

IX Международная научно-практическая конференция  
«Инновационные технологии в машиностроении»

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА**

*Г.В. Редреев, к.т.н., доц., А.А. Лучинович, аспирант, Е.И. Устьянцев, аспирант  
Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина  
644008, г. Омск, Институтская пл., 1,  
тел. (3812)-651172. E-mail: weerwg@mail.ru*

Предоставление услуг технического сервиса требует предоставления гарантий качества этих услуг. Результаты исследований ведущих специалистов в этой области не всегда доступны инженерам сельскохозяйственных предприятий, поэтому существует необходимость в разработке методик оценки качества клиентом или подтверждения обеспечения качества поставщиком услуг технического сервиса. Проект системы технического сервиса машинотракторного парка, включающей в себя совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных ее элементов – процессов, происходящих в машинах; технологий технического сервиса; исполнителей технического сервиса – определяемую и направляемую целью технического сервиса – поддержание работоспособности сельскохозяйственной техники, позволяет сформировать методику оценки качества. Показатель качества представляет собой произведение частных коэффициентов, учитывающих степень соответствия выполненных объемов работ требуемым объемам; степень соответствия периодичности ТО требуемым значениям; степень соответствия технологий ТО и ремонта процессам в подсистемах; достаточность компетенций исполнителей для реализации технологий ТО и ремонта; достаточность перечня работ, потенциально выполняемых исполнителями технического сервиса, для обслуживания определенного вида машинотракторных агрегатов. Степень соответствия периодичности может обеспечиваться соблюдением требований нормативно-технической документации. Объемы работ технического сервиса могут быть обеспечены работой группы исполнителей технического сервиса. Предлагается вариант методики оценки компетенций исполнителей технического сервиса. Вместе с тем разработанная информационная система технического сервиса позволяет выявить взаимосвязи, определяющие качество технического сервиса.

Providing technical services also requires providing quality assurance of these services. Results of leading experts' research in this field is not always available for engineers of agricultural companies, that is why there is need for development of a customer quality assessment method or a method of quality assurance by technical services suppliers. Project of machines and tractor fleet technical service system which included an assembly of interrelated and interdependent elements – processes running in machines, technologies of technical service, performers of technical service – is defined and directed by the aim of technical service which consists in maintaining operability of agricultural equipment, allows to create a method of quality assessment. The quality index represents multiplication of partial factors which take into consideration degree of correspondence of performed volume of works to the required volume, degree of correspondence of maintenance intervals to the required intervals, degree of conformity of repair and maintenance technologies to processes in subsystems; sufficiency of performers competence for implementation of repair and maintenance; sufficiency of range of works potentially carried out by technical service performers for maintenance of a certain types of machine- and tractor aggregates. The degree of correspondence of intervals can be ensured by meeting the requirements of standards and technical documentation. The volume of technical services works can be provided by involving a group of technical service performers. A variant of technical service performers' competence assessment method is suggested. Along with that an information system of technical service is developed which allows to state interdependencies determining quality of technical service.

Проблема качества предоставляемых услуг выступает на первое место после своевременности их предоставления. Особенно остро эта проблема стоит при техническом обслуживании (ТО) техники, в том числе и сельскохозяйственной. Машинотракторный парк предприятий в настоящее время весьма разнороден по составу, техническому состоянию и возрасту. Предприятия технического сервиса, как правило, узко специализированы, и ожидать высокого качества обслуживания даже однотипных узлов на однофункциональных машинах разных фирм производителей не приходится. Тем не менее, сельскохозяйственные производители, не имея средств технического обслуживания, в условиях острого дефицита инженерных кадров, обращаются за услугами по техническому сервису к сторонним организациям. Вот здесь вопрос оценки качества клиентом или подтверждения обеспечения качества поставщиком становится острым, требующим разрешения.

Качество технического обслуживания становилось предметом исследований многих ученых [1]. Наиболее исчерпывающе этот вопрос проработан Соломкиным А.П. [2]. Он предложил качество

технического обслуживания оценивать по совокупности трех показателей: тщательности, полноте и своевременности.

Показатель своевременности относится к соблюдению нормативных значений периодичности обслуживания тех или иных узлов и подсистем машин [3]. Показатель полноты относится к уровню выполнения всего перечня операций ТО, прописанного в нормативно-технической документации [4]. Обеспечение полноты ТО также решается применением метода централизованного обслуживания группой специалистов, с распределением операций ТО между несколькими исполнителями, с тем, чтобы за небольшой промежуток времени остановки агрегата во время полевых работ выполнить весь перечень операций ТО [5].

Показатель тщательности наиболее сложен, он не может быть оценен только определением доступности и удобства выполнения той или иной операции ТО. Конструкция сельскохозяйственной машины несомненно влияет на тщательность ТО, но без учета исполнителей ТО и применяемых ими технологий ТО оценка тщательности будет неполной [6].

#### Концептуальный проект системы технического сервиса

Известный концептуальный проект системы технического сервиса машинно-тракторного парка (МТП), включает в себя совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных ее элементов – процессов, происходящих в сельскохозяйственных машинах; технологий технического сервиса; исполнителей технического сервиса – определяемую и направляемую целью технического сервиса – поддержание работоспособности сельскохозяйственной техники [7].

Цель технического сервиса сводится к поддержанию такого значения коэффициента технического использования, при котором обеспечивается необходимая производительность МТП:

$$W_a = W_{\text{час}} K_{\text{ми}} \quad (1)$$

где  $W_{\text{час}}$  – часовая производительность МТА, га/час;  
 $K_{\text{ми}}$  – коэффициент технического использования.

$$K_{\text{ми}} \geq K_{\text{ми}}^{\text{нреб}} = K_{\text{ми}}^{\delta} K_{\mu} \quad (2)$$

здесь  $K_{\text{ми}}^{\delta} = 0,75$  - базовое значение коэффициента технического использования,  
 $K_{\mu}$  - коэффициент качества технического сервиса, определяемый по зависимости.

$$K_{\mu} = \prod_{i=1}^n \mu_i, \quad (3)$$

при  $i=1-5$ .

Здесь:

$\mu_1$  – степень соответствия выполненных объемов работ требуемым объемам;

$\mu_2$  – степень соответствия периодичности ТО требуемым значениям;

$\mu_3$  – соответствие технологий ТО и Р процессам в подсистемах;

$\mu_4$  – достаточность компетенций исполнителей для реализации технологий ТО и ремонта;

$\mu_5$  – достаточность перечня работ, потенциально выполняемых исполнителями технического сервиса, для обслуживания определенного вида МТА.

Применяемые технологии ТО и Р должны соответствовать процессам в подсистемах (узлах, сборочных единицах) машин агрегатов:

$$\mu_3 \left\{ \sum_{j=1}^M TX_j \right\} \equiv b \left\{ \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k MA_k S_l \right\} \quad (4)$$

где  $b$  – коэффициент пропорциональности, учитывающий степень сходства технологий ТО и Р различных машин агрегата,

$TX_j$  –  $j$ -я технология из общего перечня технологий ТО и ремонта,  $j = 1 \dots M$ .

Перечень работ, выполняемый группой исполнителей ТО и ремонта при техническом сервисе, определится:

$$V_{T.C.} = \sum_{i=1}^N N_i K_i \quad (5)$$

$N_i$  –  $i$ -й исполнитель ТО и ремонта,  
 $K_i$  – компетентность  $i$ -го исполнителя.

При этом компетенции исполнителей должны быть достаточны для реализации технологий ТО и ремонта:

$$\mu_4 \left\{ \sum_{i=1}^N N_i K_i \right\} \approx \left\{ \sum_{j=1}^M TX_j \right\} \quad (6)$$

Перечень работ, потенциально выполняемых исполнителями технического сервиса, должен быть достаточен для обслуживания определенного вида МТА:

$$\mu_5 \sum_{i=1}^N N_i K_i > \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k MA_k S_l \quad (7)$$

Как видно из приведенных нами рассуждений, тщательность ТО определяется произведением коэффициентов  $\mu_3, \mu_4, \mu_5$ .

Рассмотренный проект системы технического сервиса является достаточным методологическим основанием для выработки показателя качества технического обслуживания и разработки системы мер по обеспечению этого качества [8-10]. Однако, оценка компетенций исполнителей технического сервиса может быть неполной из-за игнорирования возможностей доступных в настоящее время информационных технологий.

#### Информационная система технического сервиса

С учетом рекомендаций [11], концептуальный проект технического сервиса может быть представлен в модифицированной форме, как функционирующая информационная система технического сервиса (рисунок 1).

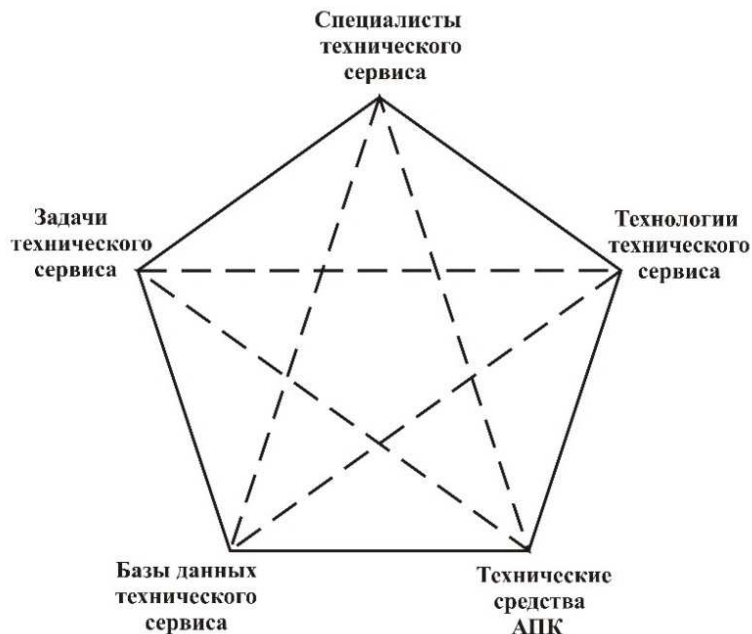


Рис. 1. Информационная система технического сервиса

Объем информации, содержащейся в базах данных технического сервиса, определится из следующего выражения:

$$\sum I = \sum_{q=1}^Q БД_q \quad (8)$$

БД<sub>q</sub> – q-я база данных из перечня имеющихся баз данных:

БД<sub>1</sub> – каталоги запасных частей; БД<sub>2</sub> – технологические карты на ТО и ремонт машин; БД<sub>3</sub> – нормы времени на ТО и ремонт; БД<sub>4</sub> – планы-графики ТО и ремонта; БД<sub>5</sub> – перечни обслуживаемой техники; БД<sub>6</sub> – готовые экспертные системы заводов-изготовителей по диагностированию и поиску неисправностей машин; БД<sub>7</sub> – открытые пользовательские экспертные системы; БД<sub>8</sub> – системы дистанционного контроля технического состояния машин; БД<sub>9</sub> – каталоги и перечни оборудования для диагностирования, ТО и ремонта; БД<sub>10</sub> – перечень фактически выполненных работ по ТО и устранению последствий отказов.

Перечень является открытым и по мере развития информационных технологий может пополняться и расширяться.

Главным элементом информационной системы технического сервиса являются специалисты технического сервиса. Элементы информационной системы технического сервиса находятся в определенной зависимости между собой.

Компетенции исполнителей определяют выбор реализуемых технологий ТО и ремонта:

$$\sum_{j=1}^M TX_j = f_1 \left\{ \sum_{i=1}^N N_i K_i \right\} \quad (9)$$

Реализуемые технологии ТО и Р определяют выбор обслуживаемых машин агрегатов:

$$\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k MA_k S_l = f_2 \left\{ \sum_{j=1}^M TX_j \right\} \quad (10)$$

Обслуживаемые машины агрегатов влияют на наполнение баз данных технического сервиса:

$$\sum_{q=1}^Q БД_q = f_3 \left\{ \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k MA_k S_l \right\} \quad (11)$$

Наполнение баз данных технического сервиса определяет потенциальный перечень задач технического сервиса:

$$\sum_{p=1}^P ЗТС_p = f_4 \left\{ \sum_{q=1}^Q БД_q \right\} \quad (12)$$

где ЗТС<sub>p</sub> – задачи технического сервиса, могут быть выражены через перечень работ, необходимых для поддержания и восстановления работоспособности машин агрегатов.

Перечень задач технического сервиса оказывает влияние на формирование компетенций специалистов технического сервиса:

$$\sum_{i=1}^N N_i K_i = f_5 \left\{ \sum_{p=1}^P ЗТС_p \right\} \quad (13)$$

В свою очередь компетенции исполнителей оказывают влияние на выбор обслуживаемых машин агрегатов:

$$\sum_{k,l=1}^{K,L} A_k MA_k S_l = \varphi_1 \left\{ \sum_{i=1}^N N_i K_i \right\} \quad (14)$$

Состав машинно-тракторного парка оказывает существенное влияние на перечень задач, решаемых техническим сервисом:

$$\sum_{p=1}^P 3TC_p = \varphi_2 \left\{ \sum_{k,l=1}^{K,L} A_k M A_k S_l \right\} \quad (15)$$

Необходимые для решения задачи технического сервиса определяют выбор технологий ТО и ремонта:

$$\sum_{j=1}^M TX_j = \varphi_3 \left\{ \sum_{p=1}^P 3TC_p \right\} \quad (16)$$

При реализации технологий ТО и ремонта образуется новая информация для наполнения баз данных технического сервиса:

$$\sum_{q=1}^Q BD_q = \varphi_4 \left\{ \sum_{j=1}^M TX_j \right\} \quad (17)$$

Базы данных технического сервиса повышают уровень компетенций специалистов технического сервиса:

$$\sum_{i=1}^N N_i K_i = \varphi_5 \left\{ \sum_{q=1}^Q BD_q \right\} \quad (18)$$

Таким образом, функционирование информационной системы технического сервиса может быть описано системой из уравнений (9–18).

Предлагаемое аналитическое описание информационной системы технического сервиса позволяет оценить весь спектр проблем обеспечения качества технического сервиса. Компетенции специалистов технического сервиса, являющихся главным звеном этой системы, формируются в соответствии с задачами технического сервиса, но они существенно дополняются и развиваются по мере наполнения баз технического сервиса. Наполнение, в свою очередь, осуществляется при функционировании самой системы технического сервиса. Чем интенсивнее функционирование, тем интенсивнее наполнение баз данных.

#### Список литературы

1. Трофимец, Н.Л. Совершенствование организации работ и услуг технического сервиса (На примере МТС «Хлебороб» Красноармейского района и хозяйств Красноармейского и Воскресенского районов Саратовской области): автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Трофимец Наталья Львовна. – Саратов, 2006. – 20 с.
2. Соломкин, А.П. Формирование и обеспечение готовности тракторов (на примере тракторов «Кировец»): дисс. д-ра техн. наук: 05.20.03 / Соломкин Александр Прокопьевич. – Алексеевка, 1984. – 460 с.
3. Пасин, А.В. Обоснование и разработка методов эффективного использования резервных технологических комплексов в растениеводстве: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Пасин Александр Валентинович. – Саранск, 2009. – 32 с.
4. Kobbacy, K.A.H. Complex System Maintenance Handbook / Khairy A.H. Kobbacy, D.N. Prabhakar Murthy / Springer Series in Reliability Engineering: London, Springer-Verlag Limited, 2008. – 657 s.
5. Редреев, Г.В. Обоснование процесса технического обслуживания тракторов группой исполнителей во время полевых работ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Редреев Григорий Васильевич. – Челябинск, 1996. – 16 с.
6. Лебедев, А.Т. Ресурсосберегающие направления совершенствования эксплуатации и ремонта машин и оборудования сельскохозяйственного производства: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / Лебедев Анатолий Тимофеевич. – Зерноград, 2012. – 32 с.
7. Редреев, Г.В. Обоснование концепции обеспечения работоспособности машинно-тракторных агрегатов. / Г.В.Редреев // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2; URL: [www.science-education.ru/122-22971](http://www.science-education.ru/122-22971) (дата обращения: 18.01.2018).

8. Моделирование нелинейной динамики глобальных процессов /Под. ред. И. В. Ильина, Д. И. Трубецкова. – М.: Издательство Московского университета, 2010. – 412 с.
9. Мухаметшин, А.А. Повышение эффективности использования тракторов путем оптимизации сроков и объемов ремонтно-обслуживающих воздействий (на примере хозяйств Республики Татарстан): автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Мухаметшин Альберт Ахатович. – Уфа, 2013. – 16 с.
10. ГОСТР 27.601–2011. Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание и его обеспечение. – М., Стандартинформ, 2013. – 36 с.
11. Разумов, В.И. Категориально- системная методология подготовки ученых: Учебное пособие / Вст. ст. А.Г. Теслинова / В.И.Разумов. – Омск, Омск гос. ун-т, 2004. – 277 с.

### **ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТРАНСМИССИИ ГЕОХОДА ЭКСЦЕНТРИКОВО-ЦИКЛОИДАЛЬНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ**

*Д.С. Трухманов<sup>1,2</sup>, ст. преп., инженер-констр. I кат., В.В. Аксенов<sup>3</sup>  
, д.т.н., проф., Г.М. Дубов<sup>1</sup>, к.т.н., доц.*

<sup>1</sup>*Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, г. Кемерово,  
ул. Весенняя 28, тел. (3842) 68-23-14*

<sup>2</sup>*ООО «Центр транспортных систем»,  
650000, г. Кемерово, ул. Шахтерская 2, тел. (3842) 49-65-47*

<sup>3</sup>*Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский по-  
литехнический университет»*

*652055, г. Юрга, ул. Ленинградская 26, тел. (38451) 7-77-67*

*E-mail: [trizart@mail.ru](mailto:trizart@mail.ru)*

Рассматривается состояние вопроса по темпам формирования подземного пространства в России. Проводится анализ недостатков имеющегося проходческого оборудования (щиты, комбайны). Отмечается, что перспективным способом проведения горных выработок является геовинчестерная технология, базовым функциональным элементом которой является геоход. Утверждается, что одной из ключевых систем геохода, определяющей его работоспособность, является трансмиссия. Отмечается, что реализованная в настоящее время в опытном образце геохода трансмиссия с гидроцилиндрами, имеет, как свои достоинства, так и недостатки. Это не позволяет считать трансмиссию с гидроцилиндрами оптимальным решением для её использования, при разработке геоходов нового поколения. Проводится обзор различных видов зубчатых зацеплений и делаются выводы о перспективности их применения в трансмиссии геохода.

Потребность в твердых полезных ископаемых в мире ежегодно возрастает на 0,6 -1,5% [1]. В программе развития угольной промышленности России планируется увеличение добычи угля до 500 млн. т. в год к 2030 г. [2]. Достижения указанных объемов возможно только при освоения новых месторождений Сибири и Дальнего Востока [2]. Это приведет к формированию значительной потребности в мобильной и высокопроизводительной горнопроходческой технике, поскольку строительство подземных выработок является одним из самых трудо- и капиталоемких процессов в производственной цепи в горнодобывающей промышленности.

Стоит также отметить, что работы, связанные с формированием подземного пространства, не ограничиваются добывающей промышленностью. Более подробные данные по объектам и объему рынка строительства подземных сооружений в России приведены в таблице 1. Темпы роста рынка строительства подземных выработок в России в натуральном выражении составляют от 9 до 27% [3], в то время, как доля подземного строительства в общем объеме строительных работ находится на уровне 20-25% [3].