

УДК 629.113.004.53

05.00.00 Технические науки

МЕТОДИКА ВЫБОРА ДИАГНОСТИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Кокорев Геннадий Дмитриевич

д.т.н., доцент

РИНЦ SPIN-код=9173-7360

*Рязанский государственный**агротехнологический университет имени П.А.**Костычева, Рязань, Россия*

В статье проведен анализ существующего подхода к технической эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве. Отмечено, что в условиях действующего подхода невозможно прогнозировать периодичность технического обслуживания автомобилей и как следствие совершенствование их технической эксплуатации. Указано, что на современном этапе существенное повышение эффективности технической эксплуатации не может быть достигнуто проведением разрозненных мероприятий, а требует рассмотрения ее как системы и применения к ней современных методов исследования и совершенствования сложных систем. Сделан вывод о том, что повышение эффективности технической эксплуатации невозможно без выработки рациональной стратегии технического обслуживания и ремонта. Показано, что на качественное проведение технического обслуживания и ремонта существенное влияние оказывает программа технического обслуживания и ремонта, которая является неотъемлемой составной частью системы технической эксплуатации автомобилей. Как вывод - необходимость наличия развитой системы диагностирования для перехода к техническому обслуживанию и ремонту по состоянию с контролем параметров. Показано, что для получения достаточной диагностической информации необходима селекция диагностических параметров, которые должны сообщать максимум информации о техническом состоянии объекта и адекватно отражать реальное состояние с учетом вероятностных характеристик его отказов при эксплуатации. Определено, что для решения этой задачи необходимо построение информационной модели объекта, расчет вероятностных характеристик нахождение объекта контроля в исправном и, неисправных состояниях по причине отказа его составных частей, расчет количество информации, приносимое каждым параметром и на основании этого, определение совокупности параметров, подлежащих техническому диагностированию. Предложено производить расчет информационной значимости параметров с использованием информационной энтропии, как

UDC 629.113.004.53

Technical sciences

METHODS OF CHOOSING DIAGNOSED VEHICLE PARAMETERS IN AGRICULTURE

Kokorev Gennady Dmitrievich

Dr.Sci.Tech., assistant professor

RSCI SPIN-code=9173-7360

*Ryazan State Agrotechnological University named**after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

The article presents an analysis of the existing approach to automobiles technical maintenance in agriculture. We have pointed out that in modern conditions it is impossible to forecast the automobiles maintenance operation frequency and as a result its improvement as well. It is obvious that one cannot achieve the considerable increase of maintenance operation efficiency by separate means and there exist the necessity to treat it as a system and use the up-to-date methods to investigate and improve complicated systems. We have made a conclusion that the increase of maintenance operation efficiency is not possible without some rational strategy of maintenance operation and repair. We have shown that the program of maintenance operation and repair being an integral part of automobiles technical maintenance has considerable effect on maintenance and repair quality. As a result, there is some necessity of the developed system of parameters diagnosing and control in technical maintenance and repair. We have shown that to get sufficient diagnose information one needs selection of the controlled parameters which give maximum information about the object technical status taking into account possible characteristics of its operational faults. We have discovered that in order to solve the task it is necessary to have the object's information pattern, calculation of possible characteristics of the controlled object being in good or bad order due to some parts fault, evaluation of information brought by every parameter and determining parameters to be diagnosed. We have proposed to evaluate the parameters' information value with the help of information entropy as uncertainty measure that is one of the main concepts of the information theory. Because of solving the task, we have got the aggregate of the controlled automobile parameters orderable according to the amount of information

меры неопределенности, которая является одним из основных понятий теории информации. В результате решения поставленной задачи получается упорядоченная по количеству приносимой информации совокупность контролируемых параметров автомобильной техники

Ключевые слова: АВТОМОБИЛИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, ДИАГНОСТИРОВАНИЕ, ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ПЕРИОДИЧНОСТЬ КОНТРОЛЯ, ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА, СТРАТЕГИЯ, ПРОГРАММА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА, СЕЛЕКЦИЯ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ, ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ, ЭНТРОПИЯ

Keywords: AUTOMOBILES IN AGRICULTURE, MAINTENANCE OPERATION, DIAGNOSTICS, TECHNICAL MAINTENANCE, INSPECTION FREQUENCY, TEST PARAMETERS, FORECASTING RESIDUAL LIFE, STRATEGY, PROGRAM OF MAINTENANCE OPERATION AND REPAIR, CONTROLLED PARAMETERS SELECTION, INFORMATION PATTERN, ENTROPY

До настоящего времени техническая эксплуатация автомобилей в сельском хозяйстве (АСХ) осуществляется на основе принципа проведения ремонтно-обслуживающих работ в зависимости от пробега техники [1, 18].

Однако реализовать указанный подход применительно к АСХ не представляется возможным ввиду необходимости определения технического состояния большого количества их элементов. Поэтому проведение ТО и Р возможно лишь для элементов АСХ по результатам заранее проведенного диагностирования. Определение периодичности технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р) АСХ осуществляется по их пробегу [2, 3]. Такой подход не позволяет прогнозировать периодичность в условиях сельскохозяйственного производства. Как следствие, практически невозможно совершенствование технической эксплуатации за счет управления сроками и объемами ремонтно-обслуживающих воздействий.

Результаты проведенных исследований и опыт эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве (АСХ) показывают, что на современном этапе существенное повышение эффективности технической эксплуатации не может быть достигнуто проведением разрозненных мероприятий, а требует рассмотрения технической эксплуатации АСХ как системы и применения к ней современных методов исследования и совершенствования сложных систем [4, 5, 6, 7].

Кроме того, повышение эффективности технической эксплуатации невозможно без выработки рациональной стратегии ТО и Р.

Применительно к понятию ТО и Р автомобилей в сельском хозяйстве термин стратегия в самом общем виде может быть определен следующим образом. Стратегия - совокупность принятых принципов, правил и управляющих воздействий, определяющих комплексное развитие эксплуатационно-технических характеристик конструкции автомобилей, технологии, методов организации и производственно-технической базы ее ТО и Р [9, 17,19].

Программа технического обслуживания и ремонта является неотъемлемой составной частью системы технической эксплуатации АСХ [15, 16]. Она представляет собой документ, устанавливающий выбранные стратегии, количественные и качественные характеристики режимов ТО и Р, допустимые при эксплуатации уровни повреждений, средства диагностирования и контроля, а также порядок их корректировки в процессе эксплуатации.

Структура программы эксплуатации автомобильной техники определяется в соответствии с иерархической структурой транспортной системы в сельском хозяйстве. Цели программы каждого из уровней определяются по принципу иерархии, отражающему внутренние взаимосвязи и соподчинения в виде ярусов целей. Высшему ярусу подчинены цели первого яруса, а первого яруса - цели второго и т. д.

Изменение генеральной цели, например увеличение потребностей сельского хозяйства и населения страны в перевозках сельскохозяйственной продукции, требует повышения мощностей и эффективности транспортной системы сельского хозяйства в целом и влечет за собой необходимость изменения ее подсистем [21]. В связи с этим возникает потребность в разработке программ их развития, в том числе программы техниче-

ской эксплуатации, которая включает программу технического обслуживания и ремонта АСХ в сельском хозяйстве.

Учитывая актуальность требования по поддержанию АСХ в готовности к использованию по назначению, своевременного и качественного проведения их ТО и Р, необходимости повышения уровня контроля за состоянием АСХ на всех этапах эксплуатации, оптимальной является стратегия ТО и Р по состоянию, при которой перечень, и периодичность выполнения операций определяются фактическим техническим состоянием автомобиля в момент начала ТО (Р) для чего необходима развитая система диагностирования [1, 2, 10, 18, 19, 20].

Объекты диагностирования АСХ характеризуются неопределенностью технического состояния в эксплуатации и, его изменение может контролироваться параметрами. Контроль каждого параметра снимает часть неопределенности в знании об объекте. В свою очередь, диагностируемые параметры должны сообщать максимум информации о техническом состоянии объекта и адекватно отражать реальное состояние с учетом вероятностных характеристик его отказов при эксплуатации.

Задача селекции контролируемых параметров ставится следующим образом: для выявленного (на основе оценки по системе критериев) перечня объектов контроля, характеризующегося конечным множеством контролируемых параметров, обосновать совокупность параметров, обладающую наибольшей информативностью [1, 2, 11, 13, 14].

Для решения этой задачи строится информационная модель объекта [1, 2, 18] и рассчитываются вероятностные характеристики нахождение объекта контроля в исправном и, неисправных состояниях по причине отказа его составных частей. Затем рассчитывается количество информации, приносимое каждым параметром на основании чего, определяется совокупность параметров, подлежащих техническому диагностированию.

Информационная модель объекта включает структурно-следственную модель и матрицу состояний V .

Структурно-следственная модель [1, 2, 18, 19] строится на основе изучения эксплуатационной надежности ОД и анализа причинно-следственных связей по следующей схеме:

- первый уровень соответствует исследуемому объекту диагностирования (вершина) и его составным частям, имеющим отказы в эксплуатации;
- второй уровень характеризует совокупность отказов, возникающих в ходе эксплуатации;
- третий уровень - множество внешних проявлений или симптомов отказов;
- нижний уровень образует набор контролируемых параметров технического состояния объекта.

Структурно-следственная модель позволяет выделить взаимосвязи между техническим состоянием объекта диагностирования (ОД) и его элементов и контролируемыми параметрами. На основе структурно-следственной модели строится матрица состояний V (диагностическая матрица), строки которой соответствуют множеству контролируемых параметров y_φ , где $\varphi = 1, 2, 3, \dots, M$, а столбцы различным состояниям, обусловленным отказами составных частей объекта, включая и работоспособное состояние [1, 2, 12, 13, 19].

Матрица заполняется следующим образом: в пересечение строки и столбца заносится «1», если параметр не реагирует на появление данного отказа, то есть значение находится в пределах поля допуска. В противном случае на пересечении ставится «0».

Известно, что общее число возможных состояний ОД при его разделении на N функциональных элементов и двухальтернативном исходе ди-

агностирования для каждого из них составляет $2^N - 1$. Кроме того, при решении задач диагностирования прежде всего необходимо учитывать, какие неисправности и отказы практически возможны в эксплуатации. Опыт использования МТ свидетельствует о том, что отказы элементов несовместные события. Поэтому в инженерной практике предполагают, что в ОД одновременно возможен отказ лишь одного элемента. Приняв это допущение, число возможных состояний ОД снижается до числа сочетаний из N элементов по одному $C_N^1 = N$.

Ранее проведенные исследования [1, 2, 18, 19] базируются на применении теоремы об асимптотической эквивалентности неравновероятных событий равновероятным, на основании которой исследователи принимают все возможные состояния объекта равновероятными. Однако обеспечить равнопрочность всех элементов АСХ в эксплуатации невозможно. Поэтому использование данного допущения может привести к нереальным результатам, когда будут выбраны параметры, различающие состояния, вероятность нахождения в которых объекта ничтожна.

Для исключения этого недостатка в данной работе рассматривается множество отказов объекта диагностирования, которое характеризует его как вероятностную систему с конечным множеством состояний, равным числу отказавших его составных частей (элементов), появление каждого из которых характеризуется вероятностью. Для определения вероятностей необходимо воспользоваться статистическими данными об отказах объектов на рассматриваемом пробеге и известными оценками априорных вероятностей из теории надежности [1, 2, 18, 19]. При этом надо иметь в виду, что объект диагностирования может находиться в одном из N совместных состояний, которые образуют полную группу событий:

$$\sum_{j=0}^N P(S_j) = 1, \quad (1)$$

где $P(S_j)$ - вероятность S_j - го состояния;

N - число возможных состояний.

Прежде чем перейти к расчету информационной значимости параметров необходимо определить основные свойства энтропии, как меры неопределенности, которая является одним из основных понятий теории информации.

1. Энтропия является вещественной и неотрицательной величиной, так как для любого $i(1 \leq i \leq N)$ P_i изменяется в интервале от 0 до 1, $\log_2 P_i$ отрицателен и, следовательно, $P_i \log_2 P_i$ положительна.

Энтропия непрерывно зависит от вероятностей отдельных состояний, что непосредственно вытекает из непрерывности функции $\log_2 P_i$.

2. Энтропия обращается в нуль, если вероятность одного из состояний равна единице; тогда вероятности всех остальных состояний, естественно, равны нулю.

3. Энтропия максимальна, когда все состояния объекта равновероятны.

$$H_{\max} = -\sum_{i=1}^N \frac{1}{N} \log_2 \frac{1}{N} = \log_2 N. \quad (2)$$

4. Энтропия объединения нескольких статистических независимых источников информации равна сумме энтропии исходных источников:

$$H_{\xi_1 \xi_2} = H_{\xi_1} + H_{\xi_2}. \quad (3)$$

5. Энтропия обладает свойствами иерархической аддитивности:

$$H_{\xi_1, \dots, \xi_N} = H_{\xi_1} + H_{\xi_2 / \xi_1} + H_{\xi_3 / \xi_1 \xi_2} + \dots + H_{\xi_N / \xi_1, \dots, \xi_{N-1}}. \quad (4)$$

4)

6. Условная энтропия не может превосходить безусловную:

$$H_{\xi / \eta} \leq H_{\xi}. \quad (5)$$

7. При добавлении условий условная энтропия не увеличивается:

$$H_{\xi/\eta z} \leq H_{\xi/z}. \quad (6)$$

Единица измерения информативности в общем случае зависит от основания логарифма в формуле для вычисления количества информации. Она не имеет принципиального значения, так как определяет только масштаб или единицу неопределенности.

В случае, когда логарифмирование ведется при основании, равном 2, измерение информативности будет производиться в битах.

Учитывая, что последняя форма количественной оценки информации наиболее распространена и вся современная информационная техника базируется на элементах, имеющих два устойчивых состояния, то в настоящем исследовании в качестве основной единицы измерения информации принят 1 бит.

Априорная энтропия (количественная характеристика неопределенности ТС объекта рассчитывается по формуле [1]:

$$H_0 = - \sum_{j=0}^N P(S_j) \log_2 P(S_j), \quad (7)$$

где H_0 - характеризует неопределенность ТС объекта перед началом диагностирования.

Неопределенность ТС объекта, остающаяся после диагностирования φ -го параметра, определяется по формуле:

$$H_{\varphi}(y_{\varphi}) = P(y_{\varphi})H(y_{\varphi}) + P(\bar{y}_{\varphi})H(\bar{y}_{\varphi}), \quad (8)$$

где $H_{\varphi}(y_{\varphi})$ - апостериорная энтропия объекта после диагностирования y_{φ} -го параметра;

$P(y_{\varphi})$, $P(\bar{y}_{\varphi})$ - соответственно вероятности нахождения y_{φ} -го параметра в пределах поля допуска, либо вне его;

$H(y_{\varphi})$, $H(\bar{y}_{\varphi})$ - соответствующие этим значениям энтропии.

Используя матрицу состояний V находим:

$$P(y_\varphi) = \sum_{j \in \Omega_\varphi} P(S_j); \quad P(\bar{y}_\varphi) = \sum_{j \in \bar{\Omega}_\varphi} P(S_j),$$

(9)

где $\Omega_\varphi = \{j; V_{\varphi j} = 1\}$ - множество целочисленных индексов матрицы состояний, образованное номерами тех j -х столбцов, у которых на пересечении с φ -ой строкой (диагностируемым параметром) располагаются символы 1;

$\bar{\Omega}_\varphi = \{j; V_{\varphi j} = 0\}$ - множество индексов, образованное номерами j -х столбцов, имеющих символы 0 на пересечении с φ -ой строкой матрицы V .

Энтропия $H(y_\varphi)$ объекта после выполнения диагностирования параметра подсчитывается как:

$$H(y_\varphi) = - \sum_{j \in \Omega_\varphi} P(S_j / y_\varphi) \log_2 P(S_j / y_\varphi),$$

$$H(\bar{y}_\varphi) = - \sum_{j \in \bar{\Omega}_\varphi} P(S_j / \bar{y}_\varphi) \log_2 P(S_j / \bar{y}_\varphi),$$

(10)

где $P(S_j / y_\varphi)$, $P(S_j / \bar{y}_\varphi)$ - вероятности того, что объект диагностирования находится в S_j - ом состоянии при условии, что по результатам контроля параметр y_φ находится, соответственно, в пределах поля допуска, либо вне его.

Условные вероятности определяются по формулам Байеса [1, 2]:

$$P(S_j / y_\varphi) = \frac{P(S_j)}{\sum_{j \in \Omega_\varphi} P(S_j)}, P(S_j / \bar{y}_\varphi) = \frac{P(S_j)}{\sum_{j \in \bar{\Omega}_\varphi} P(S_j)}$$

(11)

Учитывая, что функция состояния зависит от пробега, можно записать:

$$H_\varphi(y_\varphi) = \sum_{j \in \Omega_\varphi} P(S_j) \left[- \sum_{j \in \Omega_\varphi} \frac{P(S_j)}{\sum_{j \in \Omega_\varphi} P(S_j)} \log_2 \frac{P(S_j)}{\sum_{j \in \Omega_\varphi} P(S_j)} \right] +$$

$$+ \sum_{j \in \bar{\Omega}_\varphi} P(S_j) \left[- \sum_{j \in \bar{\Omega}_\varphi} \frac{P(S_j)}{\sum_{j \in \bar{\Omega}_\varphi} P(S_j)} \log_2 \frac{P(S_j)}{\sum_{j \in \bar{\Omega}_\varphi} P(S_j)} \right]$$

(12)

Количество информации, полученное в результате диагностирования параметра y_φ , определяется по формуле:

$$I(y_\varphi) = H_0 - H_\varphi(y_\varphi).$$

(13)

По результатам аналогичных расчетов для всех параметров ($\varphi = 1, 2, \dots, M$) определяется параметр y_e , для которого в момент контроля имеет место:

$$I(y_e) = \max_{1 \leq \varphi \leq M} I(y_\varphi). \tag{14}$$

Ранжирование параметров по информационной значимости производится согласно описанной схеме. В том случае, если окажется, что некоторые параметры приносят одинаковое количество информации, то в даль-

нейших расчетах следует выбирать лишь один из них (что соответствует логической операции «или»), контроль которого проще осуществить.

На каждом шаге процесса определяется условная энтропия, характеризующая состояние объекта в результате контроля одного из диагностических параметров. В результате получается упорядоченная по количеству приносимой информации совокупность контролируемых параметров.

Указанное обстоятельство позволит снизить временные и материальные затраты на диагностирование.

Список литературы

1. Кокорев Г.Д. Повышение эффективности системы технической эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве на основе инженерно-кибернетического подхода: дис. ... докт. техн. наук: 05.20.03/Г.Д. Кокорев. -Рязань, 2014. -483 с.

2. Кокорев, Г.Д. Методология совершенствования системы технической эксплуатации мобильной техники в сельском хозяйстве/Г.Д. Кокорев. -Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. -247 с.

3. Кокорев, Г.Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта/Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов//Сборник статей II международной научно-производственной конференции «Перспективные направления развития автотранспортного комплекса». -Пенза, 2009. С. 135-138.

4. Кокорев Г.Д. Основные принципы управления эффективностью процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/Г.Д. Кокорев//Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. -Рязань: РГСХА, 2004. С. 128-131.

5. Кокорев Г.Д. Подход к формированию основ теории создания сложных технических систем на современном этапе/Г.Д. Кокорев//Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 -Рязань: РГСХА, 2000. С. 54-60.

6. Кокорев Г.Д. Моделирование при проектировании новых образцов автомобильной техники/Г.Д. Кокорев//Сборник научных трудов РГСХА. -Рязань: РГСХА, 2001. С. 423-425.

7. Кокорев Г.Д. Состояние теории создания объектов современной техники/Г.Д. Кокорев//Сборник научных трудов РГСХА. -Рязань: РГСХА, 2001. С. 425-427.

8. Кокорев Г.Д. Обоснование выбора показателей эффективности поведения сложных организационно-технических систем. (Статья)//Сборник научных трудов РГСХА, (вып. 4) ч.2 -Рязань: РГСХА, 2000. С. 60-70.

9. Кокорев, Г.Д. Стратегии технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта/Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов//Вестник МГАУ. -2009 -№3. -С. 72-75.

10. Кокорев, Г.Д. Метод прогнозирования технического состояния мобильной техники /Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, И. А. Успенский, Е. А. Карцев//Тракторы и сельхозмашины. -2010. -№12. -С. 32 -34.

11. Кокорев, Г.Д. Математическая модель изменения технического состояния мобильного транспорта в процессе эксплуатации/Г.Д. Кокорев//Вестник РГАТУ -2012.- №4(16). -С. 90-93.

12. Бышов, Н. В. Разработка таблицы состояний и алгоритма диагностирования тормозной системы /Н. В. Бышов //Вестник КрасГАУ. -2013. -№12. -С. 179 -184.

13. Кокорев, Г.Д. Способ отбора рациональной совокупности объектов подлежащих диагностированию/Г.Д. Кокорев//Вестник РГАТУ -2013.-№1(17). -С. 61-64.

14. Успенский И.А. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники /И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, С.Н. Гусаров//Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств. Материалы XV Международной научно-практической конференции 20-22 ноября 2013 г., Владимир, под общ. ред. А.Г. Кириллова -Владимир: ВлГУ, 2013. -С. 110-114 (222 с.)

15. Кокорев Г.Д. Основы построения программ технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/Г.Д. Кокорев//Сборник материалов научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедр «Эксплуатация машинно-тракторного парка» и «Технология металлов и ремонт машин» инженерного факультета РГСХА. -Рязань: РГСХА, 2004. С. 133-136.

16. Кокорев Г.Д. Программы технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/Г.Д. Кокорев//Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов к 55-летию РГСХА. -Рязань: РГСХА, 2004. С. 136-139.

17. Кокорев Г.Д. Повышение эффективности процесса технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/Г.Д. Кокорев//Материалы международной юбилейной научно-практической конференции посвященной 60-летию РГАТУ.- Рязань: РГАТУ, 2009.С. 166-177.

18. Кокорев Г.Д. Повышение эффективности системы технической эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве на основе инженерно-кибернетического подхода/ Г.Д. Кокорев//Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук/Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. Рязань, 2014. - 36 с.

19. Кокорев Г.Д. Рекомендации по повышению эффективности системы технической эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве на основе инженерно-кибернетического подхода /Г.Д. Кокорев. -Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. -38 с.

20. Кокорев Г.Д. Место и роль диагностирования при применении системы технического обслуживания автомобильной техники с контролем технического состояния/Г.Д. Кокорев//Материалы XVII международной научно-практической конференции. Под общей редакцией кандидата технических наук, доцента Ш.А. Амирсейидова. – Владимир: ФГБОУ ВО ВлГУ, 2015.-С. 51-55.

21. Булатов Е.П. Особенности перевозки сельскохозяйственной продукции в кузове автотранспортных средств/ Е.П. Булатов, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский и др.//Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. Часть 2. Материалы VI международной научно-практической конференции г. Пенза. 18-20 мая 2010 г. - С. 22-27.

References

1. Kokorev G.D. Povyshenie jeffektivnosti sistemy tehniceskoy jekspluacii avtomobilej v sel'skom hozjajstve na osnove inzhenerno-kiberneticheskogo podhoda: dis. ... dokt. tehn. nauk: 05.20.03/G.D. Kokorev. -Rjazan', 2014. -483 s.
2. Kokorev, G.D. Metodologija sovershenstvovanija sistemy tehniceskoy jekspluacii mobil'noj tehniki v sel'skom hozjajstve/G.D. Kokorev. -Rjazan': FGBOU VPO RGATU, 2013. -247 s.
3. Kokorev, G.D. Tendencii razvitija sistemy tehniceskoy jekspluacii avtomobil'nogo transporta/G.D. Kokorev, I.A. Uspenskij, I.N. Nikolotov//Sbornik sta-tej II mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoj konferencii «Perspektivnye na-pravlenija razvitija avtotransportnogo kompleksa». -Penza, 2009. S. 135-138.
4. Kokorev G.D. Osnovnye principy upravlenija jeffektivnost'ju processa tehniceskoy jekspluacii avtomobil'nogo transporta v sel'skom hozjajstve/G.D. Kokorev//Sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 50-letiju kafedr «Jekspluacija mashinno-traktornogo parka» i «Tehnologija metallov i remont mashin» inzhenernogo fakul'teta RGSZA. -Rjazan': RGSZA, 2004. S. 128-131.
5. Kokorev G.D. Podhod k formirovaniju osnov teorii sozdaniya slozhnyh tehniceskikh sistem na sovremennom jetape/G.D. Kokorev//Sbornik nauchnyh trudov RGSZA, (vyp. 4) ch.2 -Rjazan': RGSZA, 2000. S. 54-60.
6. Kokorev G.D. Modelirovanie pri proektirovanii novyh obrazcov avtomobil'noj tehniki/G.D. Kokorev//Sbornik nauchnyh trudov RGSZA. -Rjazan': RGSZA, 2001. S. 423-425.
7. Kokorev G.D. Sostojanie teorii sozdaniya ob#ektov sovremennoj tehniki/G.D. Kokorev//Sbornik nauchnyh trudov RGSZA. -Rjazan': RGSZA, 2001. S. 425-427.
8. Kokorev G.D. Obosnovanie vybora pokazatelej jeffektivnosti povedenija slozhnyh organizacionno-tehniceskikh sistem. (Stat'ja)//Sbornik nauchnyh trudov RGSZA, (vyp. 4) ch.2 -Rjazan': RGSZA, 2000. S. 60-70.
9. Kokorev, G.D. Strategii tehniceskogo obsluzhivaniya i remonta avtomobil'nogo transporta/G.D. Kokorev, I.A. Uspenskij, I.N. Nikolotov//Vestnik MGAU. -2009 -№3. -S. 72-75.
10. Kokorev, G.D. Metod prognozirovanija tehniceskogo sostojanija mobil'noj tehniki /G. D. Kokorev, I. N. Nikolotov, I. A. Uspenskij, E. A. Karcev//Traktory i sel'hozmashiny. -2010. -№12. -S. 32 -34.
11. Kokorev, G.D. Matematicheskaja model' izmenenija tehniceskogo sostojanija mobil'nogo transporta v processe jekspluacii/G.D. Kokorev//Vestnik RGATU -2012.-№4(16). -S. 90-93.
12. Byshov, N. V. Razrabotka tablicy sostojanij i algoritma diagnostirovanija tormoznoj sistemy /N. V. Byshov //Vestnik KrasGAU. -2013. -№12. -S. 179 -184.

13. Kokorev, G.D. Sposob otbora racional'noj sovokupnosti ob#ektov podle-zhashhih diagnostirovaniju/G.D. Kokorev//Vestnik RGATU -2013.-№1(17). -S. 61-64.

14. Uspenskij I.A. Razrabotka teoreticheskikh polozhenij po raspoznaniju klassa tehničeskogo sostojanija tehniki /I.A. Uspenskij, G.D. Kokorev, I.N. Nikolotov, S.N. Gusarov//Aktual'nye problemy jekspluatacii avtotransportnyh sredstv. Mate-rialy XV Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii 20-22 nojabrja 2013 g., Vladimir, pod obshh. red. A.G. Kirillova -Vladimir: VIGU, 2013. -S. 110-114 (222 s.)

15. Kokorev G.D. Osnovy postroenija programm tehničeskogo obsluzhivaniya i remonta avtomobil'nogo transporta v sel'skom hozjajstve/G.D. Kokorev//Sbornik materialov nauchno-praktičeskoj konferencii, posvjashhennoj 50-letiju kafedr «Jeksplua-tacija mashinno-traktornogo parka» i «Tehnologija metallov i remont mashin» inzhe-nernogo fakul'teta RGSHA. -Rjazan': RGSHA, 2004. S. 133-136.

16. Kokorev G.D. Programmy tehničeskogo obsluzhivaniya i remonta avtomobil'nogo transporta v sel'skom hozjajstve/G.D. Kokorev//Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii molodyh uchenyh i specialistov k 55-letiju RGSHA. -Rjazan': RGSHA, 2004. S. 136-139.

17. Kokorev G.D. Povyshenie jeffektivnosti processa tehničeskoj jekspluata-cii avtomobil'nogo transporta v sel'skom hozjajstve/G.D. Kokorev//Materialy mezhdunarodnoj jubilejnoj nauchno-praktičeskoj konferencii posvjashhennoj 60-letiju RGATU.- Rjazan': RGATU, 2009.S. 166-177.

18. Kokorev G.D. Povyshenie jeffektivnosti sistemy tehničeskoj jekspluatacii avtomobilej v sel'skom hozjajstve na osnove inzhenerno-kibernetičeskogo podhoda/ G.D. Kokorev//Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehničeskikh nauk/Mordovskij gosudarstvennyj universitet im. N.P. Ogareva. Rjazan', 2014. -36 s.

19. Kokorev G.D. Rekomendacii po povysheniju jeffektivnosti sistemy tehničeskoj jekspluatacii avtomobilej v sel'skom hozjajstve na osnove inzhenerno-kibernetičeskogo podhoda /G.D. Kokorev. -Rjazan': FGBOU VPO RGATU, 2013. -38 s.

20. Kokorev G.D.Mesto i rol' diagnostirovanija pri primenenii sistemy tehničeskogo obsluzhivaniya avtomobil'noj tehniki s kontrol'em tehničeskogo sostojanii/G.D. Kokorev//Materialy XVII mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii. Pod obshhej redakciej kandidata tehničeskikh nauk, docenta Sh.A. Amirsejidova. – Vladimir: FGBOU VO VIGU, 2015.-S. 51-55.

21. Bulatov E.P. Osobennosti perevozki sel'skohozjajstvennoj produkcii v kuzove avtotransportnyh sredstv/ E.P. Bulatov, G.K. Rembalovich, I.A. Uspenskij i dr.//Problemy kachestva i jekspluatacii avtotransportnyh sredstv. Chast' 2. Materia-lyy VI mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii g. Penza. 18-20 maja 2010 g. -S. 22-27.