

УДК 631.173

UDC 631.173

05.00.00 Технические науки

Engineering

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПОСТОВ ДЛЯ ИНТЕРАКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАШИН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

METHODS OF DIAGNOSIS STUDY FOR NUMBER OF STATIONS FOR INTERACTIVE MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF MACHINERY IN AGRICULTURE

Бышов Николай Владимирович
д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код=1630-3916

Byshov Nikolai Vladimirovich
Dr.sci.tech., professor
RSCI SPIN-code=1630-3916

Борычев Сергей Николаевич
д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код=9426-9897

Borychev Sergei Nikolaevich
Dr.sci.tech., professor
RSCI SPIN-code=9426-9897

Фокин Владимир Васильевич
аспирант

Fokin Vladimir Vasil'evich
postgraduate student

Акимов Владимир Валерьевич
аспирант

Akimov Vladimir Valer'evich
postgraduate student

Костенко Михаил Юрьевич
д.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код= 2352-0690

Kostenko Mikhail Yurievich
Dr.sci.tech., associate professor
RSCI SPIN-code= 2352-0690

Рембалович Георгий Константинович
д.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код=9656-2331

Rembalovich Georgiy Konstantinovich
Dr.sci.tech., associate professor
RSCI SPIN-code=9656-2331

Безносюк Роман Владимирович
к.т.н.
РИНЦ SPIN-код= 1616-3982
Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия

Beznosjuk Roman Vladimirovich
Cand.tech.sci.
RSCI SPIN-code= 1616-3982
Ryazan state agrotechnological university named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia

Контроль технического состояния является необходимым элементом ТО транспортных и специальных машин в сельском хозяйстве. Задача операций контроля, кроме непосредственно определения технического состояния объекта – определение необходимого объема работ ТО, а также рационального объема сопутствующего ремонта, который можно было бы совместить с очередным техническим обслуживанием. Исходя из результатов обработки полученной информации формируются заявки на обслуживание. В условиях неопределенности поступления заявок на обслуживание отдельных машин, примерных объемов и сроков выполнения целесообразна разработка прикладной методики обоснования количества диагностических постов для интерактивного контроля технического состояния транспортных и специальных машин в сельском хозяйстве. Представленная в статье методика основана на вероятностных методах, и позволяет обеспечивать оперативную оптимизацию количества действующих постов интерактивной

Condition monitoring is a necessary element of the transport and special machinery in agriculture. The task of the control operations other than the determination of the technical state of the object is to determine the required amount of work, as well as rational amount of collateral the repair of which could be combined with the next maintenance. Based on the results of processing of the information, we may generate requests for service. In the conditions of uncertainty of receipt of requests for servicing of individual machines, estimated volumes and timing, we have an appropriate development of applied technique of justification of the number of diagnostic posts for interactive control of a technical condition of vehicles and special machinery in agriculture. The presented methodology is based on probabilistic methods, and allows the quick optimization of the number of existing posts interactive diagnostics in the enterprise, if necessary, translating the existing posts in "standby" mode, or Vice versa, returning from a reserve in "work" mode. The production and technical base of the enterprise service based on the

диагностики на предприятии, при необходимости переводя действующие посты в «резервный» режим, или наоборот, возвращая из резерва в «рабочий» режим. При этом производственно-техническая база предприятия сервиса с учетом отдельных допущений рассматривается как система массового обслуживания (СМО), а функционирование такой СМО – как процесс массового обслуживания. Процессы массового обслуживания применительно к интерактивной диагностике являются «марковскими» процессами «гибели и размножения» с конечным или счетным числом состояний и непрерывным временем. Для описания состояний системы составлена система уравнений Колмогорова для установившегося режима «марковского» процесса. На их основе определяются средняя длина очереди, время пребывания заявки в очереди, число занятых каналов и пропускная способность СМО. Воспользовавшись интенсивностью поступления заявок и временем обслуживания одной заявки для конкретного вида оборудования, устанавливается эффективность использования постов интерактивной диагностики. В результате применения предлагаемой прикладной методики обеспечивается возможность своевременного принятия решения о необходимости реконструкции или технического перевооружения предприятия

Ключевые слова: ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПОСТ, ТРАНСПОРТ, КОМБАЙН, ИНТЕРАКТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ

specific assumptions are considered as a system of mass service (SMO), and the function of such a SMO – as the process of mass service. The process of queuing as applied to interactive diagnosis are "Markov" processes "death and reproduction" with a finite or countable number of States and continuous time. To describe the states of the system we use the system of the Kolmogorov equations for steady state of "Markov" process. On their basis, we have determined average queue length, time of stay orders in the queue, number of busy channels and the bandwidth of the CFR. Using the intensity of the requests and the service time of a single application for specific equipment, the article establishes the efficiency of online diagnosis posts. The result of the proposed applied methodology enables timely decision-making about the need for reconstruction or technical re-equipment of the company

Keywords: MAINTENANCE, DIAGNOSTIC POST, TRANSPORT, COMBINES, INTERACTIVE CONTROL

Doi: 10.21515/1990-4665-128-011

Контроль технического состояния является необходимым элементом технического обслуживания (ТО) транспортных и специальных машин в сельском хозяйстве. Техническое обслуживание - трудоемкий вид работ, который должен производиться быстро и с надлежащим качеством. При организации работ ТО необходимо также обеспечить равномерность загрузки технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта. Задача операций контроля при этом – определение необходимого объема работ ТО, а также рационального объема сопутствующего ремонта, который можно было бы совместить с очередным техническим обслуживанием.

Но качественный контроль невозможен без постоянного

мониторинга технического состояния эксплуатируемых объектов [11,12,15,16]. Сегодня широко внедряются различные методы так называемого непрерывного контроля [6,10], основанные на беспроводном обмене диагностическими данными в процессе эксплуатации машин. При этом на сервер транспортного цеха предприятия (предприятия технического сервиса) передается информация о техническом состоянии агрегатов и систем. Исходя из результатов обработки полученной информации формируются заявки на обслуживание. При этом важно рационально распределить полученные заявки по времени обслуживания.

В условиях неопределенности поступления заявок на обслуживание отдельных машин, примерных объемов и сроков выполнения целесообразно разработать вероятностные методы с учетом характеристик существующего оборудования для обслуживания [13,17] и его технико-экономической эффективности [1,2]. При этом также важно на основе потока заявок рассчитать количество постов технического обслуживания, производительность применяемого оборудования, обеспеченность расходными материалами [9,14].

В качестве допущения примем, что обслуживаются однотипные объекты, поступающие в случайные моменты времени. Данная система будет системой массового обслуживания (СМО) [4,5]. Обслуживаемые объекты независимо от их природы будут заявками, а обслуживающие субъекты – каналами. Функционирование СМО во времени называется процессом массового обслуживания. Представим структуру предприятия занимающегося техническим обслуживанием техники с применением интерактивной диагностики (рис. 1).

Введем основные понятия при рассмотрении процессов СМО [4,5].

Интенсивность потока заявок характеризуется выражением

$$\lambda = \frac{1}{T_{\text{заявк}}} \quad (1)$$

где λ - интенсивность потока заявок, $1/ч$;
 $\bar{t}_{заяв.}$ - средний промежуток времени между поступающими заявками, ч

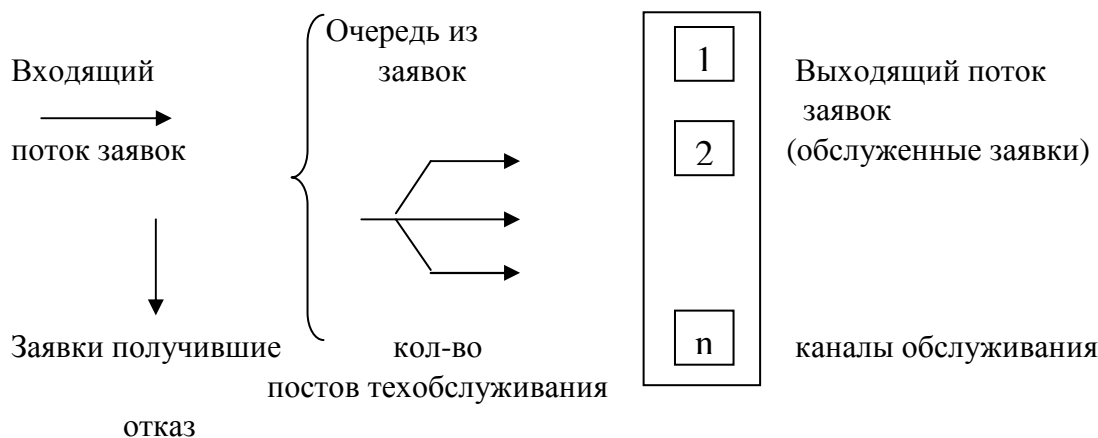


Рисунок 1 - Принципиальная схема работы многоканальной системы СМО с отказами

Единица измерения времени $\bar{t}_{заяв.}$ выбирается в зависимости от вида работ и количества поступающих заявок и может измеряться в часах, днях, минутах.

Субъекты обслуживания или каналы также характеризуется интенсивностью обслуживания одного канала

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}_{обсл.}} \quad (2)$$

где $\bar{t}_{обсл.}$ - среднее время обслуживания заявки 1 каналом.

Также применяется безразмерная величина - приведенная плотность потока заявок

$$\rho = \lambda \bar{t}_{обсл.} / \mu \quad (3)$$

Для описания процесса СМО введем некоторые средние числа:

\bar{k} - среднее число занятых каналов;

\bar{l} - средняя длина очереди;

$(n - \bar{k})$ - среднее число свободных каналов;

$z = \bar{k} + \bar{r}$ – среднее число заявок, связанных с системой.

Для характеристики интенсивности процессов обслуживания введем средние времена

$\bar{t}_{оч}$ – среднее время пребывания заявки в очереди;

$\bar{t}_{кан}$ - среднее время пребывания заявки в канале обслуживания;

$\bar{t}_{сист}$ - среднее время пребывания заявки в системе.

Следует отметить, что среднее время пребывания заявки в канале обслуживания больше времени обслуживания

$$\bar{t}_{кан} \geq \bar{t}_{обс} \quad (4)$$

А время пребывания в системе складывается из времени пребывания в канале и времени пребывания в очереди

$$\bar{t}_{сист} = \bar{t}_{кан} + \bar{t}_{оч} \quad (5)$$

Процессы массового обслуживания применительно к интерактивной диагностике являются Марковскими процессами «гибели и размножения» с конечным или счетным числом состояний и непрерывным временем [3]

Рассмотрим систему массового обслуживания, состоящую из n каналов, на которую поступает поток заявок с интенсивностью μ . При наличии хотя бы одного свободного канала обслуживание требования начинается немедленно с интенсивностью μ , а если каналы заняты – заявка становится в очередь. Время обслуживания и ожидания подчиняется экспоненциальному закону распределения.

Возможны следующие состояния системы массового обслуживания:

S_0 – все каналы свободны с вероятностью P_0 данного состояния (P_0 - вероятность отсутствия заявок);

S_k - занято k каналов, где $1 \leq k \leq n$ с вероятностью обслуживания $P_{обсл}$ ($P_{обсл}$ - вероятность обслуживания заявки);

S_n - заняты все n каналов с вероятностью $P_{отк}$ ($P_{отк} = 1 - P_{обсл}$ - вероятность отказа в обслуживании вновь поступившей заявки);

S_{n+r} - заняты все n каналов и r требований находится в очереди, причем $0 \leq r \leq m$ с вероятностью P_{or} (P_{or} – вероятность образования очереди).

Обслуженная доля потока заявок при этом характеризуется пропускной способностью СМО

$$\delta = \lambda \Delta * P_{обс} = \bar{k} * \mu \tag{6}$$

Выразим отсюда среднее число занятых каналов

$$\bar{k} = \frac{\lambda * P_{обс}}{\mu} \tag{7}$$

Для описания состояний системы составим систему уравнений Колмогорова для установившегося (стационарного) режима Марковского процесса, используя правила: алгебраическая сумма исходящего потока вероятности из состояния S_i в другие состояния и входящего потока вероятностей в состояние S_i из всех остальных состояний равна 0 [3,4]. Пунктирной линией отделены уравнения содержащие вероятности состояний с очередью.

$$\left\{ \begin{array}{l} -\lambda \Delta P_0 + \mu P_1 = 0 \\ \lambda P_0 - (\mu + \lambda \Delta) P_1 + 2\mu P_2 = 0 \\ \lambda \Delta P_{k-1} - (k\mu + \lambda \Delta) P_k + (k+1)\mu P_{k+1} = 0 \\ \dots\dots\dots \\ \lambda \Delta P_{n-1} - (n\mu + \lambda \Delta) P_n + (n+1)\mu P_{n+1} = 0 \\ \dots\dots\dots \\ \lambda \Delta P_{n+m-1} - n\mu P_{n+m} = 0 \end{array} \right. \tag{8}$$

Упрощая эту систему с помощью обозначений $\rho = \lambda \Delta / \mu$ и $\tau = \lambda \Delta / n\mu = \rho / n$ и преобразуя, были получены выражения для вероятностей состояния [3]:

-вероятность отсутствия заявок при $\tau \rightarrow \chi$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^n}{n!} \frac{\tau(1-\tau^m)}{1-\tau}} \quad (9)$$

Если $\tau = 1$, то выражение 9 преобразуется

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^{n+m}}{n!}} \quad (10)$$

-вероятность обслуживания заявки

$$P_{\text{обсл}} = 1 - P_{\text{отк}} = 1 - P_{n+m} \quad (11)$$

-вероятность отказа обслуживания

$$P_{\text{отк}} = P_{n+m} = \chi^m \frac{\rho^n}{n!} P_0 \quad (12)$$

-вероятность образования очереди заявок

$$P_{\text{ор}} = P_{n+1} = \chi \frac{\rho^n}{n!} P_0 \quad (13)$$

Основные числовые характеристики исследуемой величины будут определяться следующими выражениями [3]:

-средняя длина очереди

$$\bar{r} = \frac{\rho^n}{n!} \sum_{r=1}^n r * \chi^r \quad (14)$$

-среднее время пребывания заявки в очереди

$$\bar{t}_{\text{ор}} = \frac{\bar{r}}{\lambda \mu} \quad (15)$$

-среднее число занятых каналов

$$\bar{k} = \rho * P_{\text{обсл}} \quad (16)$$

-пропускная способность СМО (заявок/час)

$$Q = \lambda \mu * P_{\text{обсл}} \quad (17)$$

С другой стороны, поступление заявок на предприятие зависит от объема работ по техническому обслуживанию и интерактивной диагностике, и от затрат на проведение обслуживания и интерактивной диагностики. При этом убытки из-за нарушения технологии технического обслуживания и интерактивной диагностики условной машины определяются формулой [7,8]

$$\Delta Y = \frac{S_i}{T_{i3}} \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \quad (18)$$

где S_i - средние затраты на восстановление работоспособности i -ой составной части с/х машины, приходящиеся на 1 отказ;

T_{i3} - наработка на отказ i -ой составной части при эталонном варианте хранения;

β_{ij} – коэффициент приспособленности i -ой составной части машины к j -му варианту технологии технического обслуживания и интерактивной диагностики.

Эффективность использования постов технического обслуживания и интерактивной диагностики будет определяться выражением

$$K_{эф} = \frac{3_{уп}}{\Delta Y} \quad (19)$$

где $3_{уп}$ - удельные приведенные затраты на техническое обслуживание условной машины в единицу времени.

Среднее количество заявок на обслуживание, поступивших машин, оборудованных системой интерактивной диагностики

$$N = \frac{W_y n T_n}{\sum \bar{S} \cdot K_{эф}} \quad (20)$$

где W_y - производительность одного поста технического обслуживания;

T_n - период обслуживания техники;

n – количество постов технического обслуживания (каналов);

$\sum \bar{S}$ - суммарный объем технического обслуживания машин, приходящийся на один пункт технического обслуживания.

Среднюю интенсивность потока заявок, поступающих от машин, оборудованных системой интерактивной диагностики можно оценить

$$\lambda_{\text{ср}} = \frac{N}{T_n} \quad (21)$$

Время обслуживания условной машины можно определить как

$$t_{\text{обсл}} = \frac{\bar{S}}{W_y} \quad (22)$$

где \bar{S} - трудоемкость условной машины;

W_y - общая производительность одного поста технического обслуживания.

Интенсивность обслуживания одним мобильным комплексом

$$\mu = \frac{1}{t_{\text{обсл}}} = \frac{W_y}{\bar{S}} \quad (23)$$

При оптимизации затрат следует минимизировать затраты от отсутствия заявок, а также упущенную выгоду от ухода (потерь) заказов.

$$Z_y = z * Z_p + (n - k)Z_n \rightarrow \min \quad (24)$$

где z - количество заявок, получивших отказ;

Z_p - упущенная прибыль от отказа обслуживания заявок;

Z_n - затраты от простоя оборудования.

Таким образом, задавшись интенсивностью поступления заявок (или планируемым объемом работ), временем обслуживания одной заявки для конкретного вида оборудования, можно вычислить эффективность использования постов интерактивной диагностики

$$E_k = \frac{k}{n} \quad (25)$$

Воспользовавшись данной методикой применительно к конкретному предприятию технического сервиса, с учетом интенсивности поступления заявок, можно установить рациональное количество каналов массового обслуживания (постов интерактивной диагностики).

Следует отметить, что при обслуживании и ремонте мобильной техники по гарантии «отказ в обслуживании», как правило, не приводит к потере клиента, а лишь сдвигает календарные сроки обслуживания, тем самым повышая равномерность заполнения постов по времени, и «сглаживая» пиковую загрузку предприятия на отдельных временных отрезках [18]. Описанная методика позволяет обеспечивать оперативную

оптимизацию количества действующих постов интерактивной диагностики на предприятии, при необходимости переводя действующие посты в «резервный» режим, или наоборот, возвращая из резерва в «рабочий» режим. Кроме того, обеспечивается возможность своевременного принятия решения о необходимости реконструкции или технического перевооружения производственно-технической базы предприятия технического сервиса.

Список литературы

1. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математика для экономистов. – СПб.: Питер, 2004.- 464 с.
2. Белова Т.Н. Экономико-математические методы: Учебное пособие. – Рязань, «Узорочье» 1998.-159 с.
3. Владимиров А.Ф. Теории случайных функций, марковских процессов, массового обслуживания, надежности и восстановления в приложении к технической эксплуатации автомобилей. Учебно-практическое пособие. Рязань: Рязанская ГСХА, 2006.-90с.
4. Венцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладная задача теории вероятностей. –М.: Радио и связь, 1983.-416 с.
5. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004.-573с.
6. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Голиков А.А. и др. / патент на изобретение RUS №2607852 опубл. 12.10.2015.
7. Повышение эффективности очистки и мойки сельскохозяйственных машин / Бышов Н.В. и др. // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО РГАТУ. Рязань, 2016.
8. Развитие системы межсезонного хранения сельскохозяйственных машин в условиях малых и фермерских хозяйств / Бышов Н.В. и др. // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБОУ ВО РГАТУ. Рязань, 2016.
9. Основы проектирования вспомогательных технологических процессов технического обслуживания и ремонта автотранспорта, сельскохозяйственных, дорожных и специальных машин: учебное пособие для дипломного и курсового проектирования / И.А. Успенский [и др.]. – Рязань: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2014. – 204 с.
10. Метод оперативной диагностики масляных гидросистем / Акимов В.В., Большаков А.О., Костенко М.Ю., Рембалович Г.К. // В сборнике: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона. – Рязань, 2016. С. 6-9.
11. Повышение эффективности перевозок плодово-овощной продукции в АПК / Бышов Н.В. и др. // Сельский механизатор. 2016. № 5. С. 38-40.
12. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления / Бышов Н.В. и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 123. С. 169-192.

13. Вероятностный аспект в практике технической эксплуатации автомобилей [Текст]: учебное пособие / Н.В. Бышов [и др.]; под ред. проф. Успенского И.А. – Рязань: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2015. –162 с.

14. Проектирование технологических процессов ТО, ремонта и диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания: учебное пособие для курсового проектирования / Н.В. Бышов [и др.]. – Рязань: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2012. – 161 с.

15. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля): коллективная монография / С.Н. Борячев [и др.]. – Рязань: Изд-во ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. – 402 с.

16. Перспективы технической эксплуатации мобильных средств сельскохозяйственного производства: монография / Н.В. Бышов и [др.]. – Рязань: Изд-во ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. – 192 с.

17. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей / Бышов Н.В. и др. // Сельский механизатор. 2015. № 7. С. 38-39.

References

1. Krass M.S., Chuprynov B.P. Matematika dlja jekonomistov. – SPb.: Piter, 2004.-464 s.

2. Belova T.N. Jekonomiko-matematicheskie metody: Uchebnoe posobie. – Rjazan', «Uzoroch'e» 1998.-159 s.

3. Vladimirov A.F. Teorii sluchajnyh funkcij, markovskih processov, massovogo obsluzhivanija, nadezhnosti i vosstanovlenija v prilozhenii k tehniceskoi jekspluatcii avtomobilej. Uchebno-prakticheskoe posobie. Rjazan': Rjazanskaja GSHA, 2006.-90s.

4. Vencel' E.S., Ovcharov L.A. Prikladnaja zadacha teorii verojatnostej. –M.: Radio i svjaz', 1983.-416 s.

5. Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika: Uchebnik dlja vuzov – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: JuNITI-DANA, 2004.-573s.

6. Sposob diagnostirovanija tehniceskogo sostojanija fil'trujushhego jelementa gidrosistemy / Golikov A.A. i dr. / patent na izobrenenie RUS №2607852 opubl. 12.10.2015.

7. Povyshenie jeffektivnosti ochistki i mojki sel'skohozjajstvennyh mashin / Byshov N.V. i dr. // Ministerstvo sel'skogo hozjajstva Rossijskoj Federacii, FGBOU VO RGATU. Rjazan', 2016.

8. Razvitie sistemy mezhsezonnogo hranenija sel'skohozjajstvennyh mashin v uslovijah malyh i fermerskih hozjajstv / Byshov N.V. i dr. // Ministerstvo sel'skogo hozjajstva Rossijskoj Federacii, FGBOU VO RGATU. Rjazan', 2016.

9. Osnovy proektirovanija vspomogatel'nyh tehnologicheskijh processov tehniceskogo obsluzhivanija i remonta avtotransporta, sel'skohozjajstvennyh, dorozhnyh i special'nyh mashin: uchebnoe posobie dlja diplomnogo i kursovogo proektirovanija / I.A. Uspenskij [i dr.]. – Rjazan': Izd-vo FGBOU VPO RGATU, 2014. – 204 s.

10. Metod operativnoj diagnostiki masljanyh gidrosistem / Akimov V.V., Bol'shakov A.O., Kostenko M.Ju., Rembalovich G.K. // V sbornike: Innovacionnye podhody k razvitiyu agropromyshlennogo kompleksa regiona. – Rjazan', 2016. S. 6-9.

11. Povyshenie jeffektivnosti perevozok ploodovoshhnoj produkcii v APK / Byshov N.V. i dr. // Sel'skij mehanizator. 2016. № 5. S. 38-40.

12. Analiz metodov diagnostirovanija toplivnoj apparatury avtotraktornyh dizelej i razrabotka matematicheskoi modeli toplivnogo nasosa vysokogo davlenija / Byshov N.V. i dr. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 123. S. 169-192.

13. Verojatnostnyj aspekt v praktike tehničkoj jekspluatacii avtomobilej [Tekst]: učeбноe posobie / N.V. Byshov [i dr.]; pod red. prof. Uspenskogo I.A. – Rjazan': Izd-vo FGBOU VPO RGATU, 2015. –162 s.

14. Proektirovanie tehnologičeskix processov TO, remonta i diagnostirovanija avtomobilej na avtotransportnyx predprijatijax i stancijax tehničkoj obslužhivanija: učeбноe posobie dlja kursovogo proektirovanija / N.V. Byshov [i dr.]. – Rjazan': Izd-vo FGBOU VPO RGATU, 2012. – 161 s.

15. Povyšenie jeffektivnosti jekspluatacii mobil'noj sel'skoxozjajstvennoj tehniki pri vypolnenii jenergoemkix processov (na primere kartofelja): kollektivnaja monografija / S.N Borychev [i dr.]. – Rjazan': Izd-vo FGBOU VO RGATU, 2015. – 402 s.

16. Perspektivy tehničkoj jekspluatacii mobil'nyx sredstv sel'skoxozjajstvennogo proizvodstva: monografija / N.V. Byshov i [dr.]. – Rjazan': Izd-vo FGBOU VO RGATU, 2015. – 192 s.

17. Povyšenie jeffektivnosti tehničkoj jekspluatacii avtomobilej / Byshov N.V. i dr. // Sel'skij mehanizator. 2015. № 7. S. 38-39.