

УДК 631.3.004.5

**РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЕРЕДВИЖНОЙ
МАСТЕРСКОЙ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
МАШИН**<https://doi.org/10.5281/zenodo.13616777>**Ачилов Жамолиддин Шокирович***докторант**Научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства,
п.Гулбахор, Ташкентская область, Республика Узбекистан*

Реферат. Выявили, что действующая в настоящее время в сельском хозяйстве система технического сервиса по сути идентична с системой массового обслуживания, но по виду источника требований (трактор, сельскохозяйственная машина) и типу обслуживающего аппарата (живой оператор, передвижная и стационарная мастерские, ремонтные заводы), разнообразности технологической среды (почвы для плуга, зерно для комбайна, груз для тракторного прицепа) и почвенно-климатических условий (суглинистая или песчанная, твердая или рыхлая почва, жара или осадки) от него сильно отличается. Следовательно, учёт этих отличий в исследованиях системы технического сервиса в сельском хозяйстве считаем актуальным и методически необходимым. *(Цель исследований)* Разработка статистических определений элементов системы технического сервиса в сельском хозяйстве, алгоритма удовлетворения требований и параметров функционирования передвижной мастерской в такой системе. *(Материалы и методы)* Использовали результаты хронометража эксплуатационно-технологических показателей работы зерноуборочных комбайнов, методы теории вероятностей и массового обслуживания. *(Результаты и обсуждение)* Предложили частные определения элементов (параметров) системы технического сервиса в сельском хозяйстве, таких как, источник требований, требования, живой аппарат обслуживания, передвижной аппарат обслуживания, неподвижной аппарат обслуживания, входящий поток требований, выходящий поток требований. Впервые система массового технического сервиса представлена как сумма последовательно выполняемых операций алгоритма удовлетворения поступивших требований. Рассмотрены условия занятости и свободности передвижной мастерской, появления и отсутствия очередей неисправных машин.

В рамках теории массового обслуживания разработали формулы для определения и оценки интенсивности поступления в сервисный центр требований за единицу времени, среднюю интенсивность обслуживания одной неисправности одной машины передвижной мастерской, коэффициента загрузки мастерской в

процессе обслуживания неисправных машин. Убедились, что коэффициент загрузки является одним из основных показателей сервисной системы и характеризует полноту и быстроту сервисных услуг. *(Выводы)* Установили, что с образованием дополнительного пункта фирменного технического сервиса с радиусом обслуживания 40 км скорость сервисных услуг повышается почти в 3 раза, степень загрузки передвижной мастерской не превышает 50%, т.е. исключается очередь на обслуживание.

Ключевые слова: система технического сервиса сельскохозяйственных машин, параметры и определения элементов системы, алгоритм удовлетворения требований, показатели функционирования передвижной мастерской, скорость и полнота обслуживания.

Известно, что фундаментальных основ системы технического сервиса в сельском хозяйстве составляют методы и правила теории вероятностей и системы массового обслуживания [1-7].

Теория массового обслуживания, опираясь в основном на аппарат теории вероятностей, занимается изучением процессов, связанных с массовым обслуживанием. Характерно то, что круг практических задач, решаемых методами теории массового обслуживания, непрерывно расширяется. Если ранее в качестве основных областей приложения этой теории указывались задачи телефонии, бытового обслуживания, торговой сети, здравоохранения и так далее, то теперь она находит применение при исследовании динамики функционирования сложных систем автоматического управления, исследовании технологических процессов крупных промышленных предприятий, снабженных средствами комплексной автоматизации и механизации, в области организации производства, при изучении параметров функционирования системы технического сервиса и других областях народного хозяйства [5-10].

И в теоретических, и в прикладных задачах процессы массового обслуживания рассматриваются как единая система. Системы, в которых, с одной стороны, возникают массовые запросы (требования) на выполнение каких-либо видов услуг, а с другой стороны, происходит удовлетворение этих запросов, называются системами массового обслуживания.

Система массового обслуживания включает следующие элементы: источник требований, входящий поток требований, очередь, обслуживающее устройство (обслуживающий аппарат, канал обслуживания), выходящий поток требований. На эти элементы в литературе даны внятные определения [8-11]. Хотя действующая в сельском хозяйстве система технического сервиса по сути похожа на систему массового обслуживания, но по виду источника требований (трактор, сельскохозяйственная машина) и типу обслуживающего аппарата (передвижная мастерская, стационарная мастерская), разнообразности технологической среды (почва для плуга, зерно для комбайна) и почвенно-климатических условий

(суглинистая или песчаная почва, жара или осадки) от него сильно отличается [4-6, 12-17].

Поэтому учет этих отличий в исследованиях системы технического сервиса в сельском хозяйстве считаем методически правильным и необходимым.

Цель исследований – разработка статистических определений параметров системы технического сервиса в сельском хозяйстве, алгоритма удовлетворения требований в такой системе и вероятностно-математических моделей передвижной мастерской с анализом частных случаев.

Материалы и методы. Использовали результаты хронометража эксплуатационно-технологических показателей работы зерноуборочных комбайнов, методы теории вероятностей и массового обслуживания.

Результаты и обсуждение. Исходя из цели исследования, целесообразно принять своеобразные, частные определения элементов системы технического сервиса в сельском хозяйстве.

Статистическое определение №1. Источник требований (или потока требований) – машины, выполняющие полевые механизированные работы, в том числе технологические операции и перевозки сельскохозяйственных грузов.

Статистическое определение №2. Требование – это неисправные машины, стоящие в течении определенного времени в очереди ожидая обслуживания или заявки, отправленные в сервисный центр по их восстановлению.

Статистическое определение №3. Передвижной аппарат (канал) обслуживания – передвижные мастерские исполнителей технического сервиса для устранения несложных отказов машин в полевых условиях.

Статистическое определение №4. Непередвижной аппарат (канал) обслуживания – центральная ремонтная мастерская исполнителей технического сервиса для устранения сложных отказов машин в стационарных условиях.

Статистическое определение №5. Живой аппарат (канал) обслуживания – механизатор (оператор), управляющий машиной (трактором, комбайном) с достаточной квалификацией устранения его несложных неисправностей.

Статистическое определение №6. Входящий поток требований – неисправные машины, поступившие в обслуживающую систему и ожидающие своего восстановления или заявки, поступающие на диспетчер сервисного центра от потребителей услуг.

Статистическое определение №7. Выходящий поток требований – покидающие обслуживающую систему машины или требования.

Статистическое определение №8. Выходящий поток обслуженных требований – машины, покидающие систему в исправном состоянии или удовлетворенные сервисным центром требования.

Статистическое определение №9. Выходящий поток необслуженных требований – машины, покидающие систему в неисправном состоянии или неудовлетворенные сервисным центром требования.

Предлагаем входящий поток требований, очереди неисправных машин, обслуживающие аппараты и и входящий поток выразить в виде системы массового технического сервиса (рисунок).

В данной системе операции по удовлетворению требований, то есть восстановлению неисправных машин предлагается выполнить на основе нижеследующего алгоритма:

- шаг №1. Если в полевых условиях на машине возникает простая неисправность, оператор (механизатор или комбайнер) устраняет ее самостоятельно. Оператор исправленной машины продолжает свою работу;

- шаг №2. Если квалификация оператора окажется недостаточной для устранения обнаруженной неисправности, то он даёт заявку механику передвижной мастерской сервисного центра;

- шаг №3. Механик передвижной мастерской прибывает на поле, проводит диагностику машины, а затем устраняет неисправность. Оператор исправленной машины продолжает свою работу;

- шаг №4. Если неисправность машины окажется сложной и механик не сможет ее устранить, то он отправляет такую машину в центральную мастерскую сервисного центра;

- шаг №5. Неисправная машина ремонтируется на центральной мастерской и отправляется владельцу (фермеру, районному МТП, агрокластеру);

- шаг №6. Если на привезенной в сервисный центр неисправной машине вышли из строя агрегаты сложной конструкции (гидромотор, приборы электроники и др.) и они в виде запасных частей отсутствуют на складе сервисного центра, то диспетчер сервисного центра отправляет соответствующие заказы на Центральный республиканский склад.



Алгоритм удовлетворения требований в системе массового технического сервиса в сельском хозяйстве

Неисправная машина до поступления необходимых запасных частей от Центрального склада будет вынуждена стоять в очереди на обслуживание. После получения запасных частей машина ремонтируется и возвращается владельцу.

Если возможности ремонта неисправных машин и на центральной ремонтной мастерской и на существующих в республике ремонтных предприятиях отсутствуют, то они возвращаются своим владельцам. Естественно такие машины образуют выходящий поток необслуженных системой требований.

Как видно из структуры алгоритма основной элемент, удовлетворяющий поступивших в сервисный центр требований – это мобильный аппарат обслуживания, то есть передвижная мастерская.

В литературе [4] введена формула для определения значений общего среднего времени \bar{t}_c , затраченной передвижным мастерским сервисного центра для устранения одной сложной неисправности, возникающей в одной машине. Параметр \bar{t}_c описывает суммарное время, затраченное начиная от поступления требований оператора неисправной машины на диспетчер сервисного центра до устранения механиком передвижной мастерской неисправности машины непосредственно на поле. К сожалению, по расчетным значениям \bar{t}_c можно оценить только скорость обслуживания требований передвижной мастерской. Невозможно оценить один из основных показателей эффективности передвижной мастерской – объема выполненных восстановительных работ в течении определенного времени или интенсивности работы мастерской при оказании сервиса неисправным машинам.

В качестве такого критерия целесообразно принять обратную величину значения \bar{t}_c . Обозначим его символом μ , т.е.

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}_c} \left(\frac{\text{вос}}{\text{час}} \right). \quad (1)$$

Физический смысл параметра μ : средняя интенсивность обслуживания одной неисправности одной машины передвижной мастерской сервисного центра или число удовлетворенных (обслуженных) в течении единицы времени требований (восстановлений) или производительности работы одной мастерской.

Число выполняемых передвижной мастерской восстановительных работ прямо пропорциональна числу возникающих на машине неисправностей – чем больше неисправностей, тем больше восстановлений и наоборот [6]. Поэтому в теоретических исследованиях системы технического сервиса важно принять величину, выражающую число отказавших в полевых условиях машин за конкретный промежуток времени.

С этой целью число машин фермерского хозяйства, агрокластера или сервисного центра, удовлетворяющих при выполнении определенной агротехнической операции примем равным на m . Пусть за один день сезона у них возникает $n(t)$ неисправностей. Если принять продолжительность одного рабочего дня сезона T_1 час, то число неисправностей, на m машинах, возникающих за 1 час будет равняться отношению $n(t)/T_1$. Это отношение обозначим через λ , т.е.

$$\lambda = \frac{n(t)}{T_1} \left(\frac{\text{отказ}}{\text{час}} \right). \quad (2)$$

Физическая сущность параметра λ : число (интенсивность) требований, поступивших в сервисный центр за единицу времени или число неисправностей, возникших на m машинах за это время.

В практике сервиса возникает необходимость оценки случая, когда настолько занятой или настолько свободной окажется передвижная мастерская сервисного центра при обслуживании работающих на поле машин, т.е. ее степени занятости.

Для покрытия этой потребности необходимо принять, изучить и анализировать отношение λ / μ . Отношению λ / μ обозначим через ψ :

$$\psi = \frac{\lambda}{\mu}. \quad (3)$$

Физическая сущность параметра ψ : коэффициент загрузки передвижной мастерской сервисного центра в процессе обслуживания неисправных машин.

Рассмотрим частные случаи формул (1)-(3).

1 – частный случай. В формуле (1) с повышением значений \bar{t}_c число восстановительных работ μ , выполняемых передвижным мастерским уменьшается, и наоборот, со снижением этого времени число восстановлений растет.

В наших хронометрических опытах [6] передвижная мастерская сервисного центра Наманганского региона для устранения одной неисправности зерноуборочного комбайна «Кейс-2366» Папского МТП, расположенного на расстоянии 80 км от сервисного центра затратила в среднем $\bar{t}_c = 4,14$ часа времени.

Тогда $\mu = 1 / 4,14 = 0,241 \left(\frac{\text{вос}}{\text{час}} \right)$. По нашему предложению на Папском МТП был организован пункт фирменного технического сервиса с радиусом обслуживания 40 км. В результате значение \bar{t}_c снизилось до $\bar{t}_c = 1,57$ час, а значение μ вырос до $0,636 \left(\frac{\text{вос}}{\text{час}} \right)$, т.е. почти до 2,64 раза.

2-частный случай. Если в формуле (2) $n(t) = 0$, то и $\lambda = 0$, т.е. все работающие на полях машины исправны – отсутствует спрос на обслуживание. При $n(t) = m$, т.е. когда все машины в неисправном состоянии, число требований λ достигает своего наибольшего значения ($\lambda=1$). За один уборочный день на 13 единиц комбайнах Папского МТП выявлено в среднем 2,75 отказов. Примем $n(t) = 3$. Продолжительность одного уборочного дня составило $T_1 = 10$ часов. Из (2) получим $\lambda = 3 / 10 = 0,3 \text{ (отказ/час)}$. Следовательно в группе зерноуборочных комбайнов за 1 час возникла 0,3 отказа или в течении данного времени в сервисный центр поступило 0,3 требований.

3-частный случай. Выражение (3) имеет смысл при выполнении нижеследующих условий:

$$\mu \neq 0 \text{ или } 1/\bar{t}_c \neq 0 \text{ или } \bar{t}_c \rightarrow \infty. \quad / \quad (4)$$

Определение выражения (4): для достижения смысла формулы $\psi = \lambda / \mu$ передвижным мастерским за единицу времени должна быть восстановлена как минимум одна неисправная машина или для восстановления одной неисправной машины затрачено ограниченное время.

4-частный случай. Если в (3) $\lambda = \mu$, то

$$\psi = 1. \quad (5)$$

Определение выражения (5): если число отказов работающих на полях машин равняется числу восстановительных работ, выполненных передвижным мастерским, то последняя загружена на 100%.

5-частный случай. Если в (3) $\lambda = 0$, то

$$\psi = 0. \quad (6)$$

Определение выражения (6): если все работающие на полях машины в исправном состоянии, то передвижная мастерская всегда свободна.

Пункт фирменного технического сервиса содержит одну передвижную мастерскую. Когда механик этого пункта обслуживает неисправные комбайны при $\lambda = 0,3(\text{отказ/час})$ получим $\mu = 0,636(\text{вос/час})$ и $\psi = 0,3/0,636 = 0,471$. Как видно, $\psi = 0,471 < 1$. Следовательно, передвижная мастерская загружена (занята) на 47,1% и неисправные комбайны для восстановления не стоят в очереди.

В случае, когда неисправные комбайны обслуживаются механиком передвижной мастерской регионального сервисного центра при $\lambda = 0,3(\text{отказ/час})$ получены $\mu = 0,241(\text{вос/час})$ и $\psi = 0,3/0,241 = 1,244$. Следовательно, $\psi = 1,244 > 1$ - передвижная мастерская загружена (занята) на 124,4% и неисправные комбайны стоят в очереди. Для оперативного восстановления комбайнов осуществляется вызов дополнительной передвижной мастерской.

Выводы. Таким параметрам системы сервиса в сельском хозяйстве, как источник требований, требование, передвижной аппарат (канал) обслуживания, передвижной аппарат (канал) обслуживания, живой аппарат (канал) обслуживания, входящий поток требований, выходящий поток требований, выходящий поток обслуженных требований и выходящий поток необслуженных требований впервые дали исходя из объекта и предмета системы массового обслуживания статистические определения. Убедились, что коэффициент загрузки передвижной мастерской является одним из основных показателей сервисной системы и описывает полноту и быстроту сервисных услуг, оказываемых неисправным машинам.

1. Варнаков В.В., Стрельцов В.В., Попов В.Н., Карпенков Ф. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. М.: 2003. 253 с.
2. Ермолов Л.С., Кряжков В.М., Черкун В.Е. Основы надежности сельскохозяйственной техники. М.: Колос, 1982. 271 с.
3. Тошболтаев М., Сейтимбетова З. Граф состояний многоканальной системы фирменного технического сервиса зерноуборочных комбайнов в Узбекистане // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2020. №1(14 том). С. 46-49.
4. Тошболтаев М., Рустамов., Кобулов М. Региональная система фирменного технического сервиса в сельском хозяйстве. Ташкент: “Фан”. 2017. 182 с.
5. Тошболтаев М., Рустамов Р., Сейтимбетова З. Математические и статистические модели системы оказания фирменного технического сервиса сельскохозяйственным машинам. Ташкент: “Фан”. 2011. 156 с.
6. Тошболтаев М., Рустамов Р. Теоретико-статистические принципы совершенствования системы оказания регионального фирменного технического сервиса сельскохозяйственным машинам. Ташкент: “Fan va texnologiya”. 2018. 269 с.
7. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: 1972. 368 с.
8. Ивченко Г.И. Каштанов В.А., Коваленко И.Н. Теория массового обслуживания. М.: 1982. 256 с.
9. Розенберг В.Я., Прохоров А.И. Что такое теория массового обслуживания. М.: 1965. 256 с.
10. Платонов Г.А., Файнберг М.А., Штильман М.С. Поезда, пассажиры ... и математика. М.: 1977. 240 с.
11. Барбаумов В.Е., Ермаков В.И., Кривенцова Н.Н., Лебедев А.С. Справочник по математике для экономистов. М.: 1987. 336 с.
12. Макаров А.В. Определение места расположения сервисной базы дилерского предприятия // Техника и оборудование для села. 2006. №1. С. 34-35.
13. Макаров А.В. проектирование рациональной системы обслуживания регионального дилера // Техника в сельском хозяйстве. 2007. №1. С. 33-36.
14. Привалов П.В., Яровская Е.А., Сидоров Г.С. Теоретические основы разработки методики технического сервиса сельскохозяйственных машин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2002. №11. С. 4-5.
15. Ткаченко В.Н. Организация единой региональной дилерской системы // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2004. №7. С. 2-4.
16. Горетый А.В. Методика расчета рационального числа промежуточных пунктов // Научная молодежь – агропромышленному комплексу. Зерноград, 2003. С. 133-139.

17. Сейтимбетова З. Определение оптимальной загрузки механика передвижной мастерской при обслуживании сложных машин // Advances in Science and Technology Сборник статей XXIX международной научно-практической конференции (Часть I). – М.: Научно-издательский центр «Актуальность РФ». 2020. С. 113-115.