

УДК 629.113

05.00.00 Технические науки

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ
АВТОМОБИЛЯ НА ОСНОВЕ
АППРОКСИМАЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ ЕГО
ЭЛЕМЕНТОВ**

Кокорев Геннадий Дмитриевич

д.т.н., доцент

РИНЦ SPIN-код=9173-7360

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

В статье указана необходимость учета межконтрольной наработки для прогнозирования состояния автомобиля, причем, она должна быть представлена в виде случайной величины. Отмечено, что характер изменения параметра элемента автомобиля определяется детерминированной функцией и критерием выбора той или иной функции (линейной, степенной, экспоненциальной, дробно-линейной, многочлена n -й степени и др.) служит близость значения аппроксимирующей функции фактическим реализациям изменения параметра состояния элемента. Указано, что, в качестве критерия аппроксимации здесь выступает коэффициент вариации. Причем коэффициент вариации ресурса элемента, очевидно, является более информативным, так как он результирует вычисления на всем диапазоне изменения параметра с учетом характера этого изменения, в то время когда коэффициент вариации изменения параметра может локально отражать степень аппроксимации только на одном или нескольких участках. Подчеркнуто, что при аппроксимации функции изменения параметра следует учитывать приработку деталей машины, в течение которой наблюдается кратковременное, резкое увеличение изменения параметра. Кроме того, сделан вывод о том, что от выбора аппроксимирующей функции в конечном итоге зависят погрешность и трудоемкость прогнозирования. Неправильный выбор функции может свести на нет все усилия по управлению безотказностью и другими показателями элементов автомобиля. Установлено, что степенная функция изменения параметра обладает достаточной универсальностью. Коэффициенты этой функции имеют четкий физический смысл, их немного. Это говорит об удобстве широкого использования степенной функции для практического прогнозирования. На погрешность аппроксимации изменения параметра оказывает влияние, наряду с выбором самой функции, точность определения ее коэффициентов. В заключение сделан вывод о том, что крайне целесообразно после выбора и нахождения коэффициентов любого аппроксимирующего выраже-

UDC 629.113

Technical sciences

**FORECASTING THE AUTOMOBILE STATE
ON THE BASIS OF APPROXIMATION OF
ITS ELEMENTS PARAMETERS CHANGE**

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 shows the necessity to consider the inter-control result to forecast the automobile state and present it as a random value. It is pointed out, that the character of the automobile element parameter change is determined by the determined function and the criteria of this or that function choice. It is stated, that the variation coefficient serves as a criteria of approximation. Besides, the element resource variation coefficient is obviously more informative as it results calculations at the whole range of parameter change with consideration of this change character when the coefficient of the parameter change variation can reflect the approximation degree only on one or several sections. It is underlined that in a case of the parameter change functions approximation it is necessary to consider the automobile details break-in when one can see the short and sharp increase of the parameter change. Moreover, we have made a conclusion that the forecast error and intensity depend finally on the choice of the approximating function. The wrong choice of the function can bring to naught all the efforts to direct the safety margin and other parameters of the automobile elements. We have found out that the power function of thee parameter change is quite unique. This function coefficients having distinct physical sense are few. This shows the convenience of the wide use of the degree function for practical forecast. The approximation error of parameter change might be influenced (along with a selection of the function) by the accuracy of determining its coefficients. Finally, we have made a conclusion that it is very desirable after choosing and finding the coefficients of any approximating equation to convert it into one definite function and develop the forecast apparatus, tables, nomograms and so on for it. This is the only way of using the wide class of approximating equations when having relatively small math and other provision of the forecast

ния преобразовать его в одну определенную функцию, для которой разработать аппарат прогнозирования, таблицы, номограммы и т.п. Это единственный путь использования широкого класса аппроксимирующих выражений при относительно небольшом математическом и другом обеспечении прогнозирования

Ключевые слова: АВТОМОБИЛИ, МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, МЕЖКОНТРОЛЬНАЯ НАРАБОТКА, АППРОКСИМИРУЮЩАЯ ФУНКЦИЯ, ДЕТЕРМИНИРОВАННАЯ ФУНКЦИЯ, КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ, ПРИРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ, РЕСУРС ЭЛЕМЕНТА АВТОМОБИЛЯ, СТЕПЕНЬ АППРОКСИМАЦИИ, СТЕПЕННАЯ ФУНКЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРА, АППАРАТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Keywords: AUTOMOBILES, FORECASTING METHODS, INTERCONTROL RESULT, APPROXIMATING FUNCTION, DETERMINED FUNCTION, VARIATION COEFFICIENT, AUTOMOBILE DETAILS BREAK-IN, AUTOMOBILE ELEMENT RESOURCE, APPROXIMATION DEGREE, POWER FUNCTION OF PARAMETER CHANGE, FORECASTING APPARATUS, MATH SUPPORT OF FORECASTING

Doi: 10.21515/1990-4665-121-088

Одно из направлений позволяющих исследовать и совершенствовать процесс технической эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве предполагает рассмотрение технической эксплуатации как системы взаимосвязанных технических, технологических, организационных, информационных и экономических аспектов, с применением к ней методов инженерно-кибернетического подхода [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 34, 35, 39, 40].

В настоящее время одна из перспективных стратегий технической эксплуатации является стратегия по состоянию с контролем параметров с определенной периодичностью [19, 28, 30, 35, 39, 40, 42], взаимосвязанная с программами технического обслуживания и ремонта [17,18]. Для получения достоверной информации о состоянии системы необходима развитая система диагностирования [23, 25, 26, 27, 29, 31, 33, 35, 36, 37, 43, 44, 45], одной из задач которой является прогнозирование остаточного ресурса как узлов и агрегатов, так и автомобиля в целом [24, 38, 39, 40].

Параметры технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации изменяются со временем и необходим математический аппарат, позволяющий описать процесс изменения указанных параметров [6, 11, 15, 20,

21, 22, 32, 37, 38, 39, 40].

Математическое описание, обоснование функции, учитывающей процесс изменения параметра, является весьма важным моментом при разработке методики диагностирования, а в частности методов прогнозирования состояния элементов. От выбора аппроксимирующей функции в конечном итоге зависят погрешность и трудоемкость прогнозирования. Неправильный выбор функции может свести на нет все усилия по управлению безотказностью и другими показателями элементов машин [24, 39, 40, 46].

Для прогнозирования состояния автомобиля необходим учет межконтрольной наработки, в виде случайной величины ее можно представить в следующем виде [24, 32, 34, 39, 40]:

$$U(t) = V_c f\left(\sum_{i=1}^n t_{Mi}\right) + V_t' f_1\left(\sum_{i=1}^n t_{Mi}\right), \quad (1)$$

$$U(t) = V_c \sum_{i=1}^n t_{Mi},$$

где t_{Mi} - межконтрольная i - я случайная наработка.

С точки зрения прогнозирования состояния автомобиля наибольший интерес представляет первое слагаемое функции (1) в силу строго монотонного возрастания в зависимости от наработки, возможности использования этого качества для целей прогноза [5, 24, 38, 39, 40].

Как уже отмечалось [39, 40], характер изменения параметра элемента определяется детерминированной функцией $f(t)$. Она может быть различной. Критерием выбора той или иной функции (линейной, степенной, экспоненциальной, дробно-линейной, многочлена n - й степени и др.) служит близость значения аппроксимирующей функции фактическим реализациям изменения параметра состояния элемента. Здесь недостаточно показать хорошее согласие математического ожидания со средней экспе-

риментальной кривой. Необходимо получить такое согласие системы теоретических кривых с системой реализации. При недостаточной близости системы теоретических кривых получим резкое увеличение коэффициентов вариации изменения параметра и ресурса элементов, что снизит эффективность прогнозирования показателей машин. Таким образом, в качестве критерия аппроксимации здесь выступает коэффициент вариации. Причем коэффициент вариации ресурса элемента, очевидно, является более информативным, так как он результирует вычисления на всем диапазоне изменения параметра с учетом характера этого изменения, в то время когда коэффициент вариации изменения параметра может локально отражать степень аппроксимации только на одном или нескольких участках [34, 39, 40].

При аппроксимации функции изменения параметра следует учитывать приработку деталей машины, в течение которой наблюдается кратковременное, резкое увеличение изменения параметра. Вообще говоря, нас неизмеримо больше интересует не участок приработки, а участок изменения параметра, близкий к величине U_{II} , так как здесь формируются отказы элемента. Поэтому наибольшая степень аппроксимации желательна в диапазоне от конца приработки до достижения параметром предельной величины. В большинстве случаев в целях достижения достаточного совпадения на упомянутом диапазоне теоретических и экспериментальных кривых участком приработки можно пренебречь, т.е. на этом участке не аппроксимировать изменение параметра [32, 35, 39, 40]. Тогда характер функции изменения на участке приработки можно условно принять таким же, как и на других участках:

$$U(t) = V_c f(t) + Z + U_1, \quad (2)$$

где U_1 - показатель, характеризующий приработку элемента, численно равный значению ординаты при $t = 0$, обеспечивающий хорошую аппроксимацию изменения параметра от конца периода приработки до момента достижения величины U_{II} (в единицах измерения параметра).

В связи с относительно небольшой величиной изменения параметра в период приработки по сравнению с U_{II} вариация показателя U_1 , являющегося по своей природе случайным, оказывается величиной второго порядка, которую можно не принимать во внимание. Это позволяет рассматривать показатель U_1 как детерминированную величину.

В случае $Z = 0$ условие существования элементарной случайной функции изменения параметра $U(t)$ сохраняется переносом члена U_1 в левую часть выражения (2). Например, линейная аппроксимация изменения параметра с участком приработки:

$$U_1(t) = V_c t + U_1 \quad (3)$$

будет иметь вид $U(t) = U_1(t) - U_1 = V_c t$, что приводит к базовой функции (1).

При использовании степенной функции формула изменения параметра составит:

$$U_1(t) = V_c t^\alpha + Z + U_1, \quad (4)$$

$$U(t) = V_c t^\alpha + Z$$

или (при $Z=0$)

$$U(t) = U_1(t) - U_1 = V_c t^\alpha, \quad (5)$$

$$(t, \alpha, V_c > 0)$$

где α - показатель степени, определяющий характер изменения параметра.

В формуле (5) V_c численно можно рассматривать как скорость изменения параметра при $t = 1,0$, уменьшенную в α раз. Действительно, продифференцировав выражение (4) по t и приравняв t единице, получим:

$$\frac{d[U(t)]}{dt} = \alpha V_c. \quad (6)$$

При $\alpha = 1,0$ и $Z = 0$ аппроксимирующее выражение представляет элементарную случайную линейную функцию. В этом случае скорость изменения параметра для конкретного элемента в течение срока службы является постоянной. При $\alpha > 1,0$ и $0 < \alpha < 1$ элементы имеют соответственно непрерывную строго монотонно возрастающую и убывающую скорость изменения параметра состояния элемента. Нетрудно увидеть, что степенная функция изменения параметра обладает достаточной универсальностью. Коэффициенты этой функции имеют четкий физический смысл, их немного. Это говорит об удобстве широкого использования степенной функции для практического прогнозирования [35, 39, 40].

На погрешность аппроксимации изменения параметра оказывает влияние наряду с выбором самой функции точность определения ее коэффициентов. Влияние среднеквадратичной погрешности аргументов степенной функции $(\sigma_V, \sigma_t, \sigma_\alpha, \sigma_z)$ на среднюю квадратическую погрешность функции σ_U показано на рисунке.

Используя выражение

$$\varphi(t) = \varphi_0 [R(t)] \cdot |R'(t)|, \quad (7)$$

где $R(t)$ - обратная функция;

$R'(t)$ - производная этой функции,

можно записать плотность распределения ресурса элемента при степенной функции изменения параметра и нормальном распределении V_C :

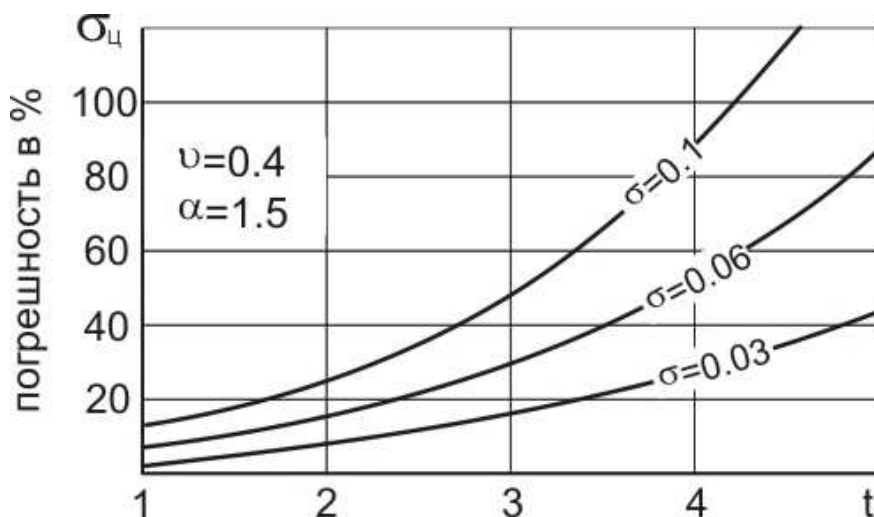
$$\varphi(t) = \frac{U_{II} \cdot \alpha}{\sqrt{2\pi\sigma_V t^{\alpha+1}}} \exp \left[-\frac{\left(\frac{U_{II}}{t^\alpha} - m_V \right)^2}{2\sigma_V^2} \right], \quad (8)$$

при распределении Вейбула:

$$\varphi(t) = \frac{bK_b^b U_{II} \cdot \alpha \left(\frac{U_{II}}{t^\alpha} \right)^{b-1}}{m_V^b t^{\alpha+1}} \exp \left[-\left(\frac{K_b U_{II}}{m_V t} \right)^b \right]. \quad (9)$$

Функция распределения ресурса элемента при этом законе в результате интегрирования (9) в пределах от 0 до t имеет вид

$$F(t) = \exp \left[-\left(\frac{K_b U_{II}}{m_V t} \right)^b \right], K_b = \Gamma \left(\frac{1}{b} + 1 \right).$$



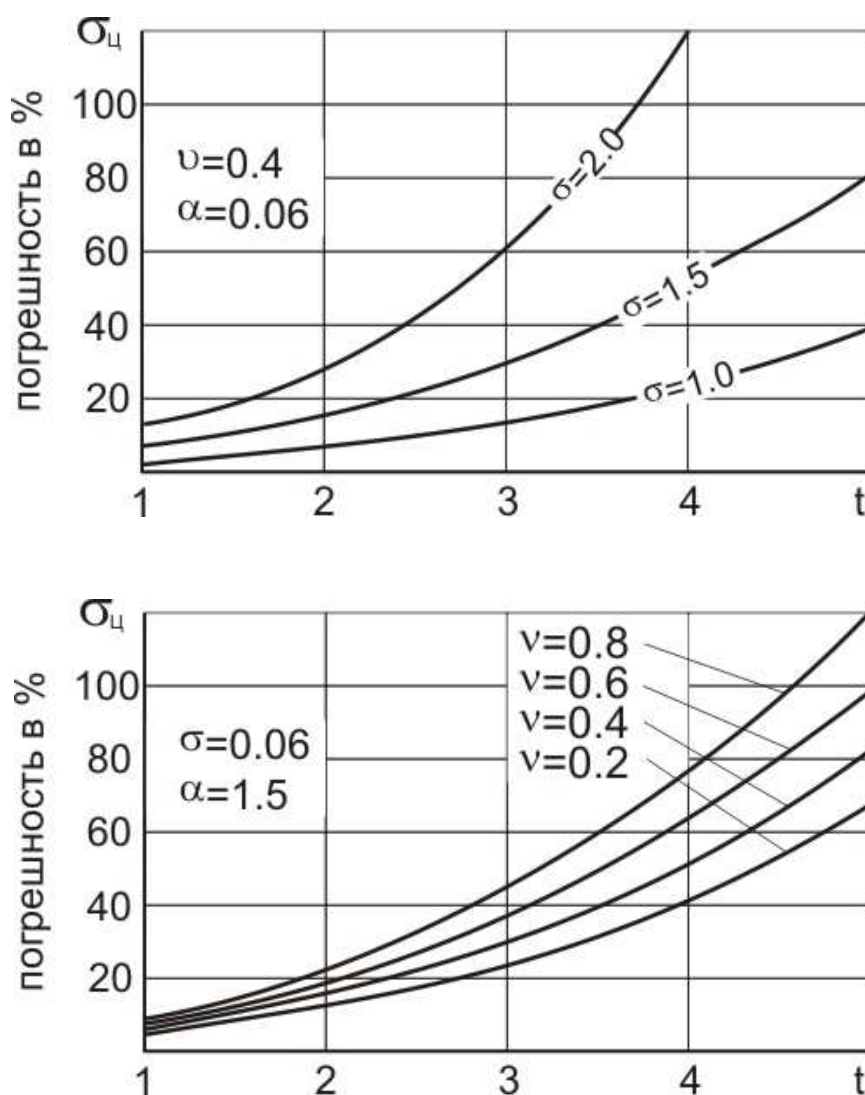


Рисунок – Влияние погрешностей аргументов на погрешность функции изменения параметров

После простых преобразований можно найти средний ресурс элемента

$$T_{cp} = \left(\frac{K_b U \Pi}{m_V} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \Gamma \left(1 - \frac{1}{\alpha b} \right), \quad (10)$$

среднеквадратическое его отклонение

$$\sigma_t = \sqrt{\left(\frac{K_b U_{II}}{m_V}\right)^{2/\alpha} \Gamma\left(1 - \frac{2}{\alpha b}\right) - T_{CP}^2}, \quad (11)$$

а также коэффициент вариации ресурса

$$v = \frac{\Gamma\left(1 - \frac{2}{\alpha b}\right)}{\left[\Gamma\left(1 - \frac{1}{\alpha b}\right)\right]^2} - 1, \quad (12)$$

где Γ – гамма-функция, справедливая при значении выражения в круглых скобках больше нуля [35, 39, 40].

Рассмотрим более подробно член Z в уравнении (4):

$$U(t) = V_c t^\alpha + Z$$

Его можно записать как:

$$Z = V'_t (V_c t^\alpha), \quad (13)$$

где V'_t – случайная величина в момент t отклонения Z на единицу измерения параметра с математическим ожиданием, равным нулю.

При прогнозировании по среднестатистическому изменению параметра совокупности одноименных элементов V_c и V'_t являются случайными независимыми величинами. При прогнозировании по реализации изменения параметра конкретного элемента V_c представляет собой постоянную величину для этого элемента, а V'_t – случайную. В случае гладких реализаций изменения параметра $V'_t = 0$. отличительная особенность величины V'_t

заключается в том, что если V_c постоянна для конкретного элемента, то V'_t может принимать различные значения, изменяясь в течении времени в пределах от $\left(\frac{U_{II}}{U(t)} - 1\right)$ до (-1) . Поэтому при $V'_t \neq 0$ реализации изменения параметра имеют вид негладких ломанных кривых.

С учетом уравнения (13) функция (4) имеет вид:

$$U(t) = V_c t^\alpha + V'_t V_c t^\alpha = V_c (1 + V'_t) t^\alpha, \quad (14)$$

Математическое ожидание функции :

$$M[U(t)] = m_V t^\alpha. \quad (15)$$

Среднеквадратичное отклонение функции .

$$\sigma_{U(t)} = \sqrt{\sigma_U^2 + \sigma_{V'}^2 (\sigma_U^2 + m^2 V) t^\alpha}, \quad (16)$$

где σ_U и $\sigma_{V'}$ - среднеквадратические отклонения величин V_c и V'_t .

Коэффициент вариации случайной величины в любом сечении:

$$v_{U(t)} = \frac{\sigma_{U(t)}}{M[U(t)]} = \sqrt{v_U^2 + (v'_z)^2 (v_U^2 + 1)}, \quad (17)$$

где v_U , v'_z - коэффициент вариации случайной величины и среднее квадратическое отклонение Z в долях теоретического изменения параметра, т.е. $\sigma_{V'}$.

Таким образом, среднеквадратическое отклонение функции прямо

пропорционально величине, а коэффициент вариации является постоянным на всем диапазоне наработки. Как показали исследования [35, 39, 40

], нормируемая корреляционная функция выражения (17) $R_U = \frac{\sigma_U^2}{\sigma_{U(t)}^2}$.

При определении плотности распределения ресурса, среднего ресурса и коэффициента вариации ресурса элемента с учетом Z в выражении (4) вместо σ_U берут $\sigma_{U(t)}$ согласно функции (16), а также используют коэффициент вариации $\nu_{U(t)}$.

При экспоненциальной функции изменения параметра имеем:

$$U_1(t) = ae^{V_c t} - U_1 \quad (t, \alpha V_c > 0), \quad (18)$$

где α - коэффициент.

Прологарифмировав выражение (18), получим:

$$\ln(U'(t) + U_1) = \ln a + V_c t. \quad (19)$$

В таком преобразованном виде V_c будет характеризовать случайную скорость изменения параметра, а $\ln a$ - показатель изменения параметра в период приработки. Плотность распределения ресурса элемента в случае, например, нормального распределения величины V_c составит:

$$\varphi(t) = \frac{\ln \frac{U_{II}}{a}}{\sqrt{2\pi}\sigma_U t^2} \exp \left[- \frac{\left(\frac{\ln \frac{U_{II}}{a}}{t} - m_V \right)^2}{2\sigma_U^2} \right]. \quad (20)$$

При распределении величины V_c по закону Вейбулла средний ресурс элемента можно найти по формуле [35, 39, 40]:

$$T_{cp} = \left(\frac{K_b \ln \frac{U_{II}}{a}}{m_V} \right) \Gamma \left(1 - \frac{1}{b} \right). \quad (21)$$

По аналогии можно записать и другие аппроксимирующие изменения параметра функции и вывести оценки ресурса элемента. Однако применение различных аппроксимирующих функций имеет наряду с известными преимуществами (повышение точности аппроксимации и прогноза) серьезный недостаток. Каждая функция требует своих приемов вычисления, прогнозирования состояния машин, применения соответствующих формул, таблиц и номограмм, что резко усложняет процесс прогнозирования.

В этой связи крайне целесообразно после выбора и нахождения коэффициентов любого аппроксимирующего выражения преобразовать его в одну определенную функцию, для которой разработать аппарат прогнозирования, таблицы, номограммы и т.п. Это единственный путь использования широкого класса аппроксимирующих выражений при относительно

небольшом математическом и другом обеспечении прогнозирования. Естественно, что в качестве преобразованной функции желательно выбрать линейную функцию, как наиболее простую.

Литература

1. Кокорев Г.Д. Использование принципов системного подхода при анализе системы восстановления автомобильной техники / Г.Д. Кокорев, А.Ю. Афанасьев // Научно-технический сборник №6. – Рязань: ВАИ, 1995. – С. 46–50.
2. Кокорев Г.Д. Кибернетический подход – как основа теории создания и управления качеством сложных технических систем на современном этапе / Г.Д. Кокорев // Научно-технический сборник №10. – Рязань: ВАИ, 2000. С 3–8.
3. Кокорев Г.Д. Классификация критериев эффективности при управлении техническими системами / Г.Д. Кокорев // Научно-технический сборник №10. – Рязань: ВАИ, 2000. С 13–19.
4. Кокорев Г.Д. Некоторые аспекты теории комплексного проектирования сложных организационно-технических систем / Г.Д. Кокорев // Научно-технический сборник №10.– Рязань: ВАИ, 2000. С 19–21.
5. Кокорев Г.Д. Принципы поведения технических систем на этапах их жизненного цикла / Г.Д. Кокорев // Научно-технический сборник №10. – Рязань: ВАИ, 2000. С 22–26.
6. Кокорев Г.Д. Математические модели в исследованиях сложных систем / Г.Д. Кокорев // Научно-технический сборник №10. – Рязань: ВАИ, 2000. С 8–12.
7. 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.
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. Моделирование при проектировании новых образцов автомобильной техники /Г.Д. Кокорев // Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 423–425.
10. Кокорев Г.Д. Состояние теории создания объектов современной техники / Г.Д. Кокорев // Сборник научных трудов РГСХА. – Рязань: РГСХА, 2001. С. 425–427.
11. Кокорев Г.Д. Моделирование надежности автомобильной техники на этапах жизненного цикла / Г.Д. Кокорев // Сборник научных трудов ВАИ. Вып.11. – Рязань: ВАИ, 2001. С. 17–24.
12. Кокорев Г.Д. Эволюционное развитие и состояние общей методологии создания объектов современной техники / Г.Д. Кокорев // Сборник научных трудов ВАИ. Вып.11. – Рязань: ВАИ, 2001. С. 24–33.
13. Кокорев Г.Д. Классификация проектных моделей и их использование в теории инженерного прогнозирования / Г.Д. Кокорев // Сборник научных трудов ВАИ. Вып.12. – Рязань: ВАИ, 2002. С. 128–135.
14. Кокорев Г.Д. Основные принципы исследования проблемы управления качеством сложных организационно-технических систем / Г.Д. Кокорев // Сборник научных трудов ВАИ. Вып.12. – Рязань: ВАИ, 2002. С. 135–141.
15. Кокорев Г.Д. Анализ проблемы управления эффективностью функционирования организационно-технических систем / Г.Д. Кокорев // Сборник научных трудов ВАИ. Вып.12. – Рязань: ВАИ, 2002г. С. 142–147.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. Кокорев Г.Д. Диагностирование дизелей методом цилиндрического баланса/Г.Д. Кокорев, И.А. Успенский, И.Н. Николотов// Тракторы и сельхозмашины. – 2009 - №8. – С. 45-46.

21. 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.

22. 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.

23. Кокорев Г.Д. Системы мониторинга и диагностики автомобильного транспорта в сельском хозяйстве по вибрации / Г.Д. Кокорев, И.Н. Николотов, Н.В. Бышов, И.А. Успенский // Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Повышение эффективности функционирования механических и энергетических систем». – Саранск, 2009. С. 176–182.

24. 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.

25. Кокорев Г.Д. Роль диагностирования тормозных систем в повышении безопасности движения и эффективности технической эксплуатации / Г.Д. Кокорев, И.А.Успенский, Д.В. Безруков, И.Н.Николотов // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей. XII Международная научно-практическая конференция. – Владимир. 2010. – С. 329–331.

26. Успенский И.А. Основные принципы диагностирования МСХТ с использованием современного диагностического оборудования / И.А. Успенский, П.С. Синицин, Г.Д. Кокорев // Сборник научных работ студентов РГАТУ. Материалы научно-практической конференции. – Рязань. 2011, 1 том. – С. 263–269.

27. Бышов Н.В. Диагностирование мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы “Samte” / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев // В электронном журн. «Научный журнал КубГАУ». – 2012 г., № 04 (078), режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/4/pdf/42.pdf>, С. 487 – 497.

28. Бышов Н.В. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники/Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.Д. Кокорев и др.//Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2012. -№07(081). С. 480 -490. -IDA [article ID]: 0811207036. -Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/36.pdf>, 0,688 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,266

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

30. Бышов Н.В. Методы определения рациональной периодичности контроля технического состояния тормозной системы мобильной сельскохозяйственной техники /Бышов Н. В., Борычев С. Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Николотов И.Н., Гусаров С.Н., Панкова Е.А.// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №02(086). С. 585 – 596. – IDA [article ID]: 0861302041. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/41.pdf>

31. Повышение готовности к использованию по назначению мобильной сельскохозяйственной техники совершенствованием системы диагностирования: монография. Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Юхин И.А., Жуков К.А., Гусаров С.Н.-Рязань: ФГБОУ ВПО РГАТУ, 2013.-187 с.: ил., табл.-Библиогр.: с. 174-187 (161 назв.).-ISBN 978-5-98660-121-2. Шифр 13-4118

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

33. Пат. №2452880 РФ. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки/Николотов И.Н., Карцев Е.А., Кокорев Г.Д., и др. - _Заявл. 15.10.2010; опубл. 10.06.12 Бюл. №16.-бс.

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

35. 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.

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

37. 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.)

38. Кокорев Г. Д. Прогнозирование изменения технического состояния тормозной системы образца мобильного транспорта в процессе эксплуатации / Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, Е. А. Панкова, И. Н. Николотов, С. Н. Гусаров // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукцией: материалы междунар. науч.-практ. – Минск, 2013. – С. 197–200.

39. 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.

40. 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.

41. 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.

42. Кокорев Г.Д. Некоторые аспекты совершенствования технической эксплуатации автомобилей в сельском хозяйстве/ Г.Д. Кокорев//Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры сельскохозяйственных машин агроинженерного факультета Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I. – Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2015. – С. 158–161.

43. Кокорев Г. Д. Методика выбора диагностируемых параметров автомобилей в условиях сельскохозяйственного производства [Электронный ресурс] / Г. Д. Кокорев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрно- го университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2016. – № 117 (03). – С. 793–806. – IDA [article ID]: 0811207036. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/03/pdf/52.pdf>.

44. Пат. №2452880 РФ. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладки/Николотов И.Н., Карцев Е.А., Кокорев Г.Д., и др. - _Заявл. 15.10.2010; опубл. 10.06.12 Бюл. №16.-бс.

45. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011616091. Экспертная система диагностирования дизеля КамАЗ 740 / Кокорев Г.Д., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Карцев Е.А. и др. – 2011 г.

46. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013660484. Имитационная модель производственного процесса ремонта агрегатов / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Кокорев Г.Д., Успенский И.А. – 2013 г.

References

1. Kokorev G.D. Ispol'zovanie principov sistemnogo podhoda pri analize sistemy vosstanovlenija avtomobil'noj tehniky / G.D. Kokorev, A.Ju. Afanas'ev // Nauchno-tehnicheskij sbornik №6. – Rjazan': VAI, 1995. – S. 46– 50.

2. Kokorev G.D. Kiberneticheskij podhod – kak osnova teorii sozdanija i upravlenija kachestvom slozhnyh tehnicheskix sistem na sovremennom jetape / G.D. Kokorev // Nauchno-tehnicheskij sbornik №10. – Rjazan': VAI, 2000. S 3–8.

3. Kokorev G.D. Klassifikacija kriteriev jeffektivnosti pri upravlenii tehnicheskimi sistemami / G.D. Kokorev // Nauchno-tehnicheskij sbornik №10. – Rjazan': VAI, 2000. S 13–19.

4. Kokorev G.D. Nekotorye aspekty teorii kompleksnogo proektirovanija slozhnyh organizacionno-tehnicheskix sistem / G.D. Kokorev // Nauchno-tehnicheskij sbornik №10.– Rjazan': VAI, 2000. S 19–21.

5. Kokorev G.D. Principy povedenija tehnicheskix sistem na jetapah ih zhiznennogo cikla / G.D. Kokorev // Nauchno-tehnicheskij sbornik №10. – Rjazan': VAI, 2000. S 22–26.

6. Kokorev G.D. Matematicheskie modeli v issledovanijah slozhnyh sistem / G.D. Kokorev // Nauchno-tehnicheskij sbornik №10. – Rjazan': VAI, 2000. S 8–12.

7. Kokorev G.D. Podhod k formirovaniju osnov teorii sozdanija slozhnyh tehnicheskix sistem na sovremennom jetape/G.D. Kokorev//Sbornik nauchnyh trudov

RGSHA, (vyp. 4) ch.2 -Rjazan': RGSHA, 2000. S. 54-60.

8. Kokorev G.D. Obosnovani6e vybora pokazatelej jeffektivnosti povedenija slozhnyh organizacionno-tehnicheskikh sistem. (Stat'ja) // Sbornik nauchnyh tru-dov RGSHA, (vyp. 4) ch.2 – Rjazan': RGSHA, 2000. S. 60–70.

9. Kokorev G.D. Modelirovanie pri proektirovanii novyh obrazcov avtomobil'noj tehniki /G.D. Kokorev // Sbornik nauchnyh trudov RGSHA. – Rjazan': RGSHA, 2001. S. 423–425.

10. Kokorev G.D. Sostojanie teorii sozdaniya ob#ektov sovremennoj tehniki / G.D. Kokorev // Sbornik nauchnyh trudov RGSHA. – Rjazan': RGSHA, 2001. S. 425–427.

11. Kokorev G.D. Modelirovanie nadezhnosti avtomobil'noj tehniki na jetapah zhiznennogo cikla / G.D. Kokorev // Sbornik nauchnyh trudov VAI. Vyp.11. – Rjazan': VAI, 2001. S. 17–24.

12. Kokorev G.D. Jevoljucionnoe razvitie i sostojanie obshej metodologii sozdaniya ob#ektov sovremennoj tehniki / G.D. Kokorev // Sbornik nauchnyh trudov VAI. Vyp.11. – Rjazan': VAI, 2001. S. 24–33.

13. Kokorev G.D. Klassifikacija proektnyh modelej i ih ispol'zovanie v teorii inzhenerenogo prognozirovanija / G.D. Kokorev // Sbornik nauchnyh trudov VAI. Vyp.12. – Rjazan': VAI, 2002. S. 128–135.

14. Kokorev G.D. Osnovnye principy issledovanija problemy upravlenija kachestvom slozhnyh organizacionno-tehnicheskikh sistem / G.D. Kokorev // Sbornik nauchnyh trudov VAI. Vyp.12. – Rjazan': VAI, 2002. S. 135–141.

15. Kokorev G.D. Analiz problemy upravlenija jeffektivnost'ju funkcionirovanija organizacionno-tehnicheskikh sistem / G.D. Kokorev // Sbornik nauchnyh trudov VAI. Vyp.12. – Rjazan': VAI, 2002g. S. 142–147.

16. Kokorev G.D. Osnovnye principy upravlenija jeffektivnost'ju processa tehniceskoi jekspluatacii avtomobil'nogo transporta v sel'skom hozjajstve/G.D. Kokorev//Sbornik materialov nauchno-prakticheskoi konferencii, posvjashhennoj 50-letiju kafedr «Jekspluatacija mashinno-traktornogo parka» i «Tehnologija metallov i remont mashin» inzhenerenogo fakul'teta RGSHA. -Rjazan': RGSHA, 2004. S. 128-131.

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

18. Kokorev G.D. Osnovy postroenija programm tehniceskogo obsluzhivaniya i remonta avtomobil'nogo transporta v sel'skom hozjajstve/G.D. Kokorev//Sbornik materialov nauchno-prakticheskoi konferencii, posvjashhennoj 50-letiju kafedr «Jekspluatacija mashinno-traktornogo parka» i «Tehnologija metallov i remont mashin» inzhenerenogo fakul'teta RGSHA. -Rjazan': RGSHA, 2004. S. 133-136.

19. 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.

20. Kokorev G.D. Diagnostirovanie dizelej metodom cilindrovogo balansa/G.D. Kokorev, I.A. Uspenskij, I.N. Nikolotov// Traktory i sel'hozmashiny. – 2009 - №8. – S. 45-46.

21. Kokorev G.D. Tendencii razvitija sistemy tehniceskoi 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.

22. Kokorev G.D. Povyszenie jeffektivnosti processa tehniceskoi jekspluatacii avtomobil'nogo transporta v sel'skom hozjajstve/G.D. Kokorev//Materialy mezhdunarodnoj

jubilejnoj nauchno-prakticheskoj konferencii posvjashhennoj 60-letiju RGATU.- Rjazan': RGATU, 2009.S. 166-177.

23. Kokorev G.D. Sistemy monitoringa i diagnostiki avtomobil'nogo transporta v sel'skom hozjajstve po vibracii / G.D. Kokorev, I.N. Nikolotov, N.V. Byshov, I.A. Uspenskij // Materialy Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoi konferencii «Povyshenie jeffektivnosti funkcionirovanija mehanicheskikh i jenergeticheskikh sistem». – Saransk, 2009. S. 176–182.

24. Kokorev, G.D. Metod prognozirovanija tehničeskogo 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.

25. Kokorev G.D. Rol' diagnostirovanija tormoznyh sistem v povyshenii bezopasnosti dvizenija i jeffektivnosti tehničeskoi jekspluatacii / G.D. Kokorev, I.A.Uspenskij, D.V. Bezrukov, I.N.Nikolotov // Fundamental'nye i prikladnye problemy sovershenstvovanija porshnevnyh dvigatelej. XII Mezhdunarodnaja nauchno-praktičeskaja konferencija. – Vladimir. 2010. – S. 329–331.

26. Uspenskij I.A. Osnovnye principy diagnostirovanija MSHT s ispol'zovaniem sovremennogo diagnostičeskogo oborudovanija / I.A. Uspenskij, P.S. Sinicin, G.D. Kokorev // Sbornik nauchnyh rabot studentov RGATU. Materialy nauchno-praktičeskoi konferencii. – Rjazan'. 2011, 1 tom. – S. 263–269.

27. Byshov N.V. Diagnostirovanie mobil'noj sel'skohozjajstvennoj tehniki s ispol'zovaniem pribora firmy “Samte” / N.V. Byshov, S.N. Borychev, I.A. Uspenskij, G.D. Kokorev // V jelektronnom zhurn. «Nauchnyj zhurnal KubGAU». – 2012 g., № 04 (078), rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/4/pdf/42.pdf>, S. 487 – 497.

28. Byshov N.V. Periodičnost' kontrolja tehničeskogo sostojanija mobil'noj sel'skohozjajstvennoj tehniki/N.V. Byshov, S.N. Borychev, G.D. Kokorev i dr.//Politematičeskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. -Krasnodar: KubGAU, 2012. -№07(081). S. 480 -490. -IDA [article ID]: 0811207036. -Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/36.pdf>, 0,688 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,266

29. Byshov, N. V. Razrabotka tablicy sostojanij i algoritma diagnostirovanija tormoznoj sistemy /N. V. Byshov //Vestnik KrasGAU. -2013. -№12. -S. 179 -184.

30. Byshov N.V. Metody opredelenija racional'noj periodičnosti kontro-lja tehničeskogo sostojanija tormoznoj sistemy mobil'noj sel'skohozjajstvennoj tehniki /Byshov N. V., Borychev S. N., Uspenskij I.A., Kokorev G.D., Nikolotov I.N., Gusarov S.N., Pankova E.A.// Politematičeskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №02(086). S. 585 – 596. – IDA [article ID]: 0861302041. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/02/pdf/41.pdf>

31. Povyshenie gotovnosti k ispol'zovaniju po naznacheniju mobil'noj sel'skohozjajstvennoj tehniki sovershenstvovanijem sistemy diagnostirovanija: monografija. Byshov N.V., Borychev S.N., Uspenskij I.A., Kokorev G.D., Juhin I.A., Zhukov K.A., Gusarov S.N.-Rjazan': FGBOU VPO RGATU, 2013.-187 s.: il., tabl.-Bibliogr.: s. 174-187 (161 nazv.).-ISBN 978-5-98660-121-2. Shifr 13-4118

32. Kokorev, G.D. Matematičeskaja model' izmenenija tehničeskogo sostojanija mobil'nogo transporta v processe jekspluatacii/G.D. Kokorev//Vestnik RGATU -2012.-№4(16). -S. 90-93.

33. Pat. №2452880 RF. Ustrojstvo informirovanija voditelja o predel'nom iznose tormoznoj nakladki/Nikolotov I.N., Karcev E.A., Kokorev G.D., i dr. - _Zajavl. 15.10.2010; opubl. 10.06.12 Bjul. №16.-6s.

34. Kokorev, G.D. Metodologija sovershenstvovanija sistemy tehničeskoi jekspluatacii mobil'noj tehniki v sel'skom hozjajstve/G.D. Kokorev. -Rjazan': FGBOU VPO

RGATU, 2013. -247 s.

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

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

37. Uspenskij I.A. Razrabotka teoreticheskijh položenij po raspoznaniu klassa tehnicheckogo sostojanija tehniki /I.A. Uspenskij, G.D. Kokorev, I.N. Nikolotov, S.N. Gusarov//Aktual'nye problemy jekspluatacii avtotransportnyh sredstv. Materialy 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.)

38. Kokorev G. D. Prognozirovanie izmenenija tehnicheckogo sostojanija tormoznoj sistemy obrazca mobil'nogo transporta v processe jekspluatacii / G. D. Koko-rev, I. A. Uspenskij, E. A. Pankova, I. N. Nikolotov, S. N. Gusarov // Pererabotka i upravlenie kachestvom sel'skohozjajstvennoj produkciej: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. – Minsk, 2013. – S. 197–200.

39. Kokorev G.D. Povyszenie jeffektivnosti sistemy tehnicheckoj jekspluatacii avtomobilej v sel'skom hozjajstve na osnove inzhenerno-kibernetičeskogo podhoda: dis. ... dokt. tehn. nauk: 05.20.03/G.D. Kokorev. -Rjazan', 2014. -483 s.

40. Kokorev G.D. Povyszenie jeffektivnosti sistemy tehnicheckoj jekspluatacii avtomobilej v sel'skom hozjajstve na osnove inzhenerno-kibernetičeskogo podhoda/ G.D. Koko-rev//Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehnicheckijh nauk/Mordovskij gosudarstvennyj universitet im. N.P. Ogareva. Rjazan', 2014. -36 s.

41. Kokorev G.D. Mesto i rol' diagnostirovanija pri primenenii sistemy tehnicheckogo obsluzhivanija avtomobil'noj tehniki s kontrolom tehnicheckogo sostojanija/G.D. Koko-rev//Materialy XVII mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii. Pod obshhej redakciej kandidata tehnicheckijh nauk, docenta Sh.A. Amirsejidova. – Vladimir: FGBOU VO VIGU, 2015.-S. 51-55.

42. Kokorev G.D. Nekotorye aspekty sovershenstvovanija tehnicheckoj jekspluatacii avtomobilej v sel'skom hozjajstve/ G.D. Kokorev//Materialy mezhdunarodnoj nauchno-praktičeskoj konferencii, posvjashhennoj 100-letiju kafedry sel'skohozjajstvennyh mashin agroinzhenernogo fakul'teta Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta imeni imperatora Petra I. – Voronezh: FGBOU VO VIGU, 2015. – S. 158–161.

43. Kokorev G. D. Metodika vybora diagnostiruemyh parametrov avtomobilej v uslovi-jah sel'skohozjajstvennogo proizvodstva [Jelektronnyj resurs] / G. D. Kokorev // Poli-tematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrar-nogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU). – Krasnodar: KubGAU, 2016. – № 117 (03). – S. 793–806. – IDA [article ID]: 0811207036. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/03/pdf/52.pdf>.

44. Pat. №2452880 RF. Ustrojstvo informirovanija voditelja o predel'nom iznose tormoznoj nakladki/Nikolotov I.N., Karcev E.A., Kokorev G.D., i dr. - _Zajavl. 15.10.2010; opubl. 10.06.12 Bjul. №16.-6s.

45. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM №2011616091. Jekspertnaja sistema diagnostirovanija dizelja KamAZ 740 / Kokorev G.D., Byshov N.V., Borychev S.N., Karcev E.A. i dr. – 2011 g.

46. Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM №2013660484. Imitacionnaja model' proizvodstvennogo processa remonta agregatov / Byshov N.V., Borychev S.N., Kokorev G.D., Uspenskij I.A. – 2013 g.