

российских полях? // Сахарная свекла. – 2004. – № 7. – С. 35.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.

9. Методические рекомендации по семеноводству сахарной свеклы. – Киев: Изд-во ВНИС, 1972. – 108 с.

References

1. Apasov I.V. Semenovodstvo sakharnoi svekly: sostoyanie, prichiny krizisa, programma razvitiya // Sakharnaya svekla. – 2008. – № 5. – С. 28-32.

2. Vishnevskii A.D. V pomoshch' sveklovodam // Sakharnaya svekla. – 1994. – № 9. – С. 23.

3. Kochetkov V.A. Uborochnaya tekhnika: vybor za vami // Sakharnaya svekla. – 2000. – № 11. – С. 18.

4. Pogodin V.N. Povrezhdeniya korneplodov i ikh sokhrannost' // Sakharnaya svekla. – 1981. – № 9. – С. 28-29.

5. Nikitin A.F. Poteri urozhaya ot povrezhdeniya golovok korneplodov vo vremya uborki // Sakharnaya svekla. – 2008. – № 9. – С. 32-34.

6. Chernyavskaya L.I., Pavlyuchenko N.I., Tomilenko E.G. Khranenie mekhanicheskoi povrezhdennoi svekly // Sakharnaya svekla. – 1990. – № 4. – С. 37-41.

7. Solntsev V.N., Bykasov E.E., Teslenko I.S. Kakie mashiny dolzhny rabotat' na rossiiskikh polyakh? // Sakharnaya svekla. – 2004. – № 7. – С. 35.

8. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – М.: Колос, 1985. – 416 с.

9. Metodicheskie rekomendatsii po semenovodstvu sakharnoi svekly. – Kiev: Izdatel'stvo VNIS. – 1972. – 108 с.



УДК 629.463

С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца
S.V. Shchitov, Z.F. Krivutsa

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ТОПЛИВНУЮ ЭКОНОМИЧНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АПК

THE EFFECT OF EXTERNAL FACTORS ON FUEL ECONOMY OF AUTOMOBILES PERFORMING TRANSPORTATION AND TECHNOLOGICAL TASKS IN AGRICULTURAL INDUSTRY

Ключевые слова: транспорт, расход топлива, скорость движения, состояние дорожного покрытия, коэффициент возрастания, математическая модель.

Существенным повышением эффективности работы автотранспорта в различных, переменных условиях эксплуатации является учет адаптивности транспорта к этим условиям. При значительной сезонной вариации условий эксплуатации, существующие методы планирования и организации технологического процесса перевозок грузов на предприятиях АПК не позволяют полностью реализовать потенциальное качество автомобилей, заложенное при проектировании и производстве. Поэтому для определения фактического расхода топлива на транспортных работах необходимо

учитывать как конструктивные особенности различных автомобилей, так и совместное влияние состояния дорожного покрытия и скорости движения на расход топлива при эксплуатации грузовых автомобилей. Целью работы явилось установление закономерности изменения показателей топливной экономичности автотранспортных средств в зависимости от совместного влияния состояния дорожного покрытия и скорости движения. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: разработать показатели приспособленности грузовых автомобилей к состоянию дорожного покрытия и скорости движения по расходу топлива; установить вид двухфакторной математической модели совместного влияния категории дороги скорости движения на расход топлива автомобиля; экспериментально

определить численные значения параметров математических моделей для грузовых автомобилей. Объектом исследования явился процесс формирования расхода топлива автомобилями КамАЗ-45143 при выполнении перевозок грузов сельскохозяйственного назначения на расстояние 60 км по дорогам с асфальтобетонным покрытием при следующих условиях: $\beta = 0,5$; $q = 9,1$ т; $\gamma = 1$. Измерение расхода топлива проводилось с использованием навигационной системы ГЛОНАСС и GPS мониторинга транспорта при скоростных режимах от 40 до 70 км/ч. На основе экспериментальных исследований определен вид двухфакторной математической модели, позволяющей адекватно интерпретировать и моделировать расход топлива грузовых автомобилей с учетом сезонной вариации условий эксплуатации.

Keywords: *transportation, fuel consumption, vehicle speed, road surface condition, increase coefficient, mathematical model.*

The efficiency of automobile transport depends on the operating conditions which are of seasonal nature. The existing methods of planning and organization of transportation technological process in agricultural industry do not allow using the entire

Щитов Сергей Васильевич, д.т.н., проф., проректор по учебной и воспитательной работе, Дальневосточный государственный аграрный университет. Тел.: (4162) 52-65-86. E-mail: zfk20091@rambler.ru.

Кривуца Зоя Федоровна, к.ф.-м.н., доцент, зав. каф. «Физика и информатика», Дальневосточный государственный аграрный университет. E-mail: zfk20091@rambler.ru

designed potential of automobiles. To reveal the actual fuel consumption, the design features of different vehicles, the effect of road surface condition and vehicle speed should be taken into account. The research goal was to reveal the patterns of change in vehicle fuel economy indices under combined effect of road surface condition and vehicle speed. The following objectives were involved: to develop adaptability indices of load-carrying vehicles to the road surface condition and vehicle speed in terms of fuel consumption, to define the type of two-factor mathematical model of the combined effect of road surface condition and vehicle speed on fuel consumption; and to define numerical values of the mathematical models' parameters for load-carrying vehicles. The research subject was the formation of fuel consumption of KamAZ-45143 automobile when transporting an agricultural load at a distance of 60 km on asphaltic concrete road under the following conditions: $\beta = 0.5$; $q = 9.1$ t; $\gamma = 1$. The fuel consumption was measured with the use of GLONASS and GPS monitoring at the speed of 40-70 km h. The type of two-factor mathematical model was defined on the basis of experimental studies. It enables adequate interpretation and modeling the fuel consumption of load-carrying vehicles taking into account seasonal varying patterns of operation.

Shchitov Sergey Vasilyevich, Dr. Tech. Sci., Prof., Vice-Rector for Academics and Upbringing, Far East State Agricultural University. Ph.: (4162) 526586. E-mail: zfk20091@rambler.ru.

Krivutsa Zoya Fedorovna, Cand. Phys.-Math. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Physics and Information Science, Far East State Agricultural University. Ph.: 914-6076608. E-mail: zfk20091@rambler.ru.

Введение

Для успешной реализации государственной программы развития сельского хозяйства на 2012-2020 гг, нацеленной на динамичное техническое перевооружение отрасли, необходимо внедрять в растениеводстве систему технологий и машин, обеспечивающую выбор оптимальных зональных технологий с учетом агроландшафтного разнообразия условий, уровня интенсификации производства и финансово-экономического состояния сельхозтоваропроизводителя.

При транспортно-технологическом обеспечении АПК в систему технологий и машин в первую очередь должны войти транспортные средства с высоким уровнем приспособленности к зональным и сезонным вариациям условий эксплуатации, что позволит в полной мере реализовать потенциальные качества автомобилей, заложенные при проектировании и производстве [1].

Условия эксплуатации автомобилей оказывают значительное влияние на эффективность, существенно изменяя уровень производительности, расход топлива, надежность и другие показатели [2-5], поэтому особый ин-

терес вызывает исследование влияния состояния дорожного покрытия на расход топлива при различных скоростных режимах автомобилей. Рассматриваемая проблема становится актуальнее, чем больше отклонения условий эксплуатации от стандартных и чем хуже приспособленность автомобилей к этим отклонениям.

Также необходимо учитывать, что при перевозке грузов автомобильным транспортом по дорогам с различным типом покрытия формируется дополнительный расход топлива вследствие увеличения коэффициента сопротивления качению в условиях, которые отличаются от стандартных.

Таким образом, для определения фактического расхода топлива на транспортных работах необходимо учитывать как конструктивные особенности различных автомобилей, так и условия, в которых они эксплуатируются. Целесообразно для решения представленной задачи определить степень влияния состояния дорожного покрытия и скорости движения на показатели топливной экономичности грузовых автомобилей.

Цель исследования – установление закономерностей изменения показателей топливной экономичности автотранспортных средств в зависимости от совместного влияния состояния дорожного покрытия и скорости движения.

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих **задач**:

- 1) установить вид математической модели влияния типа и состояния дорожного покрытия на расход топлива грузовых автомобилей;
- 2) установить вид математической модели влияния скорости движения на расход топлива грузовых автомобилей;
- 3) разработать показатели приспособленности автомобилей к состоянию дорожного покрытия и скорости движения по расходу топлива;
- 4) установить вид двухфакторной математической модели совместного влияния состояния дорожного покрытия и скорости движения на расход топлива автомобиля;
- 5) экспериментально определить численные значения параметров математических моделей для грузовых автомобилей.

Объекты и методы исследований

При движении автомобилей по дорогам с различным покрытием наблюдается изменение расхода топлива за счет увеличения сил сопротивления движению. Для определения совместного влияния скорости движения и состояния дорожного покрытия на расход топлива были проведены экспериментальные исследования на примере работы автомобилей КамАЗ-45143 при выполнении перевозок сельскохозяйственных грузов на расстояние 60 км при следующих условиях: $\beta = 0,5$; $q = 9100$ кг; $\gamma = 1$. Измерение расхода топлива проводилось с использованием навигационной системы ГЛОНАСС и GPS мониторинга транспорта. Маршрутный расход топлива определялся на режимах движения от 40 до 70 км/ч для выбранных категорий дорог [6, 7].

В теории автомобиля коэффициент сопротивления качению f является основным показателем, характеризующим тип и состояние дорожного покрытия, по которому движется автомобильный транспорт. Значения данного коэффициента в конкретных условиях эксплуатации транспорта определяются характеристиками используемых на автомобиле шин, особенностью конструкции его подвески и характеристиками дорожного покрытия. Поэтому коэффициент сопротивления качению f учитывает не только состояние и тип дорожного покрытия, но и конструктивные особенности автомобиля.

С точки зрения теории приспособленности для решения практических задач необходимо разграничивать часть затрат энергии, которая

связана непосредственно с конструкцией шин и автомобиля, и часть энергии, затрачиваемой на преодоление сопротивления качению дороги. Согласно методике, предложенной в работе [8], полный коэффициент сопротивления качению состоит из двух частей:

$$f = f_a + f_d, \quad (1)$$

где f_a – коэффициент сопротивления качению, характеризующий особенности конструкции шин и подвески автомобиля;

f_d – коэффициент сопротивления качению, характеризующий особенности дорожного покрытия, по которому движется транспортное средство.

Таким образом, на твердых дорогах с асфальтобетонным покрытием коэффициент сопротивления качению f характеризует внутренние потери в системе колесного движителя автомобиля в условиях пренебрежимо малых необратимых деформации дороги. Поэтому коэффициент будет являться показателем, характеризующим качества автомобиля, при этом значение коэффициента f_d обращается в нуль. Необходимо учитывать, что при изменении скорости движения автомобиля, в интервале 0-40 км/ч коэффициент сопротивления качению изменяется незначительно, и его можно считать постоянным в указанном диапазоне скоростей. При увеличении скорости движения транспортного средства коэффициент сопротивления качению f увеличивается за счет возрастания затрат энергии, связанных непосредственно с конструкцией шин и автомобиля, при этом значения коэффициента f_d остаются постоянными.

Для определения значений показателей, входящих в уравнение (1), воспользуемся экспериментальными данными, полученными авторами в работе [10] методом, разработанным профессором, д.т.н. Г.В. Зимелевым [9].

Результаты эксперимента приведены в таблице.

В рамках данного исследования построены зависимости расхода топлива от скорости движения автомобиля при различных состояниях дорожного покрытия (рис. 1).

Для разработки математической модели влияния скорости движения на расход топлива воспользуемся среднестатистическими экспериментальными данными, при этом в качестве аргумента выбираем интервал от 45 до 75 км/ч (рис. 1). Представленные экспериментальные данные показали, что в рассматриваемом диапазоне скоростей расход топлива грузовых автомобилей можно описать экспоненциальной моделью:

$$G = G_0 e^{k(V-V_0)} \quad (2)$$

где G – расход топлива, л/100 км;

G_0 – наименьшее значение расхода топлива, л/100 км;

δ – коэффициент возрастания, ч/км;
 V – скорость движения, км/ч;
 V_0 – скорость движения при наименьшем расходе топлива, км/ч.

Выясним физический смысл коэффициента возрастания δ . Обозначим ΔV – интервал

скорости, при котором расход топлива увеличивается в e раз, тогда

$$\frac{G}{G_0} = e^{\delta \Delta V} = e^1 \rightarrow \delta \Delta V = 1 \rightarrow \delta = \frac{1}{\Delta V} \quad (3)$$

Следовательно, коэффициент возрастания δ является физической величиной, обратной скоростному интервалу, в течение которого расход топлива увеличивается в e раз.

Для оценки адекватности предлагаемой однофакторной математической модели воспользуемся среднестатистическими экспериментальными данными (рис. 1). Достоверность аппроксимации составила 0,988 для предлагаемой однофакторной математической модели. Следовательно, для моделирования влияния скорости движения на расход топлива автомобиля КамАЗ-45143 при задан-

ных условиях эксплуатации рекомендуем использовать следующее уравнение:

$$G = 34,33e^{0,0178(V-45)} \quad (4)$$

Для оценки влияния типа и состояния дорожного покрытия на расход топлива при различных скоростных режимах проведен анализ результатов экспериментальных исследований, представленных на рисунке 2.

Исходя из экспериментальных среднестатистических данных, определим аналитическую модель зависимости расхода топлива G от типа и состояния дорожного покрытия (рис. 2). Исследования показали, что в рассматриваемых диапазонах влияние типа и состояния дорожного покрытия на расход топлива грузовых автомобилей можно описать экспоненциальной моделью:

$$G = G_0 e^{\delta f_d} \quad (5)$$

где G – расход топлива, л/100 км;

G_0 – наименьшее значение расхода топлива, л/100 км;

δ – коэффициент возрастания;

f_d – коэффициент сопротивления качению.

Таблица

Значения коэффициентов сопротивления качению автомобиля КамАЗ-45143 в зависимости от типа и состояния дорожного покрытия

Тип и состояние поверхности дороги	Коэффициент сопротивления качению f	Коэффициент сопротивления качению f_d
Асфальтобетонная дорога	0,018±0,0011	-
Асфальтобетонная дорога, мокрая поверхность (слой снега до 1 см)	0,021±0,0012	0,003
Гравийно-щебеночная дорога	0,027±0,0014	0,009
Гравийно-щебеночная дорога, мокрая поверхность (слой снега до 1 см)	0,031±0,0013	0,013
Грунтовая дорога	0,045±0,002	0,027
Грунтовая дорога, мокрая поверхность (слой снега до 1 см)	0,153±0,0085	0,135

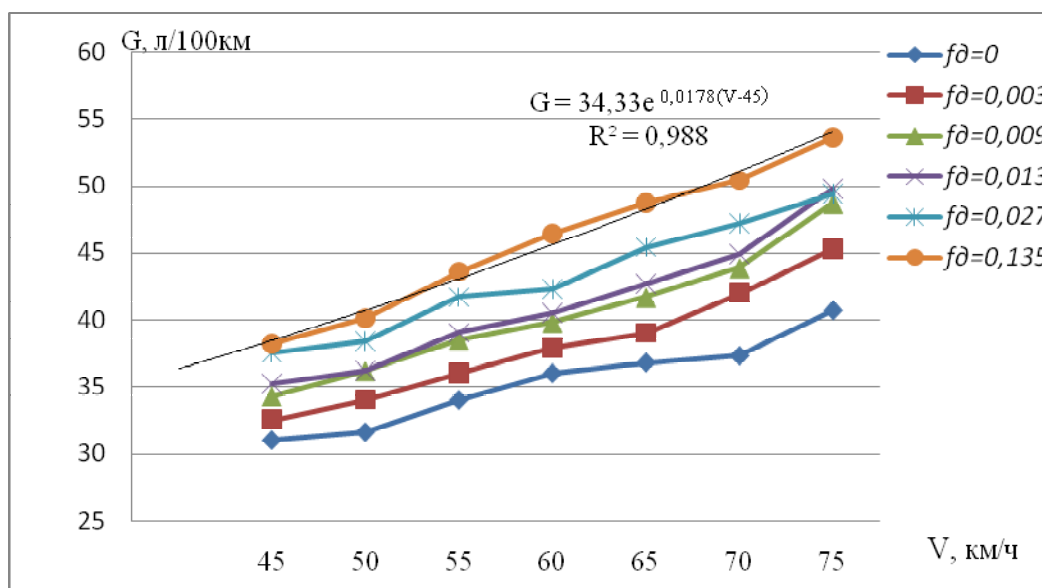


Рис. 1. Зависимость расхода топлива автомобиля КамАЗ-45143 от скорости движения

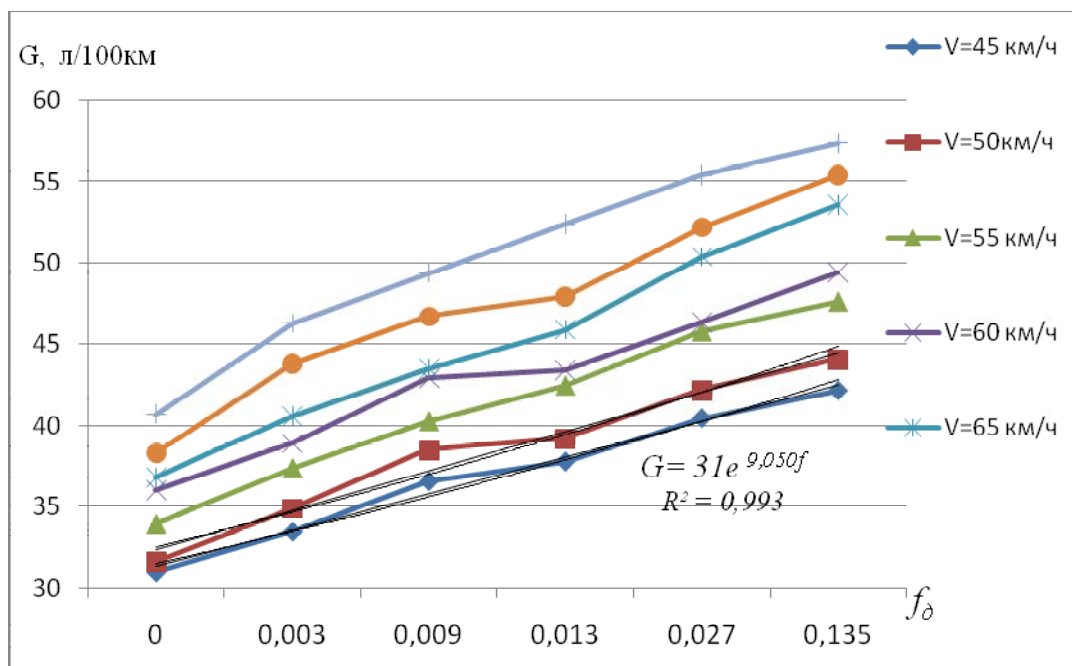


Рис. 2. Зависимость расхода топлива автомобиля КамАЗ-45143 от типа и состояния дорожного покрытия

Для предлагаемой модели (5) коэффициент возрастания δ является физической величиной, обратной коэффициенту сопротивления качения, в течение которого расход топлива увеличивается в e раз.

Достоверность аппроксимации составляет 0,993 для предлагаемой однофакторной математической модели (рис. 2). Следовательно, для моделирования влияния типа и состояния дорожного покрытия на расход топ-

лива автомобиля КамАЗ-45143 рекомендуем использовать следующее уравнение:

$$G = 31e^{9,05f\delta} \quad (6)$$

Для описания совместного влияния типа, состояния дорожного покрытия и скорости движения автомобиля на основе однофакторных моделей определена мультипликативная многофакторная модель. Искомая математическая модель имеет вид

$$G = G_0 e^{\delta_1(V-V_0)} e^{\delta_2 f \delta} \quad (7)$$

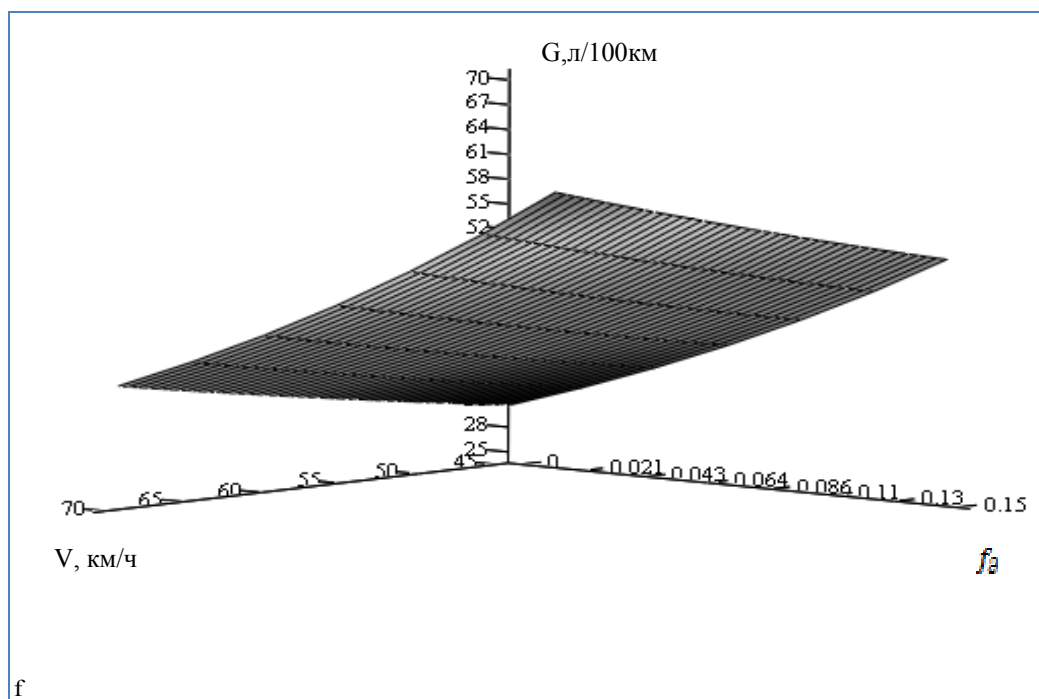


Рис. 3. Зависимость расхода топлива автомобиля КамАЗ-45143 от влияния типа дорожного покрытия и скорости движения

Пользуясь полученными численными значениями параметров математических моделей в рассматриваемых условиях эксплуатации грузовых автомобилей, данная модель (6) принимает вид

$$G = 31e^{0.00176(V-45)} e^{-0.0050/a}. \quad (8)$$

Проверка адекватности модели проводилась по критерию Фишера. Расчетные значения дисперсионного отношения Фишера для предложенной модели выше табличного значения критерия Фишера с вероятностью 0,91, что свидетельствует об адекватности модели экспериментальным данным. График, построенный по мультипликативной модели (8), приведен на рисунке 3.

Заключение

При эксплуатации грузовых автомобилей на показатели топливной экономичности существенно влияют сезонные условия. На основе экспериментальных исследований определен вид двухфакторной математической модели совместного влияния типа, состояния дорожного покрытия и скорости движения на расход топлива автомобиля. Исследуемые зависимости описываются экспоненциальными математическими моделями.

Использование полученных результатов исследования при планировании доставки грузов сельскохозяйственного назначения позволяет адекватно интерпретировать и моделировать процессы изменения качества грузовых автомобилей с учетом сезонной вариации условий эксплуатации, что позволит наиболее точно определить пути снижения энергетических затрат [11, 12] и, как следствие, повысить эффективность использования транспортных средств на предприятиях АПК.

Библиографический список

1. Система технологий и машин для комплексной механизации растениеводства Амурской области на 2011-2015 годы / под общ. ред. И.В. Бумбара, А.Н. Панасюка, В.А. Тильбы. – Благовещенск: ДальГАУ, 2011. – 263 с.
2. Захаров Н.С. Влияние сезонных условий на процессы изменения качества автомобилей: дис. ... докт. техн. наук. – М., 2000. – 523 с.
3. Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Чирков С.Т. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации. – М.: Транспорт, 1989. 129 с.
4. Кривуца З.Ф. Влияние внешних факторов на оптимизацию работы автомобильного транспорта // Сборник научных докладов ВИМ. – М., 2010. – Т. 1. – С. 378-385.
5. Кривуца З.Ф. Исследование топливной экономичности автомобилей в транспортно-технологическом обеспечении предприятий АПК // Вестник Алтайского государственного

аграрного университета. – 2014. – № 3. – С. 107-110.

6. Щитов С.В., Кривуца З.Ф. Оптимизация работы автомобильного транспорта с использованием навигационных систем ГЛОНАСС И GPS // Научное обозрение. – 2011. – № 6. – С. 87-92.

7. Евдокимов В.Г., Щитов С.В., Кривуца З.Ф. Использование навигационной системы ГЛОНАСС и GPS для мониторинга автомобильного транспорта // Двойные технологии. – 2012. – № 3. – С. 26-29.

8. Кутько Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства – М.: КолосС, 2004. – 504 с.

9. Щитов С.В., Тихончук П.В., Кривуца З.Ф. Влияние дорожного покрытия на коэффициент сопротивления качению грузовых автомобилей // Научное обозрение. – 2013. – № 6. – С. 29-34.

10. Зимелев Г.В. Теория автомобиля. – М.: Машгиз, 1960. – 456 с.

11. Щитов С.В., Кривуца З.Ф. Снижение энергозатрат на транспортных работах за счет оптимизации скорости движения // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5. – С. 114-117.

12. Shitov S.V., Krivyutca Z.F. Assessment of transport and technological support cropping // Science, Technology and Higher Education: materials of the international research and practice conference, Vol. 1, Westwood, December 11th-12th, 2012 / Publishing Office Accent Graphics Communications – Westwood – Canada, 2012. – ISBN 978-1-927480-38-0–522-529 p.

References

1. Sistema tekhnologii i mashin dlya kompleksnoi mekhanizatsii rastenievodstva Amurskoi oblasti na 2011-2015 gody / pod obshch. red. I.V. Bumbara, A.N. Panasyuka, V.A. Til'by. – Blagoveshchensk: Dal'GAU, 2011. – 263 s.
2. Zakharov N.S. Vliyanie sezonnykh uslovii na protsessy izmeneniya kachestva avtomobilei: dis. ... dokt. tekhn. nauk. – M., 2000. – 523 s.
3. Reznik L.G., Romalis G.M., Chirkov S.T. Effektivnost' ispol'zovaniya avtomobilei v razlichnykh usloviyakh ekspluatatsii. – M.: Transport, 1989. – 129 s.
4. Krivyutca Z.F. Vliyanie vneshnikh faktorov na optimizatsiyu raboty avtomobil'nogo transporta // Sbornik nauchnykh dokladov VIM. – 2010. – Tom 1. – S. 378-385.
5. Krivyutca Z.F. Issledovanie toplivnoi ekonomichnosti avtomobilei v transportno-tekhnologicheskom obespechenii predpriyatii APK // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 3. – S. 107-110.

6. Shchitov S.V., Krivutsa Z.F. Optimizatsiya raboty avtomobil'nogo transporta s ispol'zovaniem navigatsionnykh sistem GLONASS I GPS // Nauchnoe obozrenie. – 2011. – № 6. – S. 87-92.

7. Evdokimov V.G., Shchitov S.V., Krivutsa Z.F. Ispol'zovanie navigatsionnoi sistemy GLONASS i GPS dlya monitoringa avtomobil'nogo transporta // Dvoinye tekhnologii. – 2012. – № 3. – S. 26-29.

8. Kut'ko G.M. Traktory i avtomobili. Teoriya i tekhnologicheskie svoystva – M.: KolosS, 2004. – 504 s.

9. Shchitov S.V., Tikhonchuk, P.V., Krivutsa Z.F. Vliyaniye dorozhnogo pokrytiya na koeffitsient soprotivleniya kacheniyu gruzovykh avtomobilei // Nauchnoe obozrenie. – 2013. – № 6. – S. 29-34.

10. Zimelev G.V. Teoriya avtomobilya. – M.: Mashgiz, 1960. – 456 s.

11. Shchitov S.V., Krivutsa Z.F. Snizhenie energozatrat na transportnykh rabotakh za schet optimizatsii skorosti dvizheniya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 5. – S. 114-117.

12. Shitov S.V., Krivytsa Z.F. Assessment of transport and technological support cropping // Science, Technology and Higher Education: materials of the international research and practice conference, Vol. I, Westwood, December 11th-12th, 2012 / Publishing Office Accent Graphics Communications – Westwood – Canada, 2012. – ISBN 978-1-927480-38-0– 522-529 p.



УДК 621.31.658.382.2

О.К. Никольский, Н.И. Черкасова, А.Ф. Костюков
O.K. Nikolskiy, N.I. Cherkasova, A.F. Kostyukov

СЦЕНАРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКА СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

SCENARIO RISK MODELING OF RURAL ELECTRIC MAINS

Ключевые слова: интегральный риск, моделирование, оценка риска, ущербы, экспертная оценка.

Keywords: integral risk, modeling, risk evaluation, damage, expert estimation.

Целью исследования является оценка эффективности эксплуатации электроустановок, которая должна определяться, в первую очередь, обеспечением надежности и безопасности, при приемлемых затратах на техническое обслуживание и ремонт. Достижение цели возможно при решении задач методами повышения надежности технических систем, инструментальными средствами диагностики и путем прогнозирования остаточного ресурса. Анализ и оценка интегрального риска связаны с проблемой получения информации о состоянии системы. Если при идентификации воздействующих факторов имеются статистические данные, то задача оценки риска решается методами теории вероятностей. При отсутствии исходной информации возникает необходимость снятия неопределённости, касающейся в первую очередь человеческого фактора и среды. Задача такого рода может быть решена методом сценарного анализа, позволяющего проверить системные исследования с преимущественной ориентацией на количественные оценки сценарных моделей. В настоящее время не разработана целостная методология сценарных исследований, как и отсутствует четкое определение самого понятия «сценарий». Не претендуя на обобщённое определение, под сценарием будем понимать некую гипотетическую прогнозирующую модель, адекватную реальному объекту исследования. Основной целью сценарных исследований является представ-

ление объективной информации о техногенных рисках сельских электрических сетей как методической основы для разработки рекомендаций по обеспечению нормативного значения уровня безопасности. В основе количественной оценки уровня техногенной опасности ЭЭС должен быть положен интегральный риск, выраженный в виде некоторого вектора, компонентами которого являются ущербы (потери) в денежном эквиваленте, вызванные перерывами электроснабжения, снижением качества электроэнергии, возникновением пожаров, электротравм людей и электропатологии животных.

The research goal is to evaluate the efficiency of electric installation operation; the efficiency should be determined primarily by ensuring reliability and safety at reasonable costs of maintenance and repair. The goal may be achieved by the methods of reliability improvement of engineering systems, diagnostic instrumentation and limited operation life forecasting. The analysis and evaluation of integral risk is connected with receiving the information about the system status. When there are statistical data at the identification of the affecting factors, the risk evaluation problems are solved by the probability theory methods. When there is no initial information, the uncertainty related to human factor and the environment should be eliminated. Such a problem may be solved by the method of scenario analysis which enables verifying the system study with prevailing focus on quantitative assessment of scenario models. Nowadays there is no integral methodology of scenario studies and there is no definition of the term 'scenario' either. Within this research, not intending to give a generalized