
Электрическое оборудование	22	25
Осветительные и облучающие установки	26	104

* В стоимость входят затраты на материалы, запасные части, полуфабрикаты и покупные изделия, необходимые при выполнении технического обслуживания и текущего ремонта.

В 1983 г. Министерством сельского хозяйства СССР и Госкомсельхозтехникой СССР были утверждены среднегодовые нормы отчислений от преysкурантной стоимости животноводческих машин и оборудования на материалы и запасные части для ремонтно-эксплуатационных нужд (РЭН). Нормы отчислений расхода материалов и запасных частей для РЭН машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов были дифференцированы по группам машин.

Это позволяло без наличия нормативно-технической документации определить расход материалов и запасных частей при формировании затрат на техническое обслуживание и ремонт животноводческого оборудования. Следует отметить, что при анализе фактических данных по расходу материалов при техническом обслуживании машин и оборудования животноводческих ферм были установлены значительные отклонения затрат на материалы от утвержденных МСХ СССР и Госкомсельхозтехникой СССР и других действующих нормативов. Расходы материалов на техническое обслуживание и ремонт приведены в советских рублях в ценах 1991 г. (табл. 6).

Применение действующих в период 1982—1990 гг. нормативов расхода материальных ресурсов на ремонтно-эксплуатационные нужды машин и оборудования в животноводстве в настоящее время совершенно неприемлемо. Одна из главных причин — резкий рост цен на сельскохозяйственную технику, в частности на машины и оборудование в животноводстве. Так, например, цена навозоуборочного транспортёра ТСН-160А в 2014 г. в сопоставимых ценах с 1991 г. возросла в 4,1 раза, цена поилки индивидуальной ПА-1 — в 5,5 раза. Аналогичная ситуация наблюдается и по другим машинам.

В настоящее время при определении расхода материальных ресурсов на РЭН по ранее действующим нормативам, утверждённым в 1983 г., их превышение по сравнению с фактическими затратами составляет в 1,8—2,4 раза.

Таблица 6. Стоимость материалов на техническое обслуживание машин и оборудования в животноводстве

Наименование машин	По действующим нормативам, руб.		Фактические данные по исследуемым объектам (средние)
	ВНИИТИМЖ	МСХ СССР и Госкомсельхозтехника СССР	
Доильный агрегат ДАС-2Б	8,72	22,95	19,42
Доильный агрегат АДМ-8 на 200 голов	14,43	21,04	26,35
Холодильная установка МХУ-8С	7,49	10,43	11,27
Транспортёр для уборки навоза ТСН-3,0Б	9,93	4,91	10,84
Транспортёр-раздатчик внутри кормушек ТВК-80А	5,25	12,34	9,97
Измельчитель кормов «Волгарь-5»	7,25	9,70	11,24
Смеситель кормов С-7	5,57	10,81	15,70

Проведённый анализ показывает, что требуется совершенствовать методы определения материальных затрат на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования в животноводстве.

В этой связи предлагается определять материальные затраты на техническое обслуживание и ремонт не по одному, а по нескольким нормативно-образующим факторам. При этом, применив регрессионный анализ, можно установить зависимость для определения материальных затрат на техническое обслуживание и ремонт по группам машин [1], [13—15].

В основе предлагаемого метода лежит учёт факторов, влияющих на величину материальных затрат при техническом обслуживании и ремонте машин и оборудования в животноводстве. Для количественной оценки связи между измеряемыми величинами в условиях действия множества разных факторов используется метод корреляционно-регрессионного анализа. Этот метод даёт возможность проверить наличие и силу связи, а также определить, как в среднем изменяются материальные затраты на техническое обслуживание и ремонт под влиянием одного или нескольких факторов при среднем значении неучтённых показателей. Учесть все факторы практически невозможно, т. к. трудно получить исходную информацию, поэтому необходимо выделить основные. При этом использовался метод многошагового регрессионного анализа, сущность которого заключается в изучении влияния отдельных факторов. В данном случае с помощью регрессионного анализа отобраны три фактора для определения материальных затрат на техническое обслуживание и ремонт по всем группам машин и оборудования в животноводстве.

В результате получено уравнение следующего вида:

$$Y = A_0 + A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3, \quad (19)$$

где Y — материальные затраты на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования в животноводстве; A_0 — свободный член в уравнениях; A_1 ; A_2 и A_3 — коэффициенты регрессии при показателях факторов; X_1 ; X_2 и X_3 — показатели факторов, определяющие материальные затраты на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования в животноводстве: X_1 — оптовая цена машин для реализации сельскому хозяйству, руб.; X_2 — категория сложности технического обслуживания и ремонта машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов, усл. ед.; X_3 — масса машин и оборудования, т.

Установлены эмпирические зависимости для определения материальных затрат на техническое обслуживание и ремонт по группам машин и оборудования в животноводстве. При определении материальных затрат на техническое обслуживание и ремонт животноводческой техники для уборки и переработки навоза получено следующее уравнение:

$$Y = 37,55 - 5,54X_1 - 2,13X_2 + 113,3X_3, \quad (20)$$

где совокупный коэффициент корреляции R составил 0,96, коэффициент детерминации $R^2 = 0,92$, а средняя квадратическая ошибка $G = 12,3$. Аналогично определены значения коэффициентов уравнений и по другим группам машин и оборудования.

При проведении корреляционного анализа выявлено, что коэффициент детерминации R^2 по всем группам машин превышает 80 %, следовательно, избранные факториальные признаки в значительной степени оказывают влияние на материальные затраты при техническом обслуживании и ремонте машин и оборудования в животноводстве.

4.2. Результаты

Для обеспечения оперативного планирования и проведения анализа расхода материальных затрат при техническом обслуживании и ремонте животноводческой техники нормативы приводятся на одну условную единицу (табл. 7).

Располагая данными нормативов на одну условную единицу, можно определить годовые материальные затраты на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования в животноводстве по следующей формуле:

$$M = N_{\text{усл. ед.}} \cdot R, \quad (21)$$

где M — материальные затраты на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования в животноводстве, дол. США; $N_{\text{усл. ед.}}$ — норматив материальных затрат на одну условную единицу по группе машин, дол. США; R — категория сложности технического обслуживания и ремонта, усл. ед.

Таблица 7. Нормативы материальных затрат на техническое обслуживание и ремонт по отдельным группам машин и оборудования в животноводстве [1], [12—17]

Наименование групп машин и оборудования в животноводстве	Нормативы материальных затрат на ТО и Р на одну усл. ед. долл. США
1. Доильные установки: — линейные для доения в ведро — линейные для доения в молокопровод и передвижные для доильных залов — типа «Тандем» — типа «Ёлочка» и «Карусель»	16,08 19,19 18,77 21,78
2. Холодильные установки: — типа МХУ-8С — типа УВ-10, АВ-30, МВТ-14 — резервуары-охладители молока — оборудование первичной обработки молока	19,43 26,74 14,26 9,62
3. Оборудование для уборки и переработки навоза: — транспортёрные и скреперные установки — установки пневмогидроудаления — транспортёры навозоуборочные ТСН-3, 0Б и ТСН-2, 0Б — оборудование переработки и утилизации навоза — насосы для перекачки жидкого навоза	19,44 24,25 23,59 20,72 26,09
4. Оборудование для транспортирования и раздачи кормов: — стационарные кормораздатчики: — типа ТВК-80А, ТВК-80Б — типа РКА-1000, РКА-2000, РКС-3000М — мобильные кормораздатчики — нории, транспортёры типа ТС-40С, ТС-40М — мобильные кормораздатчики электрифицированные	17,93 40,78 19,91 9,73 20,81
5. Оборудование кормоприготовления: — дробилки, измельчители кормов — для приготовления травяной муки и гранулированных кормов — смесители и запарники кормов — комплект оборудования кормоцехов — для брикетирования кормов — автоматизированное для приготовления комбикормов	13,06 48,58 26,99 26,54 71,39 11,94
6. Оборудование водоснабжения и поения: — водоподъёмные установки — автопоилки чашечного типа ПА-1А, ПСС-1 и т. п. на 10 шт. — автопоилки передвижные — электроводонагреватели и автопоилки с электроподогревом	11,42 4,67 13,88 27,89
7. Оборудование микроклимата: — котлы-парообразователи — тепловентиляционные установки и теплогенераторы — вентиляционное оборудование	4,83 15,44 11,60
8. Насосы для подачи воды из поверхностных водоисточников и шахтных колодцев	5,32
9. Насосы для перекачивания молока, сливок и других молочных продуктов	4,47

Пример. Исходные данные для расчёта: категория сложности автоматизированной доильной установки «Ёлочка» УДА-24Е равна 24,6 усл. ед; норматив материальных затрат на 1 усл. ед. — 21,78 дол. США.

$$M = 21,78 \cdot 24,6 = 535,8 \text{ дол. США.}$$

Расчёты показали, что материальные затраты, определённые по нормативам на одну условную единицу, имеют незначительное отклонение в сравнении с фактическими данными, а также с полученными результатами при расчётах по «Индивидуальным нормам расхода материальных ресурсов на РЭН».

Следовательно, нормативы вполне приемлемы для планирования материальных затрат и для взаиморасчётов за оказание услуг по техническому обслуживанию и ремонту машин и оборудования в животноводстве.

В то же время следует отметить, что применение в планировании материальных нормативов на одну условную единицу ограничивается в связи с различными организационными формами техобслуживания животноводческой техники. В настоящее время наиболее распространено ежедневное техническое обслуживание, которое проводится специалистами хозяйств, а периодическое и ремонт — специализированными службами. Чтобы обосновать стоимость материальных затрат по видам проведения технического обслуживания и ремонта, необходимо располагать структурой материальных затрат по видам периодичности и группам машин [13—18].

Опыт работы станций по техническому обслуживанию и ремонту животноводческой техники (СТОЖ) показывает, что между техническим обслуживанием и ремонтом нет принципиальных различий по характеру выполняемых работ. Принято считать, что при техническом обслуживании работоспособность машины поддерживается регулировками, предусмотренными конструкцией машины, а при ремонте выполняются более сложные технологические воздействия — восстановление или замена изношенных элементов. С одной стороны, при очередном техническом обслуживании возможна замена отдельных деталей узлов и даже агрегатов. С другой стороны, при ремонте производятся регулировочные и другие профилактические операции, которые по своему характеру входят в техническое обслуживание. Операции технического обслуживания являются обязательными, а ремонтные работы выполняются по мере необходимости. На основании проведённых исследований установлено, что удельный вес трудоёмкости на ремонт в общих затратах труда технического обслуживания и ремонта машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов составляет от 6 до 22 %, а расход материалов и запасных частей при ремонте — от 60 до 95 % [1], [14—17].

4.3. Выводы и рекомендации

Проведённый анализ и опыт работы показывают, что в настоящее время отсутствуют нормативы расхода материалов и запасных частей по видам технического обслуживания и на ремонт животноводческой техники. Поэтому необходимо определить методический подход к распределению материальных затрат по видам проведения технического обслуживания и на ремонт машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов [1], [13—14], [17—18].

На наш взгляд, данную проблему можно решить тремя путями.

Во-первых, на основании анализа отчётно-статистических данных расхода материалов и запасных частей можно установить структуру материальных затрат по видам на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования в животноводстве. Расчёт удельного веса расхода материальных затрат по видам технического обслуживания и на ремонт проводится по формуле определения средневзвешенной величины:

$$Y_{МЗ} = \frac{P_1 \cdot n_1 + P_2 \cdot n_2 + \dots + P_i \cdot n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i}, \quad (22)$$

где $Y_{МЗ}$ — средневзвешенная величина удельного веса от общих материальных затрат по определяемому виду технического обслуживания или на ремонт, %; P_1, P_2, P_i — удельный вес материальных затрат по определяемому виду ТО или на ремонт по каждой машине в рассматриваемой группе, %; n_1, n_2, n_i — количество машин и оборудования в рассматриваемой группе, шт.

Во-вторых, определить структуру расхода материальных затрат можно методом прямого расчёта по разработанным технологическим процессам, при наличии норм расхода материалов и запасных частей на техническое обслуживание и ремонт животноводческой техники. Этот метод будет применяться при недостаточном количестве объектов наблюдения по учёту материальных затрат.

В этой связи следует отметить, что разработка технологических процессов и норм расхода материалов и запасных частей на техническое обслуживание и ремонт значительно отстаёт от создания новой техники и современного материально-технического обеспечения сельского хозяйства.

В-третьих, предлагается метод по определению структуры материальных затрат на техническое обслуживание и ремонт животноводческой техники путём относительных показателей. Распределение материалов и запасных частей производится в процентном отношении к трудоёмкости или к основной заработной плате по видам технического обслуживания и на ремонт. Расчёты показывают, что данный метод даёт погрешность.

В основном мы использовали первый метод для определения структуры материальных затрат на техническое обслуживание машин и оборудования. Структура расхода материалов и запасных частей приводится в таблице 8.

Таблица 8. Структура расхода материалов и запасных частей на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования по группам на одну условную единицу, %

Машины и оборудование	ЕТО	ТО-1	ТО-2	Ремонт
1. Доильные установки:				
— линейные для доения в ведро	5,6	7,3	9,6	77,5
— линейные для доения в молокопровод и передвижные	4,0	6,1	7,4	82,5
— для доильных залов типа «Тандем»	3,4	5,6	7,0	84,0
— для доильных залов типа «Ёлочка» и «Карусель»	3,4	5,5	6,9	84,2
2. Холодильные установки:				
— типа МХУ-8С	9,7	6,4	—	83,9
— типа УВ-10, АВ-30, МВТ-14	7,3	6,0	—	86,7
— типа SM-I200, KSA-500	8,5	4,9	—	85,6
— резервуары-охладители молока	7,6	7,8	—	84,6
— оборудование первичной обработки молока	8,8	9,3	—	81,9
3. Оборудование для уборки и переработки навоза:				
— транспортёрные и скреперные установки	6,7	4,4	—	88,9
— транспортёры навозоуборочные ТСН-3,0Б и ТСН-2,0Б	4,7	3,4	—	91,9
— установки пневмогидроудаления	7,2	6,0	6,9	79,9
— насосы для перекачки жидкого навоза	12,0	5,2	3,5	79,5
— оборудование для переработки и утилизации навоза	10,1	8,3	5,9	75,7
4. Оборудование для транспортирования и раздачи кормов:				
— стационарные кормораздатчики типа ТВК-80А, ТВК-80Б	12,3	8,4	6,7	72,5
— типа РКА-1000, РКА-2000, РКС-3000М	12,9	9,1	5,9	72,1
— нории, транспортёры типа ТС-40С, ТС-40М	15,4	11,5	—	73,1
— транспортёры и погрузочно-разгрузочные механизмы	15,0	7,4	—	77,6
— мобильные кормораздатчики	16,0	7,9	5,2	70,9
— мобильные кормораздатчики электрифицированные	12,8	6,2	6,4	74,6
5. Оборудование кормоприготовления:				
— дробилки, измельчители кормов	14,5	8,9	—	76,6
— смесители и запарники кормов	12,9	7,5	6,8	72,8
— оборудование для приготовления травяной муки и гранулированных кормов	9,4	11,1	—	79,5
— оборудование для брикетирования	9,6	11,8	—	78,6
— оборудование автоматизированное для приготовления комбикормов	10,0	12,5	—	77,5
— комплект оборудования кормоцеха	10,5	10,8	—	78,7
6. Оборудование для накопления кормов и механизации хранилищ				
	10,4	6,3	5,9	77,4

Продолжение таблицы 8

7. Оборудование водоснабжения и поения:				
— водоподъёмные установки	—	11,3	12,1	76,6
— автопоилки чашечного типа ПА-1А, ПСС-1	10,2	15,6	—	74,2
— автопоилки передвижные	8,6	9,2	7,4	74,8
— электроводонагреватели и автопоилка с электроподогревом	8,4	11,9	—	79,7
— котлы-парообразователи	8,3	10,6	6,6	74,5
— тепловентиляционные установки и теплогенераторы	7,9	9,1	6,8	76,2
— вентиляционное оборудование	19,8	20,8	—	59,4
8. Насосы для подачи воды из поверхностных водоисточников и шахтных колодцев	6,4	10,9	6,7	76,0
9. Насосы для перекачивания молока, сливок и других молочных продуктов	9,8	10,4	—	79,8

Зная структуру, категорию сложности, расход материалов и запасных частей на одну условную единицу по группам машин, определить материальные затраты по видам технического обслуживания и на ремонт можно по следующим формулам:

$$M_{\text{ЕТО}} = \frac{H^1 \cdot Y_{\text{мз ЕТО}}}{100} \cdot R; \quad (23)$$

$$M_{\text{ТО-1}} = \frac{H^1 \cdot Y_{\text{мз ТО-1}}}{100} \cdot R; \quad (24)$$

$$M_{\text{ТО-2}} = \frac{H^1 \cdot Y_{\text{мз ТО-2}}}{100} \cdot R; \quad (25)$$

$$M_{\text{Р}} = \frac{H^1 \cdot Y_{\text{мз Р}}}{100} \cdot R, \quad (26)$$

где $M_{\text{ЕТО}}$, $M_{\text{ТО-1}}$, $M_{\text{ТО-2}}$ и $M_{\text{Р}}$ — годовой расход материальных затрат на ЕТО, ТО-1, ТО-2 и текущий ремонт, дол. США; H^1 — норматив расхода материалов и запасных частей на одну условную единицу по определяемой машине соответствующей группы, дол. США; $Y_{\text{мзЕТО}}$, $Y_{\text{мзТО-1}}$, $Y_{\text{мзТО-2}}$ и $Y_{\text{мзР}}$ — удельный вес в структуре расхода материалов и запасных частей по определяемой машине соответствующей группы, %; R — категория сложности на определяемую машину, усл. ед.

Располагая данными о годовом расходе материальных затрат на техническое обслуживание и периодичность их проведения, определить расход материалов на проведение одного обслуживания можно по следующим формулам:

$$M_{\text{ЕТО}}^1 = \frac{M_{\text{ЕТО}}}{\Pi_{\text{ЕТО}}}; \quad (27)$$

$$M_{\text{ТО-1}}^1 = \frac{M_{\text{ТО-1}}}{\Pi_{\text{ТО-1}}}; \quad (28)$$

$$M_{\text{ТО-2}}^1 = \frac{M_{\text{ТО-2}}}{\Pi_{\text{ТО-2}}}; \quad (29)$$

где $M_{\text{ЕТО}}^1$, $M_{\text{ТО-1}}^1$, $M_{\text{ТО-2}}^1$ — расход материальных затрат на проведение одного технического обслуживания, дол. США; $\Pi_{\text{ЕТО}}$, $\Pi_{\text{ТО-1}}$, $\Pi_{\text{ТО-2}}$ — периодичность технического обслуживания по группам машин и оборудования животноводческих ферм, количество раз в сутки (смену), месяц или через определённый промежуток времени.

Приведём **пример** расчёта расхода материалов на проведение одного ТО-1 по автоматизированной доильной установке «Ёлочка» УДА-24Е. Исходные данные для расчёта: категория сложности УДА-24Е равна 24,6 усл. ед.; норматив материальных затрат на одну условную единицу — 24,78 дол. США; удельный вес материальных затрат на ТО-1 от общей суммы расхода материалов и запасных частей составляет 5,5 %; периодичность обслуживания ТО-1 — один раз в месяц. Подставим данные в формулу (24) и определим годовой расход материалов на проведение ТО-1:

$$M_{\text{ТО-1}} = \frac{24,78 \cdot 5,5}{100} \cdot 24,6 = 33,53 \text{ дол. США}$$

Подставим полученные данные в формулу (28) и определим расход материалов на одно ТО-1:

$$M_{\text{ТО-1}}^1 = \frac{33,53}{12} = 2,8 \text{ дол. США.}$$

Норма расхода материальных затрат на проведение одного ТО-1 будет равна 2,8 дол. США.

5. Заключение

На основании проведённых исследований можно сделать вывод, что предложенный метод определения трудоёмкости и материальных затрат позволяет спланировать и рассчитать затраты труда и материальные затраты по видам технического обслуживания и на ремонт на стадии проектирования, создания и эксплуатации машин, оборудования животноводческих хозяйств. Это позволяет своевременно обеспечить технические сервисные службы и хозяйства нормативами на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования животноводческих ферм и комплексов. Внедрение предлагаемых нормативов позволит повысить производительность труда сотрудников сервисных служб, а также снизить затраты на техническое обслуживание и ремонт техники в животноводстве. Предлагаемые нормативы позволяют повысить экономическую эффективность технического обслуживания машин и оборудования на животноводческих комплексах.

Список литературы

1. Прищепов, М. А. Эффективный технический сервис машин и оборудования в молочном животноводстве / М. А. Прищепов, Л. И. Ковалёв, И. Л. Ковалёв. — Минск : БГАТУ, 2014. — 272 с.
2. Ковалёв, Л. И. Определение категорий сложности технического обслуживания и ремонта животноводческой техники / Л. И. Ковалёв, И. Л. Ковалёв // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. — Москва : Сельхозиздат, 2013. — № 8. — С. 21—29.
3. Ковалёв, Л. И. Определение категории сложности технического сервиса в животноводстве / Л. И. Ковалёв, И. Л. Ковалёв // Тракторы и сельхозмашины. — Москва, 2013. — № 12. — С. 48—50.
4. Организация инженерно-технической службы в молочном животноводстве / В. И. Порфирюк, В. В. Регуш, Л. И. Ковалёв [и др.]. — Ленинград : НИПТИМЭСХ НЗ, 1986. — 84 с.
5. Методические указания по применению единицы сложности для планирования затрат на техническое обслуживание и ремонт машин в животноводстве. — Минск : ВНИИТИМЖ, 1987. — 104 с.
6. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания машин и оборудования животноводства (система ППРТОЖ) / отв. исп.: В. Г. Бабицкий [и др.]. — Москва : ПО «Чертановская типография» УИМ, 1988. — 144 с.
7. Ковалёв, Л. И. Пути модернизации системы технического сервиса животноводства / Л. И. Ковалёв, И. Л. Ковалёв // Ремонт, восстановление, модернизация. — Москва : Наука и технологии, 2013. — № 8. — С. 18—23.
8. Ковалёв, Л. И. Практическое применение нормативов категорий сложности технического сервиса на стадии создания и эксплуатации машин для животноводческих хозяйств / Л. И. Ковалёв, И. Л. Ковалёв // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. — Москва : Сельхозиздат, 2012. — № 6. — С. 58—65.
9. Ковалёв, Л. И. Прогнозирование и минимизация трудовых затрат на техсервис машин и оборудования в животноводстве / Л. И. Ковалёв, И. Л. Ковалёв // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. — Орёл, 2012. — № 6. — С. 23—28.

10. Ковалёв, Л. И. Техобслуживание оборудования молочных ферм. Нормы времени и трудовые затраты / Л. И. Ковалёв, И. Л. Ковалёв // Молочная промышленность. — Москва, 2012. — № 12. — С. 26—28.
11. Ковалёв, Л. И. Резервы повышения эффективности техсервиса в животноводстве / Л. И. Ковалёв, И. Л. Ковалёв // Техника и оборудование для села. — Москва, 2012. — № 9. — С. 33—37.
12. Ковалёв, Л. И. Трудозатраты на техобслуживание и ремонт животноводческой техники / Л. И. Ковалёв, И. Л. Ковалёв // Тракторы и сельхозмашины. — Москва, 2013. — № 7. — С. 50—52.
13. Ковалёв, Л. И. Усовершенствованная система нормативов на техническое обслуживание и ремонт машин и оборудования в условиях интенсификации молочного скотоводства / Л. И. Ковалёв, И. Л. Ковалёв // Главный зоотехник. — Москва : Сельхозиздат, 2013. — № 2. — С. 51—60.
14. Ковалёв, Л. И. Техобслуживание оборудования молочных ферм. Нормы расхода материальных ресурсов / Л. И. Ковалёв, И. Л. Ковалёв // Молочная промышленность. — Москва, 2012. — № 8. — С. 10—13.
15. Ковалёв, Л. И. Совершенствование технического сервиса машин и оборудования в животноводстве / Л. И. Ковалёв, И. Л. Ковалёв // Тракторы и сельхозмашины. — Москва, 2012. — № 11. — С. 49—51.
16. Индивидуальные нормы расхода материалов на техническое обслуживание и ремонт машин в животноводстве. — Ч. III. — Минск : ВНИИТИМЖ, 1991. — 280 с.
17. Kovalev, L. I. and Kovalev, I. L. Resource saving and scientifically found methods of the technical service of machines and equipment for milk farms // Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. — Poznan, Poland. — 2013. — Vol. 58. — № 1. — P. 107—113.
18. Ковалёв, Л. И. Экономические механизмы ресурсосбережения на техобслуживание и ремонт техники для животноводства / Л. И. Ковалёв, И. Л. Ковалёв // Техника и оборудование для села. — Москва, 2012. — № 10. — С. 36—40.

References

1. Prishchepov, M. A. Effektivnyj tekhnicheskij servis mashin i oborudovaniya v molochnom zhivotnovodstve / M. A. Prishchepov, L. I. Kovalyov, I. L. Kovalyov. — Minsk : BGATU, 2014. — 272 s.
2. Kovalyov, L. I. Opredelenie kategorij slozhnosti tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta zhivotnovodcheskoj tekhniki / L. I. Kovalyov, I. L. Kovalyov // Sel'skohozyajstvennaya tekhnika: obsluzhivanie i remont. — Moskva : Sel'hozizdat, 2013. — № 8. — S. 21—29.
3. Kovalyov, L. I. Opredelenie kategorii slozhnosti tekhnicheskogo servisa v zhivotnovodstve / L. I. Kovalyov, I. L. Kovalyov // Traktory i sel'hozmashiny. — Moskva, 2013. — № 12. — S. 48—50.
4. Organizaciya inzhenerno-tekhnicheskoy sluzhby v molochnom zhivotnovodstve / V. I. Porfiryuk, V. V. Regush, L. I. Kovalyov [i dr.]. — Leningrad : NIPTIMEHNSKH NZ, 1986. — 84 s.
5. Metodicheskie ukazaniya po primeneniyu edinicy slozhnosti dlya planirovaniya zatrat na tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont mashin v zhivotnovodstve. — Minsk : VNIITIMZH, 1987. — 104 s.

6. Sistema planovo-predupreditel'nogo remonta i tekhnicheskogo obsluzhivaniya mashin i oborudovaniya zhitovnovodstva (sistema PPRTOZH) / otv. isp.: V. G. Babickij [i dr.]. — Moskva : PO «CHertanovskaya tipografiya» UIM, 1988. — 144 s.
7. *Kovalyov, L. I.* Puti modernizatsii sistemy tekhnicheskogo servisa zhitovnovodstva / L. I. Kovalyov, I. L. Kovalyov // Remont, vosstanovlenie, modernizatsiya. — Moskva : Nauka i tekhnologii, 2013. — № 8. — S. 18—23.
8. *Kovalyov, L. I.* Prakticheskoe primeneniye normativov kategorij slozhnosti tekhnicheskogo servisa na stadii sozdaniya i ehkspluatsatsii mashin dlya zhitovnovodcheskih hozyajstv / L. I. Kovalyov, I. L. Kovalyov // Sel'skohozyajstvennaya tekhnika: obsluzhivanie i remont. — Moskva : Sel'hozizdat, 2012. — № 6. — S. 58—65.
9. *Kovalyov, L. I.* Prognozirovaniye i minimizatsiya trudovykh zatrat na tekhservis mashin i oborudovaniya v zhitovnovodstve / L. I. Kovalyov, I. L. Kovalyov // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. — Oryol, 2012. — № 6. — S. 23—28.
10. *Kovalyov, L. I.* Tekhobsluzhivanie oborudovaniya molochnykh ferm. Normy vremeni i trudovye zatraty / L. I. Kovalyov, I. L. Kovalyov // Molochnaya promyshlennost'. — Moskva, 2012. — № 12. — S. 26—28.
11. *Kovalyov, L. I.* Rezervy povysheniya ehffektivnosti tekhservisa v zhitovnovodstve / L. I. Kovalyov, I. L. Kovalyov // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. — Moskva, 2012. — № 9. — S. 33—37.
12. *Kovalyov, L. I.* Trudovye zatraty na tekhobsluzhivanie i remont zhitovnovodcheskoj tekhniki / L. I. Kovalyov, I. L. Kovalyov // Traktory i sel'hozmashiny. — Moskva, 2013. — № 7. — S. 50—52.
13. *Kovalyov, L. I.* Uovershenstvovannaya sistema normativov na tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont mashin i oborudovaniya v usloviyakh intensivatsii molochnogo skotovodstva / L. I. Kovalyov, I. L. Kovalyov // Glavnyy zootekhnik. — Moskva : Sel'hozizdat, 2013. — № 2. — S. 51—60.
14. *Kovalyov, L. I.* Tekhobsluzhivanie oborudovaniya molochnykh ferm. Normy raskhoda material'nykh resursov / L. I. Kovalyov, I. L. Kovalyov // Molochnaya promyshlennost'. — Moskva, 2012. — № 8. — S. 10—13.
15. *Kovalyov, L. I.* Sovershenstvovanie tekhnicheskogo servisa mashin i oborudovaniya v zhitovnovodstve / L. I. Kovalyov, I. L. Kovalyov // Traktory i sel'hozmashiny. — Moskva, 2012. — № 11. — S. 49—51.
16. Individual'nye normy raskhoda materialov na tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont mashin v zhitovnovodstve. — Chast' III. — Minsk : VNIITIMZH, 1991. — 280 s.
17. *Kovalev, L. I. and Kovalev, I. L.* Resource saving and scientifically found methods of the technical service of machines and equipment for milk farms // Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. — Poznan, Poland. — 2013. — Vol. 58. — № 1. — P. 107—113.
18. *Kovalyov, L. I.* EHkonomicheskie mekhanizmy resursosberezheniya na tekhobsluzhivanie i remont tekhniki dlya zhitovnovodstva / L. I. Kovalyov, I. L. Kovalyov // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. — Moskva, 2012. — № 10. — S. 36—40.