

УДК 629.113

UDC 629.113

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**К ВЫБОРУ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ И
СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА В
СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**REVISITED THE CHOICE OF EFFICIENCY
INDEXES WHEN INVESTIGATING AND
IMPROVING THE SYSTEM OF ROAD
TRANSPORT OPERATION 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

Кокорев Геннадий Дмитриевич
д.т.н., доцент
РИНЦ SPIN-код=9173-7360

Kokorev Gennady Dmitrievich
Dr.Sci.Tech., associate professor
RSCI SPIN-code=9173-7360

Успенский Иван Алексеевич
д.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код=1831-7116

Uspensky Ivan Alekseevich
Dr.Sci.Tech., professor
RSCI SPIN-code=1831-7116

Юхин Иван Александрович
к.т.н.
РИНЦ SPIN-код=9075-1341

Yukhin Ivan Alexandrovich
Cand.Tech.Sci.
RSCI SPIN-code=9075-1341

Голиков Алексей Анатольевич
к.т.н.
РИНЦ SPIN-код=8540-7098
*Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева, Рязань, Россия*

Golikov Alexey Anatolevich
Cand.Tech.Sci.
RSCI SPIN-code=8540-7098
*Ryazan State Agrotechnological University named
after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia*

В статье, на основании ранее выполненных исследований, указывается на необходимость повышения качества сохранности плодоовощной продукции при ее доставке от производителя к потребителю за счет, в том числе совершенствования системы технической эксплуатации автомобильного транспорта, для повышения эффективности его использования по назначению. Делается вывод о необходимости разработки стратегий технического обслуживания и ремонта, позволяющих перейти к техническому обслуживанию и ремонту по фактическому техническому состоянию, за счет развития системы диагностирования, на основании разработки математической модели изменения технического состояния объекта диагностирования, разработки способа отбора рациональной совокупности объектов, подлежащих диагностированию и определения оптимальной периодичности контроля технического состояния. Утверждается, что вышеизложенное возможно при рассмотрении системы технической эксплуатации автомобильного транспорта как организационно-производственной

Based on the previous investigations we have underlined the need to increase fruit and vegetables preservation quality while transporting them from the producer to the consumer at the expense of improving the road transport operation for its intended purpose. We have made a conclusion about the need to develop strategies for maintenance and repair as for the actual technical state at the expense of developing the diagnosis system based on the development of a math model of changing the technical state of the diagnosis object, developing a method of rational set of objects to be diagnosed and determining the technical state optimal control frequency. We have confirmed that the above mentioned is possible when considering the system of technical operation of road transport as an organization-production system and applying the engineering-cybernetic approach to improve this system. We have considered the basic requirements for the efficiency indexes when investigating and improving the operation system that will allow achieving the aim we have had and can be described mathematically. We have made a conclusion about the urgency of the issue we studied

системы и применения для ее совершенствовании инженерно-кибернетического подхода. Рассмотрены основные требования к показателям эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации, позволяющие достигнуть поставленной цели, которые описываются математически. Сделан вывод об актуальности рассматриваемой проблемы и возможности на основе ее решения осуществить разработку эффективной системы технической эксплуатации автомобильного транспорта на основании заданных критериев

Ключевые слова: СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СИСТЕМА, ИНЖЕНЕРНО-КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД, АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ, ДИАГНОСТИРОВАНИЕ, ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ, ПЕРИОДИЧНОСТЬ КОНТРОЛЯ

and the possibility to develop the efficient operation system of road transport based on the provided criteria

Keywords: OPERATION SYSTEM, ORGANIZATION-PRODUCTION SYSTEM, ENGINEERING-CYBERNETIC APPROACH, ROAD TRANSPORT, DIAGNOSIS, EFFICIENCY INDEXES, MATH MODELS, CONTROL FREQUENCY

В условиях сельскохозяйственного производства при перевозке продукции, она подвергается повреждениям, в связи, с чем для сохранения ее качества необходимо системно решить проблему сохранения качества грузов, наметить стратегию и тактику повышения сохранности груза в специфике каждой стадии технологического процесса доставки от производителя к потребителю [1].

Для обеспечения сохранности плодово-ягодной продукции при перемещении, особенно по дорогам, имеющим уклон в поперечном направлении, необходимо устройство способствующее сохранению прямолинейности движения и способствующее снижению действий колебаний транспортного средства [2].

Вышеизложенное предъявляет определенные требования к повышению эффективности использования автомобильного транспорта в сельском хозяйстве и поддержания в готовности к использованию его по назначению, что в свою очередь выдвигает требования по исследованию и совершенствованию систему технической эксплуатации автомобильного транспорта [3, 4, 5].

Анализируя развитие системы технической эксплуатации автомобильного транспорта [6], можно сделать вывод о необходимости разработки стратегий технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта [7], предполагающих переход к техническому обслуживанию и ремонту по фактическому техническому состоянию. Для реализации изложенного необходима развитая система диагностирования [3, 4, 5]. В процессе диагностирования на основании разработанной математической модели изменения технического состояния техники в ходе эксплуатации [8], при предварительной разработке способа отбора рациональной совокупности объектов, подлежащих диагностированию [9], и определении оптимальной периодичности контроля технического состояния техники [10], возможно значительное сокращение затрат времени на установление диагноза.

Реализация вышеизложенного возможна при рассмотрении системы технической эксплуатации автомобильного транспорта как технической системы и применения для ее исследования и совершенствования инженерно-кибернетического подхода [3, 5].

Этапы исследования проблемы повышения эффективности системы технической эксплуатации представлены на рисунке 1 [3, 5].

Система показателей характеризующих качество реализации целевого процесса в метасистеме, должна отражать возможности системы осуществлять свое поведение на основе представления о действиях и противодействиях руководителей других систем [5].

В этом случае частные показатели эффективности могут измеряться в любой шкале измерений, задача обоснования которой будет рассмотрена ниже.

Основным требованием при выборе показателя эффективности является соответствие показателя цели операции, которая отображается требуемым результатом Y^{TP} .

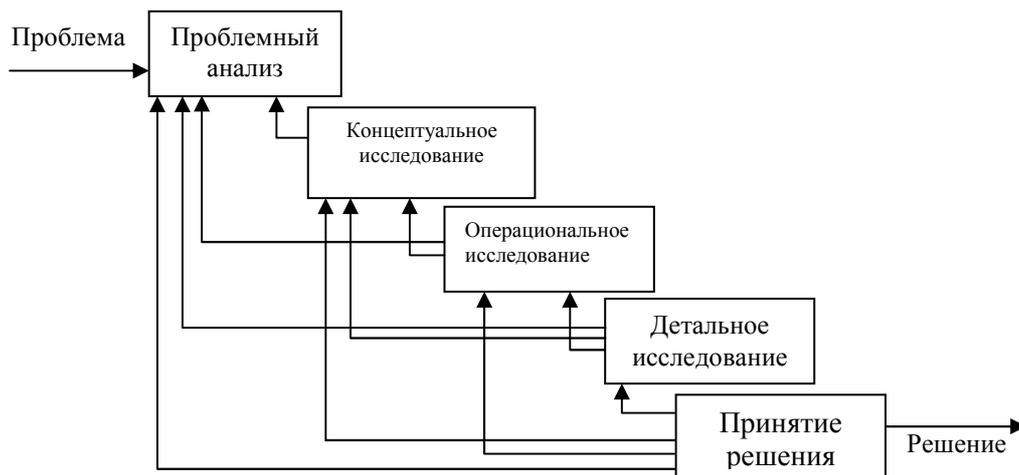


Рисунок 1 - Основные этапы исследования проблемы повышения эффективности системы технической эксплуатации

Для описания соответствия фактического результата Y операции требуемому, формально вводят числовую функцию на множестве результатов операции:

$$\rho = \rho(Y(u), Y^{TP}), \tag{1}$$

называемую функцией соответствия.

Для того чтобы функция (1), могла рассматриваться в качестве показателя эффективности она должна удовлетворять следующим требованиям: содержательности, интерпретируемости, измеряемости, соответствия системе предпочтений лица принимающего решение (ЛПР) [3, 5].

Эта функция в некоторой шкале показывает степень достижения цели операции, а конкретный вид функции соответствия зависит от цели операции, задачи исследования и других факторов. В силу того, что $Y(u)$ может быть случайной переменной, функция соответствия также может быть случайной величиной. В некоторых задачах и Y^{TP} приходится вводить как случайную переменную.

При результате, выраженном случайной переменной, запись $Y(u)$ означает, что распределение Y зависит от стратегии $u \in U$. В этом случае функцию распределения $F_u(y)$ записывается с индексом u , так как вид ее

зависит от u . Введение в рассмотрение функции соответствия (1) позволяет принять ее математическое ожидание в качестве показателя эффективности $W(u)$, т. е.

$$W(u) = M[\rho(Y(u), Y^{TP})]. \quad (2)$$

Если $Y(u)$ и Y^{TP} - неслучайные переменные, то:

$$W(u) = \rho(Y(u), Y^{TP}), \quad (3)$$

т. е. в детерминированном случае функция соответствия служит показателем эффективности операции.

Чтобы значение $W(u)$ (2), определенное на множестве стратегий U , рассматривалось в качестве показателя эффективности, помимо требования соответствия цели A_0 операции, оно должно удовлетворять требованию соответствия системе предпочтений ЛПР [3, 5].

Последнее требование означает, что показатель эффективности должен учитывать психологические особенности ЛПР, отражающие его отношение к различным ситуациям в условиях неопределенности.

Формально, особенности ЛПР можно учесть введением специальной оценочной функции $f^{\theta c}(\rho)$, отражающей отношение ЛПР к риску. Методы построения функции $f^{\theta c}$ по информации θ_0 рассматриваются в теории принятий решений в условиях неопределенности [3, 5].

С учетом этого показатель эффективности $W(u)$ есть математическое ожидание оценочной функции:

$$W(u) = M[f^{\theta c}(\rho(Y(u), Y^{TP}))]. \quad (4)$$

Показатели, построенные по правилу (2), часто называют "объективными", а по правилу (4) - "субъективными". Если результат Y операции может быть описан единственной величиной (y), то (2) и (4) будут определять скалярные показатели эффективности. В противном случае придется вводить векторный показатель эффективности:

$$W(u) = \|W_1(u), W_2(u), \dots, W_m(u)\|^T, \quad (5)$$

где $W_i(u) = \overline{1,m}$ определяется по правилу (2) с подстановкой вместо $Y(u)$, Y^{TP} величин $y_i(u)$, y_i^{TP} частных целевых требований и граничных условий, т. е.

$$W_i(u) = M[\rho_i(y_i(u), y_i^{TP})], i = \overline{1,m}. \quad (6)$$

Показатель эффективности $W_i(u)$ зависит от стратегии (u) и определяется на множестве допустимых стратегий U . В общем виде эта зависимость задается отображением

$$\Psi: U \rightarrow W, \quad (7)$$

т. е. отображением множества допустимых стратегий U во множестве значений показателя эффективности W . Обычно отображение Ψ задается в форме определенной математической модели операции.

Показатель эффективности в форме (4) является наиболее общим. В зависимости от вида оценочной функции $f^{\theta c}(\cdot)$ и функции соответствия $\rho(Y(u), Y^{TP})$ из (4) можно получить различные показатели эффективности.

Рассмотрим это на примере «объективных» скалярных показателей, часто используемых при исследованиях и повышении эффективности технических систем.

С целью отличия случайной величины от ее возможного значения, когда это не ясно из контекста, над соответствующей буквой будем ставить символ $\hat{\cdot}$. Например, \hat{y} - случайная величина, y - ее возможное значение.

Пусть цель операции описывается случайным событием A , наступление которого является желательным результатом операции. Совокупность условий, а следовательно, и вероятность $P_u(A)$ наступления этого события зависят от стратегии $u \in U$. Функцию соответствия ρ в этом случае вводят как бернуллиеву переменную, которая может принять лишь два значения: 0 или 1. т. е.

$$\rho(y(u), y^{mp}) = \begin{cases} 1, & \text{если событие } A \text{ наступило;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (8)$$

Известно, что при таком введении функции соответствия $y^{mp} = 1$ Вероятность события A есть математическое ожидание бернуллиевой переменной или функции соответствия (8).

Действительно,

$$M[\rho(y(u), y^{tp})] = 1 \cdot P_u(A) + 0 \cdot P_u(\bar{A}) = P_u(A) \quad (9)$$

и, следовательно, показатель эффективности в форме (2) есть вероятность наступления события A :

$$W(u) = P_u(A). \quad (10)$$

Часто событие A выражается отношением между реальным результатом $y(u)$ и требуемым y^{tp} . Например,

$$A_1 = \{ \hat{y}(u) \geq y^{mp} \} \text{ или } A_2 = \{ y_1^{tp} \leq \hat{y}(u) < y_2^{mp} \}.$$

Функции соответствия для этих событий вводятся следующим образом: для события A_1 :

$$\rho(\hat{y}(u), y^{mp}) = \begin{cases} 1, & \text{если } \hat{y}(u) \geq y^{tp}; \\ 0, & \text{если } \hat{y}(u) < y^{tp} \end{cases} \quad (11)$$

для события A_2 :

$$\rho(\hat{y}(u), y^{mp}) = \begin{cases} 1, & \text{если } y_1^{mp} \leq \hat{y}_u < y_2^{mp}; \\ 0 & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (12)$$

Функцию соответствия употребляют в случаях, когда требуемый результат операции и его достижение являются неременным условием выполнения поставленной задачи. При этом показатель эффективности

$$W(u) = P\{ \hat{y}(u) \geq y^{mp} \} \quad (13)$$

трактуется как вероятностная гарантия (или степень гарантии) выполнения поставленной задачи.

При известной функции распределения реального результата $F_u(y)$, (13) записывают в следующем виде:

$$W(u)=1- F(y^{TP}). \quad (14)$$

Допустим, что имеет место некоторая неопределенность при установлении требуемого результата операций, проводимой системой, y^{TP} . В случае, если эта неопределенность имеет нестохастический характер, то можно ввести функцию принадлежности $\mu_A(u)$ для нечеткого случайного события $A = \{ \tilde{y}(u) \geq \tilde{y}^{mp} \}$. В записи события A переменная $\tilde{y}(u)$ является случайной величиной с функцией распределения $F_u(u)$, но \tilde{y}^{TP} неопределенная переменная нестохастического характера с функцией принадлежности $\mu_A(y)$.

Нечеткую переменную будем сверху снабжать символом «~».

Нечеткое случайное событие A введем следующим образом. Как известно из теории вероятностей, случайное событие A есть подмножество пространства элементарных событий E , т.е. $A \subset E$. Предположим теперь, что A есть нечеткое подмножество E (т.е. $A \overset{\mu}{\subset} E$), заданное функцией принадлежности μ_A (для простоты будем рассматривать случай, когда E не более чем счетно). Теперь каждому элементарному событию $e_i \in E$ следует поставить в соответствие не только вероятность его наступления $P(e_i)$ но и степень принадлежности e_i подмножеству A , т.е. $\mu_A(e_i)$, ($0 \leq \mu_A(e_i) \leq 1$). Чтобы найти вероятность наступления нечеткого случайного события A , следует по всем $e_i \in E$ просуммировать произведения $\mu_A(e_i)P(e_i)$, т.е.

$$P(A)=\sum_i \mu_A(e_i)P(e_i). \quad (15)$$

Эта запись есть математическое ожидание дискретной случайной величины μ_A .

Таким образом, вероятность наступления нечеткого случайного события есть математическое ожидание функции принадлежности этого нечеткого события, т. е.

$$P(A) = M[\mu_A]. \quad (16)$$

Если целью операции является достижение результата $y(u)$ не ниже требуемого уровня при нечетком задании целевого требования реализации процесса в метасистеме, то функцию соответствия можно ввести по аналогии с (11):

$$\rho(\hat{y}(u), \tilde{y}^{TP}) = \begin{cases} 1, & \text{если } \hat{y}(u) \geq \tilde{y}^{TP} \\ 0, & \text{если } \hat{y}(u) < \tilde{y}^{TP} \end{cases} \quad (17)$$

и тогда

$$M(\rho(\hat{y}(u), \tilde{y}^{TP})) = P(\hat{y}(U) \geq \tilde{y}^{TP}) = M[\mu_A(y^{TP})] \quad (18)$$

или в общем виде

$$P(\hat{y}(U) \geq \check{y}^{TP}) = \int_E \mu_A(y) dF(y) \quad (19)$$

Однако в качестве функции соответствия в этих условиях может быть использована и сама функция принадлежности, т. е.

$$\rho(\hat{y}(u), y^{TP}) = \mu_A(y^{TP}) \quad (20)$$

которая, в определенном смысле, конгруэнтна (11).

В случаях, когда целью операции является достижение результата $\hat{y}(u)$ не ниже требуемого уровня \hat{y}^{TP} при случайном характере последнего, функцию соответствия можно ввести по аналогии с (11):

$$\rho(\hat{y}(u), \hat{y}^{TP}) = \begin{cases} 1, & \text{если } \hat{y}(u) \geq \hat{y}^{TP} \\ 0, & \text{если } \hat{y}(u) < \hat{y}^{TP} \end{cases} \quad (21)$$

Показатель эффективности примет вид

$$W(u) = M(p(\hat{y}(u), \hat{y}^{TP})) = P(\hat{y}(u) \geq \hat{y}^{TP})$$

и в рассматриваемых условиях будет представлять собой математическое ожидание функции соответствия (21) и являться вероятностной гарантией того, что реальный результат будет не хуже требуемого при случайном характере как реального, так и требуемого результатов операции.

Функция распределения $F_H(y)$ необходимого результата представляет собой условную вероятность события $\{\hat{y}^{TP} < y\}$, вычисленную в предположении, что реальный результат принял значение (y) , т. е. наступило событие $\{y \leq \hat{y} < y + dy\}$. Таким образом [3, 5],

$$F_H(y) = P\{\hat{y}_H < y / y \leq \hat{y} < y + dy\} \quad (22)$$

но, очевидно, что

$$P\{y \leq \hat{y} < y + dy\} = dF(y),$$

где $F(y)$ — функция распределения реального результата. Используя формулу полной вероятности, получим [3, 5]:

$$W(u) = P(\hat{y}(u) \geq \hat{y}_H) = \int_E F_H(y) dF(y). \quad (23)$$

При повышении эффективности операций по управлению качеством реализации целевого процесса широко распространен показатель среднего результата т.е.:

$$W(u) = M[y(u)]. \quad (24)$$

Этот показатель используется в тех случаях, когда цель операции выражается числовой переменной. Очевидно, что (24) является частным случаем показателя (2), при котором функция соответствия равна реальному результату

$$p(y(u), y^{TP}) = y(u). \quad (25)$$

Вводя показатель среднего результата и зная, например, диапазон изменения результата, исследователь может сравнить его значение с предельно большим значением, т.е. потенциальным качеством реализации

процесса. Важным свойством показателя среднего результата является его адаптивность, т.е.

$$M[\sum_i \hat{y}_i] = \sum_i M[y_i]. \quad (26)$$

Если результат операции $y(u)$ представить в виде суммы результатов действия субъектов системы $(y = \sum y_i)$, средний результат операции будет равен сумме средних частных результатов, несмотря на возможную их стохастическую зависимость реализации процесса в метасистеме.

Если цель носит количественный характер, то в качестве показателя эффективности операции, проводимой системой, наряду с (13) может быть принят минимальный результат y_α , получаемый с заданной вероятностью α , т. е.

$$\alpha = P(y(u) \geq y_\alpha). \quad (27)$$

Очевидно, что $\alpha = 1 - F(y_\alpha)$, где $F(y)$ - функция распределения реального результата проводимой системой операции (случайной величины $y(u)$).

Решив это уравнение относительно y_α , получим

$$y_\alpha = F^{-1}(1 - \alpha). \quad (28)$$

Здесь y_α есть обратная функция к функции распределения $F(y)$ при значении аргумента $(1 - \alpha)$ (квантиль распределения $F(y)$).

При этом функция соответствия $\rho = F^{-1}(1 - \alpha)$ есть величина неслучайная, и ее математическое ожидание, следовательно, равно ρ .

Таким образом, показатель эффективности в форме (2) имеет вид:

$$W(u) = M[\rho] = y_\alpha. \quad (29)$$

Часто в качестве показателя эффективности в условиях, когда результат описывается случайной величиной, приходится использовать

характеристику рассеяния реального результата относительно требуемого значения или относительно своего математического ожидания.

Функции соответствия в этом случае имеют вид

$$\begin{aligned} \rho(y_1, y^{mp}) &= (\xi(u) - y^{mp})^2; \\ \rho(y_1, y^{mp}) &= (\xi(u) - M[\xi(u)])^2. \end{aligned} \quad (30)$$

В первом случае показатель эффективности есть математическое ожидание квадрата отклонения реального результата от требуемого:

$$W(u) = M[\rho] = M[(\xi(u) - y^{mp})^2], \quad (31)$$

а во втором случае — дисперсия реального результата:

$$W(u) = M[(\xi(u) - M[\xi(u)])^2] = D[y(u)]. \quad (32)$$

В практике исследований качества реализации процессов в организационно-технических системах показатели (31) и (32) обычно используют как конгруэнтные вероятностно-гарантированным показателям.

Рассмотренные вопросы по выбору показателей эффективности позволят оптимизировать существующую и разработать новую высокоэффективную системы технической эксплуатации автомобильного транспорта.

Список литературы

1. Булатов, Е.П. Особенности перевозки сельскохозяйственной продукции в кузове автотранспортных средств / Е.П. Булатов, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, И.А. Юхин и др. // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств. Часть 2. Материалы VI международной научно-практической конференции.г. Пенза . 18-20 мая 2010 года, с. 22-27.
2. Юхин, И.А. Устройство для сохранения прямолинейности движения транспортного средства / Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Нива Поволжья, №2 (15) – Май 2010, С.48-50
3. 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.
4. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной

сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования / Н.В. Бышов [и др.]. – Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013, – 172 с.

5. Кокорев, Г.Д. Методология совершенствования системы технической эксплуатации мобильной техники в сельском хозяйстве / Кокорев Г.Д. - Рязань: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013. – 239 с.

6. 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.

7. 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.

8. Кокорев Г.Д. Математическая модель изменения технического состояния мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г.Д. Кокорев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2012 – №16. – С. 90–93.

9. Кокорев, Г.Д. Способ отбора рациональной совокупности объектов подлежащих диагностированию / Г.Д. Кокорев // Вестник Рязанского государственного Агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2013 – №17. – С. 61–64.

10. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники / Г.Д. Кокорев [и др.] // В электронном журнале «Научный журнал КубГАУ». – 2012 г., № 07 (081), режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/36.pdf>, С. 480–490.

References

1. Bulatov, E.P. Osobennosti perevozki sel'skohozejstvennoj produkcii v kuzove avtotransportnyh sredstv / E.P. Bulatov, G.D. Kokorev, G.K. Rembalovich, I.A. Uspenskij, I.A. Juhin i dr. // Problemy kachestva i jekspluatacii avtotransportnyh sredstv. Chast' 2. Materialy VI mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii.g. Penza . 18-20 maja 2010 goda, s. 22-27.

2. Juhin, I.A. Ustrojstvo dlja sohraneniya prjamolinejnosti dvizhenija transportnogo sredstva / N.V. Anikin, G.D. Kokorev, I.A. Uspenskij, I.A. Juhin // Niva Povolzh'ja, №2 (15) – Maj 2010, S.48-50

3. Kokorev, G.D. Povyshenie jeffektivnosti sistemy tehniceskoy jekspluatacii avtomobilej v sel'skom hozjajstve na osnove inzhenerno-kiberneticheskogo podhoda: dis. ... dokt. tehn. nauk: 05.20.03 / G.D. Kokorev. – Rjazan', 2014. - 483 s.

4. Povyshenie gotovnosti k ispol'zovaniju po naznacheniju mobil'noj sel'skohozejstvennoj tehniky sovershenstvovaniem sistemy diagnostirovanija / N.V. Byshov [i dr.]. – Rjazan': FGBOU VPO RGATU, 2013, – 172 s.

5. Kokorev, G.D. Metodologija sovershenstvovaniya sistemy tehniceskoy jekspluatacii mobil'noj tehniky v sel'skom hozjajstve / Kokorev G.D. - Rjazan': Izd-vo FGBOU VPO RGATU, 2013. – 239 s.

6. Kokorev, G.D. Tendencii razvitija sistemy tehniceskoy jekspluatacii avtomobil'nogo transporta / G.D. Kokorev, I.A. Uspenskij, I.N. Nikolotov // Sbornik statej II mezhdunarodnoj nauchno-proizvodstvennoj konferencii «Perspektivnye napravlenija razvitija avtotransportnogo kompleksa». – Penza, 2009. S. 135–138.

7. 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.

8. Kokorev G.D. Matematicheskaja model' izmenenija tehničeskogo sostojanija mobil'nogo transporta v processe jekspluatacii / G.D. Kokorev // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo agrotehnologičeskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2012 – №16. – S. 90–93.

9. Kokorev, G.D. Sposob otbora racional'noj sovokupnosti ob#ektov podlehashhjih diagnostirovaniju / G.D. Kokorev // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo Agrotehnologičeskogo universiteta imeni P.A. Kostycheva. – 2013 – №17. – S. 61–64.

10. Periodičnost' kontrolja tehničeskogo sostojanija mobil'noj sel'skhozajstvennoj tehniki / G.D. Kokorev [i dr.] // V jelektronnom zhurnale «Nauchnyj zhurnal KubGAU». – 2012 g., № 07 (081), rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/36.pdf>, S. 480–490.