

DOI: 10.15393/j2.art.2020.5462

УДК 631.378

Статья

Методические основы обоснования мощностей объекта технического сервиса

Шиловский Вениамин Николаевич

доктор технических наук, профессор, Петрозаводский государственный университет (Российская Федерация), e-mail: shisvetnik@narod.ru

Гольштейн Григорий Юрьевич

кандидат технических наук, доцент, Петрозаводский государственный университет (Российская Федерация), e-mail: grigory@psu.karelia.ru

Получена: 9 ноября 2020 / Принята: 26 декабря 2020 / Опубликовано: 26 декабря 2020

Аннотация: В статье представлена общая характеристика технической эксплуатации и технического сервиса транспортных, в т. ч. лесотранспортных машин, осуществляющих перевозку пассажиров, лесоматериалов и прочих грузов. Методологические основы производственно-технологических расчётов объекта технического сервиса включают определение количества постов, стендов, станков и другого технологического оборудования для выполнения различных видов работ по обслуживанию и ремонту машин, приведены методические основы получения исходных данных и расчёта мощности производственно-технологической базы (пункта) технического сервиса как объекта массового обслуживания открытого типа. На примере определения количества уборочно-моечных постов машин выполнен расчёт с заданной плотностью заявок и вероятностью отказа клиенту в обслуживании, в случае если все посты заняты. Порядок определения мощности станции технического обслуживания представлен в зависимости от типа городской или дорожной станции. Для станции городского типа определяется количество заездов на примере выполнения уборочно-моечных работ. Для дорожной станции определяется количество заездов в сутки и необходимое количество постов с учётом годового объёма работ. В результате проведения работы в статье систематизированы методические подходы по проведению производственных расчётов станций технического обслуживания автомобилей различных типов, а также ремонтно-обслуживающей базы автотранспортных предприятий.

Ключевые слова: технический сервис, технологический расчёт, методика расчёта

DOI: 10.15393/j2.art.2020.5462

Article

Methodological basis for substantiation the capacity of a technical service facility

Veniamin Shilovsky

*D. Sc. in engineering, professor, Petrozavodsk State University (Russian Federation),
shisvetnik@narod.ru*

Gregory Goldstein

*Ph. D. in engineering, associate professor, Petrozavodsk State University (Russian Federation),
grigory@psu.karelia.ru*

Received: 9 November 2020 / Accepted: 26 December 2020 / Published: 26 December 2020

Abstract: the article presents a general description of the technical operation and technical service of transport vehicles, including timber vehicles that transport passengers, timber and other goods. The methodological bases of production and technological calculations of the technical service object include determining the number of posts, stands, machines and other technological equipment for performing various types of maintenance and repair of machines. The methodological bases for obtaining initial data and calculating the capacity of the production and technological base (point) of the technical service, as an open-type mass service object, are given. For example, to determine the number of machines cleaning up stations the authors calculate the probability of refusal in service in case of a given density of applications and when all the posts are busy. The procedure for determining the capacity of a service station is presented depending on the type of a city or a road. For an urban-type station, the number of arrivals is determined using the example of cleaning and washing operations. For a road station, the number of arrivals per day and the required number of posts are determined, taking into account the annual volume of work. As a result of this work, the article systematizes methodological approaches for conducting production calculations of car service stations of various types, as well as repair and maintenance bases of motor transport enterprises.

Keywords: technical service, technological calculation, calculation method

1. Введение

Техническая эксплуатация и технический сервис автомобилей, транспортно-технологических, в т. ч. лесотранспортных, машин предусматривает организацию и проведение технического обслуживания и ремонта объектов согласно номенклатуре технических воздействий, предусмотренной нормативно-технической документацией [1], [2], [8].

Существуют автотранспортные организации (АТО), которые обеспечивают перевозку пассажиров, лесоматериалов и прочих грузов, а также техническое обслуживание (ТО), текущий ремонт (ТР), хранение подвижного состава. По организации производственной деятельности АТО могут быть: комплексными, кооперативными и специализированными [1], [6]. Комплексные АТО осуществляют полный объём работ по ТО и ТР подвижного состава. Оптимальное количество автомобилей в комплексной АТО 250—300 единиц. Кооперативные АТО состоят из основного базового предприятия и его филиалов, расположенных на различных территориях. Базовое предприятие обеспечивает выполнение наиболее трудоёмких видов ТО и ТР подвижного состава. В филиалах проводится ежедневное техническое обслуживание (ЕО), первое ТО -1 и сопутствующий ему текущий ремонт.

Существуют станции технического обслуживания автомобилей (СТОА) двух типов: городские и дорожные [3], [6].

Современная городская станция обслуживания выполняет многочисленные и разнообразные функции: продажу новых и подержанных автомобилей, запасных частей, агрегатов, принадлежностей и материалов; предпродажную подготовку и гарантийное обслуживание автомобилей; диагностирование автомобилей на станции и на основе данных, получаемых во время эксплуатации [16], [17], [19], их мойку, профилактику и ремонт; хранение автомобилей, ожидающих приёмки; обслуживание клиентов; оказание технической помощи вне станции [13], [15]. Большинство средств, которыми должна располагать станция для выполнения своих функций, являются объектами технологического расчёта. Некоторые из них рассчитывают по аналогии с АТО, а другие — по отдельным методикам и специальным нормативам, выработанным отечественной теорией и практикой эксплуатации станции с учётом зарубежного опыта.

Дорожные станции технического обслуживания выполняют меньшую номенклатуру работ по сравнению с городскими станциями, но в летний период года имеют круглосуточный режим работы.

Устранение возникших неисправностей или последствий мелких аварий служит причиной 60 % заездов для городских станций и не менее 80 % — для придорожных станций.

Моечно-уборочная работа нередко выступает не самостоятельной причиной заездов, а сопутствующей. На городских станциях до 90 % заездов независимо от их основных причин сопровождается моечно-уборочными работами, а на придорожных станциях — 20...25 % заездов, не считая специализированных моечных станций [1], [2], [6].

Для выполнения технологических расчётов определяют парк условных автомобилей, комплексно обслуживаемых на СТОА. В расчётах принимают для одного условного автомобиля два-три годовых автомобилезаезда. Для технологического расчёта станций рекомендуется принимать следующее ориентировочное распределение заездов: на городские станции для ТО — 20 %, для ТР — 60 %, для диагностирования — 20 %; на придорожные станции соответственно 10 %, 80 %, 10 % [2], [3]. Уборочно-моечным работам подвергаются на городских станциях примерно 80 %, а на придорожных — 20 % автомобилей от общего числа заездов.

Станции технического обслуживания автомобилей могут рассматриваться как объекты массового обслуживания (СМО). Системы массового обслуживания — это системы, в которые в случайные моменты времени поступают заявки на обслуживание, выполняемые имеющимся в распоряжении системы оборудованием, т. е. СМО характеризуется двумя встречными потоками — потоком заявок и потоком обслуживания [4], [7], [18]. Системы массового обслуживания делятся на два типа: открытые и закрытые (замкнутые). СТОА — системы массового обслуживания открытого типа. Такие СМО, в свою очередь, делятся на два вида: системы с отказами и системы с ожиданием очереди.

Целью статьи является обоснование и апробация различных методик по обоснованию (расчёту) производственной мощности различного типа и типоразмера станций технического обслуживания (СТОА) или ремонтно-обслуживающей базы (РОБ) автотранспортного предприятия (АТО).

2. Методологические основы производственно-технологических расчётов

При известном количестве обслуживаемых и ремонтируемых машин число постов, станков и другого оборудования (S) для выполнения различных видов работ рассчитываются по известной формуле:

$$S = \frac{T_B}{\Phi_o \cdot P_n \cdot n \cdot n_o},$$

где T_B — годовой объём трудозатрат по видам работ; Φ_o — годовой фонд рабочего времени оборудования при односменной работе; P_n — количество человек, одновременно работающих на посту или стенде; n — сменность работы оборудования, поста; n_o — коэффициент использования поста, стенда, оборудования по времени.

$$T_B = T_o \cdot \frac{\gamma}{100},$$

где T_o — общий годовой объём трудозатрат ремонтно-обслуживающей базы (РОБ); γ — процентное содержание определённого вида работ в общем объёме трудозатрат.

Общий годовой объём трудозатрат на ТО и ремонт рассчитывается исходя из периодичности и трудоёмкости их проведения согласно инструкциям заводов-изготовителей

и нормативно-технической документации, оговаривающей их продолжительность и трудоёмкость [5], [7]. При этом следует принимать во внимание, что последовательность следующих во времени друг за другом отказов деталей, сопряжений и узлов образует поток отказов как поток случайных событий. Поэтому и при известном количестве машин число необходимого оборудования для ремонта машин может быть рассчитано согласно положениям теории массового обслуживания, рассматривая РОБ как объект массового обслуживания закрытого типа [4].

Рассмотрим методические основы получения исходных данных и расчёта мощности производственно-технологической базы (количество рабочих, зон, поста, оборудования, участков) предприятия (пункта) технического сервиса (ПТС) как объекта массового обслуживания открытого типа.

Случайные потоки (заявок) событий характеризуются свойствами, важнейшими из которых являются последствия: ординарность и стационарность. Если поток событий-отказов не имеет последствий, ординарен и стационарен, он называется простейшим или стационарным пуассоновским процессом [4], [7], [8].

Отсутствие последствия определяется условием, при котором отказы являются событиями случайными, независимыми, и если объект проработал до момента t и промежуток времени на отказ распределён по показательному закону, то вероятные характеристики безотказной работы объекта (машины) сохраняются в дальнейшем независимо от времени протекания этого промежутка.

Условие ординарности означает, что вероятность появления в малом интервале Δt двух и большего числа событий есть величина высшего порядка малости по сравнению с вероятностью появления в этом интервале одного события.

Поток отказов стационарен, если вероятность возникновения фиксированного числа отказов на заданном интервале времени зависит только от длины интервала, а не от того, где на оси времени расположен этот интервал.

При этих условиях вероятность появления R отказов объекта за наработку от нуля до t , т. е. $F(R, t)$, равна:

$$F(R, t) = \frac{\lambda(t) \cdot t}{R!} \cdot e^{-\lambda(t)t},$$

где $\lambda(t)$ — интенсивность отказов.

Интенсивность отказов $\lambda(t)$ связана с вероятностью отказа $F(t)$ на интервале $(t, t + dt)$ зависимостью [10]:

$$F(t) = \lambda(t) \cdot dt.$$

Таким образом, интенсивность отказов в законе Пуассона есть не что иное как вероятность отказа за единицу времени.

Порядок обоснования необходимого количества оборудования на объектах массового обслуживания открытого типа, когда число обслуживаемой техники не ограничено какими-то

конкретными величинами определённого предприятия, рассмотрим на примере обоснования числа моечных установок (постов мойки) транспортных средств (автомобилей).

Исходные данные: на мойку поступает простейший поток заявок с плотностью $\lambda = 3$ объекта в час. Периоды мойки распределены по показательному закону со средней продолжительностью мойки $T_{\text{ср}} = 20$ мин на объект. Таким образом, плотность потока обслуживания $\mu = 3$, т. е. составляет три объекта в час.

Требуется определить число моечных установок K , при котором вероятность отказа клиенту будет не выше 0,12.

Решение задачи: при заданных параметрах величина приведённой плотности заявок (U) равна [4], [8]:

$$U = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{3}{3} = 1$$

Вероятность того, что заявка получит отказ $P_{\text{от}}$, определяется по выражению [4]

$$P_{\text{от}} = \frac{U^K}{K! \sum \frac{U^K}{K!}}$$

Будем принимать $K = 2, 3, \dots$ и определять соответствующие величины вероятности отказа в обслуживании:

$$P_{(K=2)} = \frac{1}{2! \left(\frac{1^0}{0!} + \frac{1^1}{1!} + \frac{1^2}{2!} \right)} = 0,2,$$

$$P_{(K=3)} = \frac{1}{3! \left(\frac{1^0}{0!} + \frac{1^1}{1!} + \frac{1^2}{2!} + \frac{1^3}{3!} \right)} = 0,063.$$

Таким образом, при наличии трёх установок для мойки машин вероятность отказа в обслуживании будет меньше заданной (0,12). Согласно антимонопольному положению, часть заявок оставляем для конкурентов.

Для определения производственной мощности СТОА по данному методу необходимы прогноз или маркетинговые исследования с целью определения плотности заявок λ по каждому виду работ, по которым планируется получение лицензии на их выполнение.

Другим способом получения исходных данных для производственно-технологических расчётов мощности СТОА являются практические наблюдения и статистические данные о количестве и типах автомобилей, принадлежащих гражданам, проживающим в районе, обслуживаемом станцией; о среднем годовом пробеге автомобилей и их возрасте; о количестве посещений станции за определённый период времени и причинах этих посещений, а для дорожных станций — число заездов на станцию в сутки, внедрение современных систем телеметрии на автомобильном транспорте [11].

Исходными данными для выполнения технологических расчётов СТОА используются следующие прогнозируемые или выявленные маркетинговыми исследованиями данные публикаций [6], [10], [12], [14], [20]:

- тип станции: городская, дорожная;
- среднегодовой пробег автомобилей по маркам, км;
- количество условно обслуживаемых на станции автомобилей по маркам (НСТОА), шт.;
- количество автомобилезаездов на СТОА одного автомобиля в год (d);
- интенсивность движения на автомобильной дороге (только для дорожных СТОА по статистическим данным для определённого региона или района).

3. Порядок обоснования мощности СТОА в зависимости от типа

3.1. Городские СТОА

Количество автомобилей N_a , принадлежащих населению данного (обслуживаемого) региона, города, района:

$$N_a = \frac{A \cdot n}{1000}, \text{ шт.},$$

где A — численность населения расчётного региона; n — число автомобилей, приходящихся на 1000 жителей региона.

Число автомобилей $N_{СТОА}$, обслуживаемых на станции в год:

$$N_{СТОА} = \frac{N_a}{K},$$

где K — коэффициент, учитывающий число владельцев автомобилей, пользующихся услугами станции. Согласно работе [6], для отечественных автомобилей $K = 0,45...0,5$; для автомобилей иностранных марок $K = 0,75...0,8$.

Годовой объём работ по ТО и ТР ($T_{ТО-ТР}$) равен [5], [6]:

$$T_{ТО-ТР} = \frac{N_{СТОА} \cdot L_{\Gamma} \cdot t_{ТО-ТР}}{1000}, \text{ чел.-ч},$$

где L_{Γ} — среднегодовой пробег автомобилей одной марки, обслуживаемых на СТОА;

$t_{ТО-ТР}$ — откорректированная трудоёмкость ТО и ТР (чел.-ч/1000 км).

Годовой объём уборочно-моечных работ ($T_{УМР}$) равен:

$$T_{УМР} = T_{УМР}^{ТО-ТР} + T_{УМР}^{САМ} = (N_{УМР}^{ТО-ТР} + N_{УМР}^{САМ}) \cdot t_{УМР}, \text{ чел.-ч},$$

где $T_{УМР}^{ТО-ТР}$ — число заездов в год на УМР перед ТО или ТР автомобиля; $t_{УМР}$ — средняя трудоёмкость УМР, чел.-ч; $T_{УМР}^{САМ}$ — объём УМР, выполняемых как самостоятельный вид услуг.

Число заездов на УМР перед ТО и ТР принимается равным числу автомобилезаездов на СТОА в год:

$$N_{\text{УМР}}^{\text{ТО-ТР}} = N_{\text{СТОА}} \cdot d.$$

Согласно источникам [3], [6], число заездов на УМР как самостоятельный вид услуг принимается из расчёта одного заезда на $L_3 = 800 - 1000$ км пробега.

Таким образом, число заездов на УМР ($N_{\text{УМР}}^{\text{САМ}}$) как самостоятельный вид услуг может быть определено по выражению

$$N_{\text{УМР}}^{\text{САМ}} = \frac{N_{\text{СТОА}} \cdot L_{\Gamma}}{L_3}.$$

3.2. Дорожные СТОА

Число заездов на станцию в сутки ($N_{\text{сут}}$) может быть определено по выражению

$$N_{\text{сут}} = \frac{N_{\text{Д}} \cdot P}{100}, \quad (1)$$

где $N_{\text{Д}}$ — интенсивность движения на автодороге, авт./сут.; P — частота автомобилезаездов на дорожную СТОА, процент от интенсивности движения.

Значения частоты автозаездов (P) для различных типов автомобилей рекомендуются следующие [2], [6]:

- легковые автомобили — 4,5 % для ТО и ТР; 5,5 % для уборочно-моечных работ;
- грузовые автомобили и автобусы — 0,4 % для ТО и ТР; 0,6 % для уборочно-моечных работ.

Годовой объём работ станции (ТСТОА) равен:

$$T_{\text{СТОА}} = N_{\text{сут}} \cdot D_{\text{Р.Г}} \cdot t_{\text{ср}}, \text{ чел.-ч,}$$

где $N_{\text{сут}}$ — число заездов автомобилей данного типа на станцию в сутки рассчитывается по формуле (1); $D_{\text{Р.Г}}$ — число дней работы в году (согласно исходным данным); $t_{\text{ср}}$ — средняя трудоёмкость (разовая) работ одного заезда автомобиля на станцию (чел.-ч).

Объём вспомогательных работ рассчитывается для обоих типов станций и составляет не более 10—15 % от общего объёма работ по ТО и ТР автомобиля.

В зависимости от величины СТОА работы по ТО и ТР могут выполняться как на постах ремонтных зон, так и на специализированных производственно-вспомогательных участках, согласно рекомендуемому распределению объёма работ, один из вариантов которого представлен в работе [6].

Расчёт объёмов работ по зонам, постам и участкам ($T_{\text{уч}}$) производится по формуле

$$T_{\text{уч}} = \frac{T_{\text{ТО-ТР}} \cdot D\%}{100} + T_{\text{ВСП}}, \text{ чел.-ч,}$$

где $D\%$ — доля работ в процентах, проводимых на данном участке (зоне).

Число рабочих постов ТО и ТР (X) автомобилей для определённого вида работ равно [5], [6]:

$$X = \frac{T_n \cdot \varphi}{\Phi_n \cdot P_{cp}},$$

где T_n — годовой объём постовых работ объекта проектирования; φ — коэффициент неравномерности загрузки постов (1,15); P_{cp} — среднее число рабочих на посту; Φ_n — годовой фонд рабочего времени поста, ч.

$$\Phi_n = D_{p.g} \cdot T_{cm} \cdot C_{cm} \cdot \eta_n,$$

где $D_{p.g}$ — число рабочих дней в году; T_{cm} — продолжительность смены, ч; C_{cm} — количество смен работы на СТОА; η_n — коэффициент использования рабочего времени поста (0,85—0,9).

Количество постов для УМР (ХУМР) равно:

$$X_{yMP} = \frac{(N_{cyt.yMP} \cdot \varphi_{yMP})}{(T_c \cdot N_y \cdot \eta_{n.yMP})},$$

где $N_{cyt.yMP}$ — суточное число заездов для выполнения УМР; φ_{yMP} — коэффициент неравномерности поступления автомобилей (рекомендуемые значения от 1,2 до 1,5); T_c — продолжительность работы участка УМР в сутки, ч; N_y — производительность моечной установки, а/ч; $\eta_{n.yMP}$ — коэффициент использования рабочего времени поста (0,9).

$$N_{cyt.yMP} = \frac{N_{cTOA} \cdot d_1}{D_{p.g}},$$

где N_{cTOA} — число автомобилей, обслуживаемых СТОА за год; d_1 — число заездов на СТОА одного автомобиля в год.

Общее количество вспомогательных постов (посты для приёма и выдачи автомобилей, контроля качества проведения ТО и ТР, подготовки автомобиля на участке окраски) составляет 0,25—0,30 от общего количества постов [3], [6].

4. Заключение

В результате проведения работы в статье систематизированы методические подходы по проведению производственных расчётов станций технического обслуживания автомобилей различных типов, а также ремонтно-обслуживающей базы автотранспортных предприятий.

Список литературы

1. Беднарский В. В. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: Учебник. 3-е изд., перераб. и доп. Ростов н/Д.: Феникс, 2007. 457 с.

2. Малкин В. С., Бугаков Ю. С. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей. Ростов н/Д.: Феникс, 2007. 205 с.
3. Напольский Г. М., Солнцев А. А. Технологический расчёт и планировка станции технического обслуживания автомобилей: Учеб. пособие. М.: Изд-во МАДИ, 2007. 309 с.
4. Питухин А. В., Шиловский В. Н., Серебрянский Н. И. Применение вероятностно-статистических методов для решения задач по надёжности и ремонту машин. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1999. 148 с.
5. Сборник норм времени на техническое обслуживание и ремонт легковых, грузовых автомобилей и автобусов. М.: Изд-во ГУП «Центроргтруд-автотранс», 2001. 257 с.
6. Светлов М. В., Светлова И. А. Техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта. Дипломное проектирование: Учеб. пособие. 4-е изд., перераб. М.: КНОРУС, 2015. 328 с.
7. Технический сервис машин и оборудования: Справ. материалы / В. Н. Шиловский и др. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. 120 с.
8. Шиловский В. Н., Питухин А. В., Костюкевич В. М. Сервисное обслуживание и ремонт машин и оборудования. СПб.: Лань, 2019. 240 с.
9. Шиловский В. Н., Питухин А. В., Костюкевич В. М. Маркетинг и менеджмент технического сервиса машин и оборудования. СПб.: Лань, 2015. 272 с.
10. Шиловский В. Н. Теоретические основы и стратегии организации маркетинга и менеджмента технического сервиса территориально распределённых машин и оборудования. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. 324 с.
11. Rosiński A. Evaluation criteria for technical and teleinformatic solutions in ITS services // Journal of KONBiN. 2018. Vol. 45. P. 365—383.
12. Siergiejczyk M., Rosiński A. Analysis of the operation process of vehicles equipped with telematic on-board systems // Journal of KONBiN. 2019. Vol. 49, issue 4. P. 463—479.
13. Apatenco A. S., Sevryugina N. S. Methods of recruiting of mobile repair services and maintenance of machines performing reclamation works // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 786. P. 012—037.
14. Ozornin S., Tarasov I. Operating conditions calculation during three-dimensional process charts construction of the trucks reliability // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 632. P. 012—044.
15. Pozhivilov N V., Maksimov V. A., Krylov G. A., Zavgorodniy A. A. Maintenance and repair management taking into account specialization, cooperation and unification within a united bus company consisting of several branches // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 832. P. 012—065.
16. Monteiro Tavares C. M., Szpytko J. Vehicles Emerging Technologies from Maintenance Perspective // IFAC (International Federation of Automatic Control) Hosting by Elsevier. 2016. Vol. 49, issue 28. P. 67—72.
17. Jinuk Kim, Muhammad Ibtesam, Dooyoung Kim, Jihun Jung, And Sungju Park. CAN-Based Aging Monitoring Technique for Automotive ASICs With Efficient Soft Error Resilience // IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 22400—22410.
18. Monastyrskiy Y., Sistuk V., Potapenko V., Maksymenko I. The sustainable future of open-pit trucks operation // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 166. P. 070—050.
19. Redreev G. V., Luchinovich A. A., Ustiyantsev E. I., Laskin A. S. Information System of Machines and Tractors Fleet Technical Service // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series. 2018. Vol. 1059. P. 012—013.
20. Buraev M., Ilyin P., Ilyin S., Shisteev A., Anosova A. The calculation program of the technical service enterprise of transport-technological machines in agriculture // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 632. P. 012—019.

References

1. Bednarsky V. V. *Maintenance and repair of cars*: Textbook. 3rd ed., reprint. and add. Rostov n/D., Phoenix publishing House, 2007. 457 p. (In Russ.)
2. Malkin V. S., Bugakov Yu. S. *Bases of operation and repair of cars*. Rostov n/D., Phoenix publishing House, 2007. 205 p. (In Russ.)
3. Napol'sky G. M., Solntsev A. A. *Technological calculation and planning of a car maintenance station*: Textbook. Moscow, MADI publishing house, 2007. 309 p. (In Russ.)
4. Pitukhin A. V., Shilovsky V. N., Serebryansky N. I. *Application of probabilistic and statistical methods for solving problems of reliability and machine repair*. Petrozavodsk, PetrSU publishing house, 1999. 148 p. (In Russ.)
5. *Collection of time standards for maintenance and repair of cars, trucks and buses*. Moscow, Publishing house of sue «Tsentrogrtrud-avtotrans», 2001. 257 p. (In Russ.)
6. Svetlov M. V., Svetlova I. A. *Maintenance and repair of motor transport. Diploma design*: Textbook. 4th ed., pererab. Moscow, KNORUS publishing house, 2015. 328 p. (In Russ.)
7. *Technical service of machinery and equipment, Reference. Materials* / V. N. Shilovsky et al. Petrozavodsk, PetrSU publishing house, 2012. 120 p. (In Russ.)
8. Shilovsky V. N., Pitukhin A. V., Kostyukevich V. M. *Service and repair of machines and equipment*. St. Petersburg, Publishing house «LAN», 2019. 240 p. (In Russ.)
9. Shilovsky V. N., Pitukhin A. V., Kostyukevich V. M. *Marketing and management of technical service of machines and equipment*. St. Petersburg, Publishing house «LAN», 2015. 272 p. (In Russ.)
10. Shilovsky V. N. *Theoretical bases and strategies of organization of marketing and management of technical service of geographically distributed machines and equipment*. Petrozavodsk, PetrSU publishing house, 2001. 324 p. (In Russ.)
11. Rosiński A. Evaluation criteria for technical and teleinformatic solutions in ITS services. *Journal of KONBiN*, 2018, vol. 45, pp. 365—383.
12. Siergiejczyk M., Rosiński A. Analysis of the operation process of vehicles equipped with telematic on-board systems. *Journal of KONBiN*, 2019, vol. 49, issue 4, pp. 463—479.
13. Apatenco A. S., Sevryugina N. S. Methods of recruiting of mobile repair services and maintenance of machines performing reclamation works. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 786, pp. 012—037.
14. Ozornin S., Tarasov I. Operating conditions calculation during three-dimensional process charts construction of the trucks reliability. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 632, pp. 012—044.
15. Pozhivilov N V., Maksimov V. A., Krylov G. A., Zavgorodniy A. A. Maintenance and repair management taking into account specialization, cooperation and unification within a united bus company consisting of several branches. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 832, pp. 012—065.
16. Monteiro Tavares C. M., Szpytko J. Vehicles Emerging Technologies from Maintenance Perspective. *IFAC (International Federation of Automatic Control) Hosting by Elsevier*, 2016, vol. 49, issue 28, pp. 67—72.
17. Jinuk Kim, Muhammad Ibtesam, Dooyoung Kim, Jihun Jung, And Sungju Park. CAN-Based Aging Monitoring Technique for Automotive ASICs With Efficient Soft Error Resilience. *IEEE Access.*, 2020, vol. 8, pp. 22400—22410.
18. Monastyrskiy Y., Sistuk V., Potapenko V., Maksymenko I. The sustainable future of open-pit trucks operation. *E3S Web of Conferences*, 2020, vol. 166, pp. 070—050.

19. Redreev G. V., Luchinovich A. A., Ustiyantsev E. I., Laskin A. S. Information System of Machines and Tractors Fleet Technical Service. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series*, 2018, vol. 1059, pp. 012—013.
20. Buraev M., Ilyin P., Ilyin S., Shisteev A., Anosova A. The calculation program of the technical service enterprise of transport-technological machines in agriculture. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2019, vol. 632, pp. 012—019.

© Шиловский В. Н., Гольштейн Г. Ю., 2020