

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Автотракторный факультет

# АВТОМОБИЛЕ- И ТРАКТОРОСТРОЕНИЕ

Материалы Международной  
научно-практической конференции

В 2 томах

Том 2

Минск  
БНТУ  
2019

УДК [378+621+625+629+65+744]

ББК 39я43

A22

Редакционно-рецензионная коллегия:

декан автотракторного факультета БНТУ, д. т. н., доцент

*Д. В. Капский* (отв. редактор);

зав. кафедрой «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод» БНТУ,

д. т. н., профессор *А. И. Бобровник*;

зав. кафедрой «Тракторы» БНТУ, д. т. н., профессор *В. Б. Бойков*;

зав. кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей» БНТУ,

д. т. н., профессор *В. С. Ивашко*;

зав. кафедрой «Экономика и логистика» БНТУ,

д. э. н., профессор *Р. Б. Ивуть*;

зав. кафедрой «Автомобили» БНТУ, к. т. н., доцент *С. А. Сидоров*;

профессор кафедры «Двигатели внутреннего сгорания» БНТУ,

д. т. н., профессор *Г. М. Кухаренко*;

зам. декана по научной работе АТФ БНТУ, к. т. н., доцент *А. С. Поварехо*;

зав. кафедрой «Транспортные системы и технологии» БНТУ,

д. т. н., доцент *С. А. Рынкевич*;

зав. кафедрой «Инженерная графика машиностроительного

профиля» БНТУ, к. в. н., доцент *В. Г. Шостак*

В сборнике представлены материалы Международной научно-практической конференции «Автомобиле- и тракторостроение», состоявшейся на автотракторном факультете Белорусского национального технического университета 24–27 мая 2019 года, тематика которых посвящена вопросам проектирования, производства, эксплуатации автомобильного транспорта, тракторов, мобильных систем и комплексов.

ISBN 978-985-583-408-4(Т.2)

ISBN 978-985-583-406-0

© Белорусский национальный  
технический университет, 2019

УДК 629.1-44/-445.9

РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ  
ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ  
ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ  
IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGY OF FORMATION  
OF THE NEED FOR SPARE PARTS FOR CARS  
IN THE MAINTENANCE OF OIL  
AND GAS PRODUCTION FACILITIES

С.А. Теньковская, асп., А.В. Власов, студ.,  
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»,  
г. Тюмень, Россия

S. Tenkovskaya, Post-graduate, A. Vlasov, Student,  
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russian Federation

*Аннотация. В статье обоснована необходимость определения экономически целесообразного способа формирования резерва запасных частей автомобилей предприятий технологического транспорта нефтегазодобывающего управления (ПТТ НГДУ). Определен наиболее рациональный метод формирования резерва запасных частей автомобилей ПТТ НГДУ. Установлена зависимость затрат на запасные части автомобилей от пробега и времени с начала эксплуатации.*

*Abstract. The article substantiates the need to determine the economically feasible method of forming a reserve of spare parts of cars of enterprises of technological transport of oil and gas management (PTT NGDU). The most rational method of formation of a reserve of spare parts for cars of PTT oil and gas. The dependence of the cost of spare parts of cars on the mileage and time from the beginning of operation.*

*Ключевые слова: оптимизация, затраты на запасные части, наработка, резерв запасных частей, складская логистика.*

*Keywords: optimization, spare parts costs, operating time, spare parts reserve, warehouse logistics.*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Автотранспортные предприятия (АТП) России в настоящее время уделяют значительное внимание проблеме управления запасами запасных частей. Запасами на АТП принято считать совокупность материалов и запасных частей, которые представляют собой временно неиспользуемые экономические ресурсы. Запас при этом не должен превышать определенную норму, детали не должны храниться длительное время без движения, чтобы избежать замораживания оборотных средств автотранспортного предприятия. С другой стороны, чрезмерное снижение уровня запасов запасных частей грозит увеличением расходов, связанных с длительными простоями из-за отсутствия необходимых для ремонта запчастей. Таким образом, определение оптимального количества и номенклатуры запасных частей на АТП является одним из приоритетных направлений управления затратами на эксплуатацию и повышения технической готовности подвижного состава.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ.**

При расчете затрат на поддержание работоспособности автомобиля в процессе эксплуатации основную стоимостную нагрузку несут затраты на приобретение запасных частей. За период эксплуатации они составляют около 70 % общей средневзвешенной стоимости услуг по техническому обслуживанию (ТО) и ремонту на один автомобиль.

На предприятиях крайнего Севера и Сибири определение потребности в запасных частях автомобилей в настоящее время затруднено. Доказательством этому служит огромный моральный ущерб предприятий от децентрализованных закупок, простоев бригад основного производства из-за отсутствия запасных частей к автомобилям и хранения сверхнормативных запасов. Основной причиной создавшейся ситуации служит отсутствие использования на предприятиях научно-обоснованной системы формирования резерва запасных частей.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Метод, используемый на предприятии для определения потребности в запасных частях, оказывает непосредственное влияние на его экономические и производственные показатели.

Основные методы можно разбить на три группы: статистические (метод логического древа, по среднемесячной потребности), экспертные (априорное ранжирование, метод Дельфи), нормативные (по ресурсу до 1-й замены детали, по фактическому рыночному спросу на запасные части).

В работе была поставлена цель совершенствования методики формирования резерва запасных частей автомобилей одного из крупнейших нефтегазодобывающих предприятий. В настоящее время на нефтегазодобывающих предприятиях Сибири и Севера, в том числе на исследуемом предприятии, для формирования резерва запасных частей чаще всего используется статистический метод, основанный на расчете затрат на запасные части по предшествующему году (запасные части закупаются исходя из номенклатуры прошлого года без учета возраста и пробега автомобиля).

Изменившаяся ситуация хозяйственных связей по заказам и поставкам запасных частей потребовала новых подходов и методов нормирования потребности запасных частей. Авторами предлагается использовать статистический метод для формирования резерва запасных частей с учетом возраста и пробега автомобиля. Суть метода заключается в разработке математической модели расчёта затрат на запасные части на один автомобиль, а затем на весь парк предприятия по типам автомобилей.

Для оценки влияния пробега с начала эксплуатации на расход запасных частей были проведены экспериментальные исследования в условиях управления технологического транспорта нефтегазодобывающего предприятия. Исходные данные за 2006–2017 год получили по предприятию, парк подвижного состава которого насчитывает более 500 автомобилей марки КАМАЗ.

Автомобили эксплуатировались в идентичных условиях на дорогах с твёрдым покрытием. Среднегодовые пробеги отличались незначительно и для 80 % автомобилей составляли от 40 до 50 тысяч километров. Анализ и обработка полученной информации осуществля-

## Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ»

лась в соответствии с общепринятыми в теории надежности методами. Обработка полученной информации осуществлялась с помощью программ Excel и STATISTICA.

В результате была построена двухфакторная математическая модель, график которой представлен на рисунке 1.

Исходя из полученных данных установлена зависимость затрат на запасные части от наработки и возраста автомобилей. Анализ показал, что закономерность описывается логарифмической моделью  $S_{зч} = A_0 + A_1 \ln(L) + A_2 \ln(T)$ , где  $A_0 = -1,03$ ;  $A_1 = 0,38$ ;  $A_2 = 0,33$ . Значение коэффициента детерминации составило 0,84. То есть можно говорить о сильной зависимости между переменными.

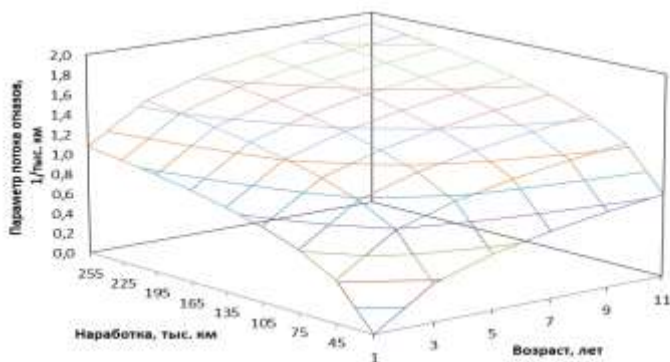


Рисунок 1 – Влияние наработки с начала эксплуатации и возраста автомобилей на стоимость запасных частей

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволяют минимизировать затраты на приобретение запасных частей; решить вопрос своевременного обеспечения предприятия запасными частями; снизить простои автомобилей в ожидании ремонта; оптимизировать использование площадей складов запасных частей; рационализировать срок службы автомобилей; повысить конкурентоспособность предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баженов Ю. В. Основы теории надежности машин: учебное пособие / Ю.В. Баженов. – 2-е изд., кор. и дополненное – М.: 2012. – 312 с.

2. Маняшин, А.В. Особенности имитационного моделирования расхода топлива автомобилем в городских условиях [Текст] / А.В. Маняшин, С.А Маняшин / Т-сomm. Телекоммуникации и транспорт. – Москва: ООО «Медиа паблишер» 2011. - № 3. – С. 28–30.

Представлено 15.04.2019

УДК 623.437.4

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКТОВ ЗИП АВТОМОБИЛЕЙ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННЫХ  
МОДЕЛЕЙ И МЕТОДА ABC  
THE RATIONALE FOR SETS OF SPARE PARTS OF VEHICLES  
WITH THE USE OF REGRESSION MODELS  
AND THE METHOD OF ABC

И.В. Михейчик, адъюнкт,  
Научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Республик  
Республика Беларусь, г. Минск  
I.Mikheichyk, adjunct,  
Research Institute Armed Forces the Republic of Belarus, Minsk

*Аннотация. Ремонт автомобилей осуществляется с использованием комплектов запасных частей инструментов и принадлежностей (ЗИП). Комплекты ЗИП для автомобильной техники в Вооруженных Силах Республики Беларусь формируются для каждой марки машины. В статье определено какое количество и типы запасных частей необходимы для обеспечения требуемого уровня готовности автомобилей.*

*Abstract. Car repair is carried out using com-Plechov spare parts tools and accessories (SPTA). Spare parts sets for automotive vehicles in the Armed Forces of the Republic of Belarus are formed for each brand of*

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

*car. The article defines the number and types of spare parts needed to ensure the required level of readiness of vehicles.*

*Ключевые слова: ремонт, запасные части, военные автомобили.*

*Key words: ремонт, запасные части, военные автомобили.*

## ВВЕДЕНИЕ

В ходе применения военной автомобильной техники по назначению она будет выходить из строя в результате воздействия противника, а также по техническим причинам. Ремонт автомобилей осуществляется с использованием комплектов запасных частей инструментов и принадлежностей (ЗИП). Комплекты ЗИП для автомобильной техники в Вооруженных Силах Республики Беларусь формируются для каждой марки машины. Если для автомобилей семейства ГАЗ-66, Урал-4320, ЗИЛ-131 и др. номенклатура ЗИП определена, то для автомобилей МАЗ-53156, 6317 такого перечня нет. С войсковых, оперативных и стратегических складов в части должны поступать комплекты ЗИП на пополнение их расхода [1]. Поврежденные узлы, агрегаты и механизмы ремонтируются или заменяются на новые с использованием деталей из комплектов ЗИП. Вместе с тем состав комплекта ЗИП не может быть безграничным. Следовательно, необходимо определить такое количество и типы запасных частей, которые обеспечат требуемый уровень готовности автомобилей и при этом будут строго ограничены по цене и объему.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Какое количество комплектов ЗИП для автомобилей МАЗ должно храниться в войсковых, оперативных и стратегических запасах, а также их номенклатурный состав для автомобилей отечественного производства, до настоящего времени не рассматривалась. Она может быть сформулирована следующим образом: для заданной номенклатуры и штатного числа образцов автомобилей МАЗ необходимо выбрать такие запасные части и их количество, включаемые в запасы, которые бы минимизировали суммарные затраты на запасы и обеспечивали уровень боеготовности не ниже заданного.



## ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКТОВ ЗИП АВТОМОБИЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДА АВС

Для решения задачи используем опытно – статистический метод. На основе сведений о надежности автомобильной техники за 2017-2018 год (рисунок 1) строим многофакторную регрессионную модель [3].

Расход запасных частей в данном случае будет результативным признаком  $y$ , а остальные переменные будут факторными признаками  $x_1 \dots x_m$ .

В общем случае регрессионная модель для обоснования комплектов ЗИП будет выглядеть так:

$$y = f(x, b) + e, \quad (1)$$

где  $y$  – результативный признак;  $b$  – параметры модели;  $x$  – регрессоры (факторы модели);  $e$  – вектор ошибок в модели.

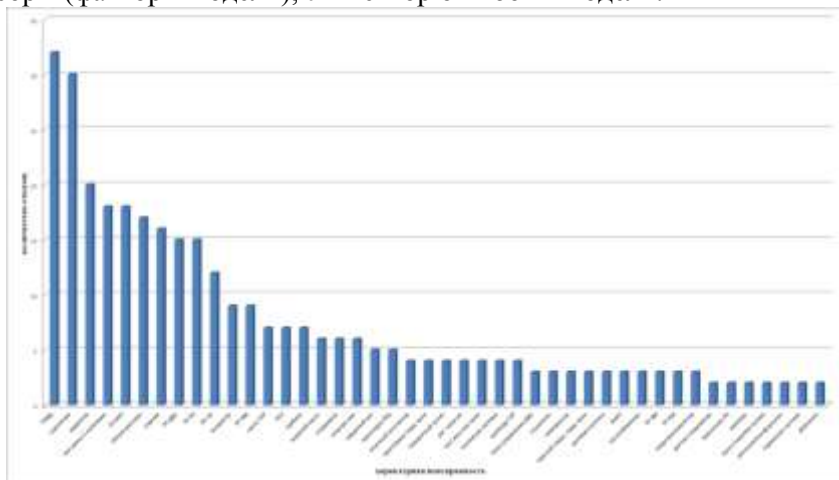


Рисунок 1. – Характерные отказы на автомобилях МАЗ за 2017-2018 год

Функция регрессии  $f(x, b)$  является линейной и имеет вид:

$$f(x, b) = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_m \cdot x_m, \quad (2)$$

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

где  $b_0$  – свободный член уравнения;  $b$  – параметры (коэффициенты) регрессии;  $m$  – количество факторов модели.

Тогда регрессионная модель может быть представлена в виде:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_m \cdot x_m + e, \quad (3)$$

В модель вводятся только те факторы, которые оказывают влияние на потребность в запасных частях к автомобилям. Отбор факторов в модель производится путем проведения экспертного опроса специалистов в области эксплуатации автомобильной техники.

Перечень деталей необходимый на различных уровнях ремонта предлагается определять с использованием метода ABC [4] (рисунок 3).

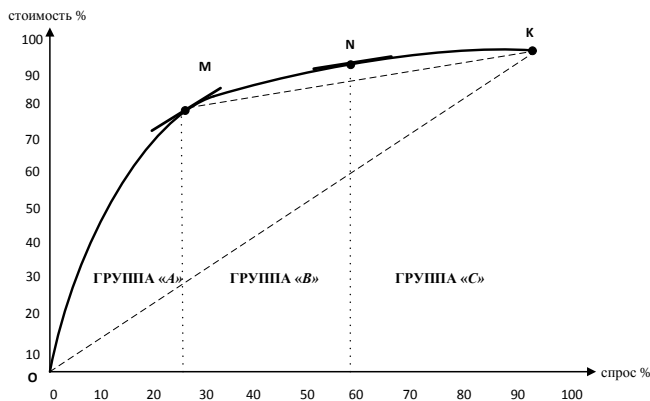


Рисунок 2 – Результат ABC-анализа методом касательных

Его преимуществом являются гибкость, простота и наглядность. Он заключается в разделении объектов анализа на группы при помощи касательных к кривой ABC-анализа. Результатом анализа будет деление объектов по ABC-группам. При необходимости можно продолжить деление касательными и получить большее количество групп.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

На основании полученных результатов перечень деталей, входящих в комплект ЗИП-предлагается разделить на три группы соответствующие уровням организации ремонта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обоснование комплектов ЗИП для *автомобилей военного назначения*, с использованием многофакторной регрессионной модели и метода ABC анализа, позволяет рассчитать количество и тип запасных частей на различных уровнях ремонта всех видов *автомобильной техники*. Это дает возможность сократить время нахождения машин в ремонте за счет своевременного и полного обеспечения запасными частями, а также, обеспечить установку деталей гарантировано высокого качества на автомобили, эксплуатируемые в Вооруженных Силах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Об утверждении документов, регламентирующих вопросы организации автотехнического обеспечения Вооруженных Сил: приказ Министерства обороны Республики Беларусь, 4 дек. 2011 г., №1085. – Минск, 2011. – 63 с.
2. ГОСТ 27.507-2017. Надежность военной техники. Оценка и расчет запасов в комплектах ЗИП. – Введ. 2015-12-10. – М.: Москва стандартиформ, 2017. – 52 с.
3. Булдык, Г.М. Статическое моделирование и прогнозирование: Учебник. – Мн.: НО ООО «БИП-С», 2003. – 399 с.
4. Лукинский, В.С. Модели и методы теории логистики. 2-е: учебное пособие / Лукинский В.С. – СПб.: Питер, 2008. – 176 с.

Представлено 17.05.2019

УДК 620.178

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ СКОРОСТИ  
НАКОПЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ ИЗНОСА  
ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ  
DEVELOPMENT OF THE METHODOLOGY FOR ESTIMATION  
OF THE RATE OF ACCUMULATION OF PRODUCTS  
OF WEARING ROLL BEARINGS

Н.Н. Мирзаев, асс., соискатель,  
Ташкентский государственный технический университет,  
г.Ташкент, Узбекистан  
N. Mirzayev, Assistant, Researcher,  
Tashkent state technical university, Tashkent, Uzbekistan

*Аннотация. В статье рассмотрена разработка методики оценки скорости накопления продуктов износа подшипников качения. В результате исследование с повышением концентрации абразивных частиц в масле и их прочности возрастает скорость изнашивания элементов подшипников качения.*

*Abstract. The article describes the development of methods for assessing the rate of accumulation of products of wear of rolling bearings. As a result, the study with an increase in the concentration of abrasive particles in the oil and their strength increases the rate of wear of the elements of rolling bearings.*

*Ключевые слова: износ, подшипник, трения, масла.*

*Keywords: wear, bearing, friction, oil.*

## ВВЕДЕНИЕ

Продукты износа из поверхности трения отделяются после многократной повторной деформации поверхностей трения абразивными частицами, находящимися в зоне контакта. Причем в зоне упругой деформации разрушение деформированных поверхностей намного превышает количество циклов при пластической деформации. Поэтому износ, совершенный в результате упругой деформации, в расчетах не будем учитывать.

Деформирование поверхностей трения абразивными частицами зависит от степени закрепления абразивной частицы в поверхность трения, значение которого зависит от твердости материала поверхности трения.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Обычно элементы подшипников качения изготавливают из материала, имеющего один и тот же химический состав с одинаковым механическим свойством и шероховатостью. Поэтому вероятность закрепления абразивных частиц по поверхностям трения одинакова [1], т.е.:

$$\alpha^1 = \beta^1,$$

где  $\alpha^1$  – вероятность закрепления абразивной частицы на поверхности внутреннего (наружного) кольца;  $\beta^1$  – вероятность закрепления абразивной частицы на поверхность шарика.

Рассчитаем глубину внедрения абразивных частиц в поверхность внутреннего (наружного) кольца и шарика, участвующих в процессе трения и изнашивания.

В поверхность внутреннего и наружного колец:

$$h = h_{\text{в}} = h_{\text{н}} = d_{\text{ср}} \cdot H / (H + H_{\text{ш}}),$$

где,  $H$ ,  $H_{\text{ш}}$  – соответственно твердости материала внутреннего (наружного) колец и шариков;  $d_{\text{ср}}$  – средний размер абразивных частиц.

В поверхность шарика:

$$h_{\text{ш}} = d_{\text{ср}} \cdot H_{\text{ш}} / (H + H_{\text{ш}}).$$

Глубина внедрения абразивных частиц в поверхность трения в момент их дробления определяется согласно [2, 4].

В поверхность внутреннего и наружного колец:

$$h = h_{\text{в}} = h_{\text{н}} = d_{\text{ср}} \cdot \sigma_{\alpha} / 4 \cdot H,$$

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

где  $\sigma_a$  – прочность абразивной частицы на сжатие.

В поверхность шарика:

$$h_{\text{ш}} = d_{\text{ср}} \cdot \sigma_a / H_{\text{ш}},$$

Рассчитываем деформированную площадь поверхности трения, находящуюся в перпендикулярном сечении относительно направления движения.

Для внутреннего и наружного колец:

$$F = F_{\text{в}} = F_{\text{н}} = d_{\text{ср}}^2 \cdot \Gamma \cdot \sigma_a / (60 \cdot H),$$

где  $\Gamma$  – коэффициент, учитывающий соотношение прочности абразивной частицы к твердости поверхности трения.

$$\Gamma = 3 \cdot (H \cdot \sigma_a - \sigma_a^2)^{1/2} / H + 4 \cdot (\sigma_a / H)^{1/2}.$$

Для шарика

$$F_{\text{ш}} = d_{\text{ср}}^2 \cdot \Gamma \cdot \sigma_a / (60 \cdot H_{\text{ш}}).$$

Вычисляется объем деформации поверхностей трения шарика внутреннего (наружного) кольца всеми абразивными частицами, находящимися в зоне контакта, а также общий объем деформации поверхностей трения шарика, внутреннего и наружного колец абразивными частицами, находящимися в зоне контакта.

Вероятность повторной деформации поверхностей трения внутреннего (наружного) кольца абразивными частицами:

для желоба качения внутреннего (наружного) кольца:

$$\eta_{\text{в,н}} = 4,17 \cdot d_{\text{ср}} / \left( i_{1,2} \cdot \varepsilon_{\text{к}}^{\frac{1}{2}} \cdot \beta \cdot d_{\text{ш}} \right)$$

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Определяем количество циклов нагружения, приводящих к разрушению поверхностей трения деформированных объемов металла абразивными частицами:

$$n_{p(в,н)} = \psi^t, \quad n_{p(ш)} = \psi_{ш}^t$$

Здесь  $t$  – коэффициент фрикционной усталости, для сталей  $t=1,3$ .

С учетом величин вышеуказанных показателей скорость накопления продуктов износа, кг/час:

из поверхности желоба внутреннего (наружного) кольца:

$$Y_{в,н} = \frac{54,04\sigma_a^3 \cdot d_{ш}^2 \cdot \Gamma \cdot (i_{1,2} \pm 1)^2 (1 - \cos\beta_i)^2 \cdot d_{ср} \cdot \varepsilon_k^{1/2} \cdot n \cdot n_{ш} \cdot \gamma}{\psi^t \cdot i_{1,2} \cdot H \cdot (H + H_{ш})^2}$$

из поверхности шарика:

$$Y_{ш} = \frac{54,04\sigma_a^3 \cdot d_{ш}^2 \cdot \Gamma \cdot (i_1 - 1)^2 (1 - \cos\beta_i)^2 \cdot (i_2 + 1) d_{ср} \cdot \varepsilon_k^{1/2} \cdot n \cdot \gamma}{\psi^t \cdot i_{1,2} \cdot H \cdot (H + H_{ш})^2}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, аналитические выражения для расчета скорости накопления продуктов износа показывают:

с повышением концентрации абразивных частиц в масле и их прочности возрастает скорость изнашивания элементов подшипников качения;

с увеличением твердости материалов и их коэффициента относительного удлинения скорости изнашивания внутреннего (наружного) кольца и шариков понижаются.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Труды научно-исследовательского автотракторного ин-та «Вопросы повышения долговечности тракторных трансмиссий», Вып. 225, М.: 1973.
2. Трение, изнашивание и смазка: Справочник. В 2-х т.Т.1. – М.: Машиностроение. 1978. –400 с.

3. Крагельский И.В. и др. Основы расчетов на трение, износ. – М.: Машиностроение. 1977. – 526 с.

4. Иргашев А., Тураев М.У., Негматов С.С. Прогнозирование периода испытания на изнашиваемость материалов зубчатых колес // Композиционные материалы, 2004. – №2. С.20 – 22.

УДК 620.178

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ЗУБЬЕВ ШЕСТЕРЕН, ПРИ КАЧЕНИИ  
БЕЗ УЧАСТИЯ В ПРОЦЕССЕ ИЗНАШИВАНИЯ  
АБРАЗИВНЫХ ЧАСТИЦ  
WEAR RESISTANCE OF TOOTHs OF GEARS, WHEN ROLLING  
WITHOUT PARTICIPATION IN THE PROCESS  
OF WEARING ABRASIVE PARTICLES

Х.К. Ишмуратов, ст. преп.,  
Ташкентский государственный технический университет,  
г.Ташкент, Узбекистан  
H. Ishmuratov, Senior Lecture,  
Tashkent state technical university, Tashkent, Uzbekistan

*Аннотация. В работе рассмотрено износостойкость зубьев шестерен, при качении без участия в процессе изнашивания абразивных частиц. Ширина контакта зубьев шестерен и радиуса кривизны профиля зуба с увеличением нагрузки, передаваемой зацеплением, увеличивается, а с увеличением длины зуба и модуля упругости материала шестерен – уменьшается. Для повышения износостойкости зубьев шестерен с пассивным участием абразивных частиц, необходимо снизить нагрузку в зацеплении или выбрать материал с более высокой контактной прочностью.*

*Abstract. The work considers the wear resistance of gear teeth, when rolling without participating in the process of wear of abrasive particles. The contact width of the gear teeth and the radius of curvature of the tooth profile increases with increasing load transmitted by the gear, and decreases with increasing length of the tooth and the elastic modulus of the gear material. To increase the wear resistance of the gear teeth with the*



*passive participation of abrasive particles, it is necessary to reduce the load in the mesh or choose a material with a higher contact strength.*

Ключевые слова: абразивных частиц, износостойкость, шестерен.

Key words: abrasive particles, wear resistance, gears.

## ВВЕДЕНИЕ

В зоне качения зубьев шестерен, процесс их изнашивания происходит в результате деформации поверхностей трения и при этом в зоне контакта зубьев образуются кратер образные лунки. При этом износ зубьев происходит в результате разрушения деформированного выступа шероховатостей объема металла. Тогда скорость изнашивания зубьев шестерен в зоне "чистого" качения равна:

$$\gamma_{д(w,k)} = \frac{3600 \cdot v_{1н(w,k)} \cdot M_{об} \cdot n_{(w,k)} \cdot \eta}{F_{нк} \cdot n_{р(w,k)}}, \frac{\text{м}}{\text{час}} \quad (1)$$

где  $v_{1н}$  – объем деформированного металла одним выступом шероховатости, м<sup>3</sup>;  $M_{об}$  – общее количество выступов шероховатости, находящихся на площади контакта зубьев шестерен.

Ширина контакта зубьев шестерен в зоне начальных окружностей получена зависимость [1]:

$$B_{w,k} = \frac{3,04 \cdot \sqrt{P \cdot \rho_{шк}} \cdot (1 - \mu^2)}{\sqrt{L \cdot E}}, \text{ м}$$

где  $P$  – окружная сила, передаваемая зубчатой передачей;  $\mu$  – коэффициент Пуассона

Согласно [2] в зоне контакта начальных окружностей шестерен происходит качения без проскальзывание зубьев тогда, радиус кривизны профиля зуба ведущей шестерни:

$$\rho_w = 0,5 \cdot m \cdot z_w \cdot \sin \alpha, \text{ м.}$$

Радиус кривизны профиля зуба ведомой шестерни:

$$\rho_k = 0,5 \cdot m \cdot z_w \cdot i \cdot \sin \alpha, \text{ м.}$$

Таким образом, ширина контакта зубьев шестерен и радиуса кривизны профиля зуба с увеличением нагрузки, передаваемой зацеплением, увеличивается, а с увеличением длины зуба и модуля упругости материала шестерен - уменьшается (рисунок 1). Зависимость на рис. 1 получена при исходных данных:  $\alpha = 20^\circ$ ;  $\mu = 0,3$ ;  $L = 0,058\text{м}$ ;  $E = 215000 \text{ МПа}$ ;  $m = 0,01 \text{ м}$ ;  $z_w = 30$ .

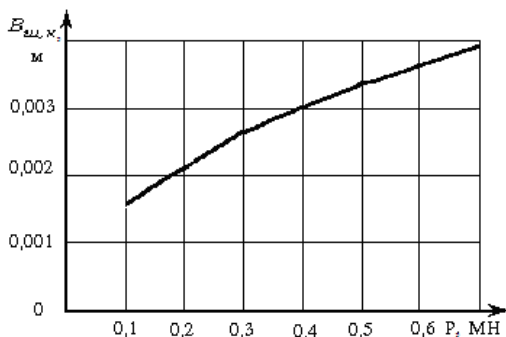


Рисунок 1 – Зависимость ширины контакта зубьев шестерен зоны "чистого" качения от нагрузки, передаваемой зубчатым зацеплением

Площадь контакта поверхностей трения зоны "чистого" качения:

$$F_{nk} = L \cdot B_{w,k} = 3,04 \cdot \sqrt{\sigma_{изг} \cdot k \cdot m \cdot L^3 \cdot (1 - \mu^2)} / \sqrt{E}, \text{ м}^2.$$

Количество выступов шероховатости, находящихся на ширине контакта зубьев шестерен:

$$N_{w,k} = \frac{B_{w,k}}{2 \cdot a_{w,k}} = \frac{2,4 \cdot \sqrt{\rho_{пр} \cdot L \cdot c \cdot \sigma_T}}{\sqrt{E_{пр} \cdot p}}.$$

Общее количество выступов шероховатостей, находящихся на площади контакта зубьев шестерен:

$$M_{об(w,k)} = \frac{L \cdot c^2 \cdot \sigma_T^2 \cdot E_{пр}}{14,27 \cdot \sigma_h^3 \cdot \rho_{пр}}$$

Подставляя значения приведенных параметров в (1), окончательно получим [2]:

$$Y_{д(w,k)} = \frac{1886805 \cdot \sigma_H^4 \cdot \rho_{пр}^2 \cdot \theta_{w,k} \cdot n_{w,k}}{E_{пр}^2 \cdot i \cdot L \cdot c \cdot \sigma_{T,w} \cdot n_{p(w,k)}}, \text{ м/час.}$$

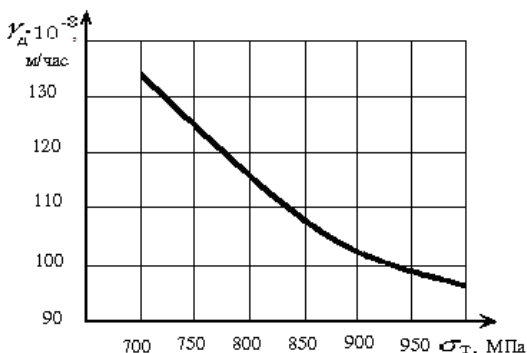
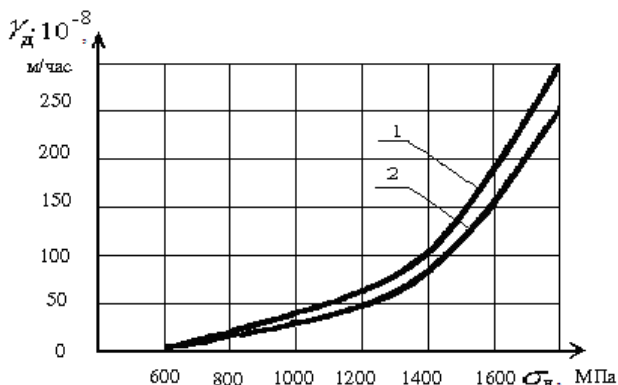


Рисунок 2 – Зависимость скорости изнашивания зубьев шестерен при "чистом" качении и пассивном участии абразивных частиц от предела текучести материала шестерен

Результаты теоретических исследований показывают, что скорость изнашивания зубьев шестерен в зоне «чистого» качения с повышением модуля упругости материала шестерен, длины зуба и предела текучести уменьшается (рисунок 2), с ростом радиуса кривизны профиля зуба шестерен и контактного напряжения растет (рисунок 3).

Зависимости изменения скорости изнашивания зубьев шестерен при пассивном участии абразивных частиц от предела текучести материала и контактного напряжения, представленные на рисунках 2 и 3, получены из выражения при:  $\theta = 4,23 \cdot 10^{-6}$  1/МПа;  $n_w = 1$  об/с;  $E_{пр} = 215000$  МПа;  $p = 0,5$  МН;  $i = 2$ ;  $L = 0,058$  м;  $c = 3$ ;  $\sigma_{T,w} = 1000$  МПа;  $\sigma_{T,k} = 800$  МПа;  $\psi_w = 10$  %;  $\psi_k = 8$  %;  $m = 0,01$  м;  $z_w = 30$ ;  $\alpha = 20^\circ$ ;  $k = 0$ .



1 – ведущая шестерня; 2 – ведомая шестерня

Рисунок 3 – Зависимость скорости изнашивания зубьев шестерен при "чистом" качении и пассивном участии абразивных частиц от контактного напряжения между зубьями шестерен:

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, из рисунка 2 видно, что для повышения износостойкости зубьев шестерен с пассивным участием абразивных частиц, необходимо снизить нагрузку в зацеплении или выбрать материал с более высокой контактной прочностью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иргашев А., Негматов С.С., Эгамбердиева Н.А. Методика оценки износостойкости материалов зубчатых передач // Композиционные материалы, 2004. – № 4. С. 23–25.

2. Икрамов У.А., Иргашев А. Очик тишли узатмаларнинг ейилишини хисоблаш. Пахтачилик машиналари назарияси ва уни ишлаб чиқаришни такомиллаштириш муаммолари: Сб. науч. тр. ТашГТУ – Ташкент, 1993. С. 11–13.

Представлено 17.05.2019

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

УДК 656.13+621.43+681.51

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ДИСТАНЦИОННОГО  
ПОЛУЧЕНИЯ И АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКОГО  
СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ  
В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

PECULIAR PROPERTIES OF THE METHOD OF REMOTE  
OBTAINING AND ANALYSIS OF THE PARAMETERS  
OF TECHNICAL CONDITION OF VEHICLES  
UNDER OPERATION CONDITIONS

В.П. Волков<sup>1</sup>, д-р. техн. наук, проф., И.В. Грицук<sup>2</sup>, д-р. техн. наук,  
проф., Ю.В. Грицук<sup>3</sup>, канд. техн. наук, доц., Ю.В. Волков<sup>1</sup>, асп.,  
Н.В. Володарец<sup>4</sup>, канд. техн. наук, доц.,  
Р.В. Симоненко<sup>5</sup>, канд. техн. наук, доц.,

<sup>1</sup>Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,  
г. Харьков, Украина

<sup>2</sup>Херсонская государственная морская академия,  
г. Херсон, Украина,

<sup>3</sup>Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,  
г. Краматорск, Украина,

<sup>4</sup>Украинский государственный университет железнодорожного  
транспорта, г. Харьков, Украина,

<sup>5</sup>Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина

V. Volkov<sup>1</sup>, Doctor of technical Sciences, Professor, I. Gritsuk<sup>2</sup>, Doctor  
of technical Sciences, Professor, Yu. Grytsuk<sup>3</sup>, Ph.D. in Engineering,  
Associate professor, Yu. Volkov<sup>1</sup>, Postgraduate Student, N. Volodarets<sup>4</sup>,  
Ph.D. in Engineering, Associate professor, R. Symonenko<sup>5</sup>,  
Ph.D. in Engineering, Associate professor

<sup>1</sup>Kharkov National Automobile and Highway University, Kharkov, Ukraine

<sup>2</sup>Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine,

<sup>3</sup>Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,  
Kramatorsk, Ukraine,

<sup>4</sup>Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkov, Ukraine,

<sup>5</sup>National Transport University, Kyiv, Ukraine

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

*Аннотация. В работе рассмотрены возможности использования технологии Data Mining в информационной системе мониторинга параметров технического состояния транспортного средства. В системе мониторинга параметров технического состояния разработаны и сформированы алгоритмы процесса сбора данных и распознавания статуса неисправностей транспортного средства, разработан и сформирован процесс прогнозирования параметров состояния*

*Abstract. The paper discusses the possibilities of using Data Mining technology in the information system for monitoring the parameters of technical condition of the vehicle. In the system of monitoring the parameters of the technical condition, the algorithms of the data collection process and the recognition of the vehicle fault status were developed and formed, and the process of predicting the state parameters was developed and formed.*

*Ключевые слова: транспортное средство, Data Mining, условия эксплуатации, параметры*

## ВВЕДЕНИЕ

Большинство задач в процессе усовершенствования методов оперативного управления работоспособности автомобиля, которые решаются техническими службами эксплуатации транспортных средств (ТС), имеют информационную составляющую оценки: дорожные условия эксплуатации ТС в части высоты дороги над уровнем моря, продольного профиля (рельефа местности), типа и состояния дорожного покрытия; ремонта, строительства и обслуживания объектов дорожной инфраструктуры; их мониторинг; прогнозирование возможных аварийных ситуаций, транспортных условий в части насыщенности и интенсивности движения ТС, особенностей груза, режима и скорости движения; атмосферно-климатических условий, культуры эксплуатации ТС и т.д.. Перечисленные и подобные им задачи пока в основном решаются устаревшими методами, которые уже не обеспечивают необходимого качества и эффективности. Оценка условий эксплуатации, анализ планов и профилей автомобильных дорог, как правило, составляются вручную в бумажном виде, обновление карт и схем осуществляется крайне редко, данные

о состоянии большинства объектов не систематизированы и, соответственно, труднодоступны. Такая ситуация усложняет задачу управления классификацией условий эксплуатации ТС в информационных условиях ITS.

### ДИСТАНЦИОННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Для построения временного ряда информации в системе мониторинга параметров технического состояния ТС были разработаны и сформированы алгоритмы процесса сбора данных и распознавания статуса неисправностей ТС, разработан и сформирован процесс прогнозирования параметров состояния ТС. Алгоритмы адаптированы к условиям использования информационной модели «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16» [1] в виртуальном предприятии по эксплуатации автомобильного транспорта.

Входными данными для алгоритма является период времени  $T$  за который осуществляется сбор информации и интервал времени  $\Delta t$ , через который будет происходить считывание информации с датчиков. Исходными данными являются массив данных, содержащий временной ряд значений параметров  $D_i, i = 1, 2, \dots, m / \Delta t$ , который адаптирован для дальнейшей обработки в условиях рабочего места мониторинга состояния ТС.

Система мониторинга двигателя и ТС состоит: из блоков управления двигателя и ТС, имеющих настройки завода-изготовителя; из составляющих бортового информационного комплекса, которые имеют настройки информационной системы, могут варьироваться в зависимости от задач анализа данных; из составляющих виртуального предприятия по эксплуатации автотранспорта, которые имеют настройки информационной системы серверной части в соответствии с требованиями и особенностями «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16».

Для учета особенностей получения информации о параметрах технического состояния двигателя и транспортного средства в процессах формирования интеллектуальной системы мониторинга на основе ИПК «IdenMonDiaOperCon«HNADU-16» в условиях ITS были использованы методы Data Mining.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Методы Data Mining лежат на стыке баз данных, статистики и искусственного интеллекта. К основным этапам решения задач методами Data Mining относят следующие: постановка задачи анализа; сбор данных; подготовка данных (фильтрация, дополнения, кодирование); выбор модели (алгоритма анализа данных); подбор параметров модели и алгоритма обучения и адаптации; обучение модели (автоматический поиск других параметров модели); анализ качества обучения, если неудовлетворительное, то переход к соответствующим пунктам; анализ выявленных закономерностей, если неудовлетворительный результат, то переход к соответствующим пунктам.

Перед использованием алгоритмов Data Mining в алгоритме предусмотрено проведение подготовки набора анализируемых данных. В связи с тем, что исследования анализируемых данных может обнаружить только присутствуют в данных закономерности, то выходные данные с одной стороны должны иметь достаточный объем, чтобы эти закономерности в них присутствовали, а с другой - быть достаточно компактными, чтобы анализ занял приемлемый время. Чаще всего в качестве исходных данных выступают хранилища или витрины данных. Подготовка необходима для анализа многомерных данных в кластеризации или интеллектуального анализа данных.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной работе рассмотрены возможности использования технологии информационной системе мониторинга параметров технического состояния автомобиля. Для этого в системе мониторинга параметров технического состояния были разработаны и сформированы алгоритмы процесса сбора данных и распознавания статуса неисправностей транспортного средства, разработан и сформирован процесс прогнозирования параметров состояния. Представлены возможности адаптации технологии Data Mining в разработанном информационном программном комплексе сбора и получения данных о параметрах технического состояния транспортного средства. Описаны связи основных этапов решения задач методами Data Mining с основными процессами мониторинга параметров состояния транспортных средств в условиях эксплуатации с учетом системного взаимодействия составляющих в пределах ИПК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16».



ЛИТЕРАТУРА

1. Gritsuk, I.V., Volkov, V., Mateichyk, V., Grytsuk, Yu. et al., “Information Model of V2I System of the Vehicle Technical Condition Remote Monitoring and Control in Operation Conditions”, SAE Technical Paper 2018-01-0024, 2018, doi:10.4271/2018-01-0024

Представлено 15.04.2019

УДК 620.178.162

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
МАТЕРИАЛОВ ШЕСТЕРЕН, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЗАДАННОЙ  
ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ ПЕРЕДАТОЧНОГО ОТНОШЕНИЯ  
DETERMINATION OF THE OPTIMAL MECHANICAL  
PROPERTIES OF THE MATERIALS OF THE GEARS, ENSURING  
THE SPECIFIED WEAR RESISTANCE  
OF TOOTH TRANSMISSION DEPENDING  
ON THE TRANSMISSION RELATION

Б.А. Иргашев, асс., соискатель,  
Ташкентский государственный технический университет,  
г.Ташкент, Узбекистан  
B. Irgashev, Assistant, Researcher,  
Tashkent state technical university, Tashkent, Uzbekistan

*Аннотация. При проектировании прямозубых цилиндрических зубчатых передач расчетное значение допустимого предела текучести можно использовать для зубчатых передач, изготовленные из стали в передаточных отношениях 4,00-5,00. Значения расчетной допустимой предел текучести в зависимости от передаточного отношения в пределах от 1,6 до 3,15 не рекомендуется использовать для изготовления зубчатых колес из стали.*

*Abstract. When designing spur spur gears, the calculated value of the allowable yield strength can be used for gears made of steel in gear ratios*

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

*of 4.00-5.00. The values of the calculated allowable yield strength depending on the gear ratio in the range from 1.6 to 3.15 are not recommended for the manufacture of gear wheels from steel.*

*Ключевые слова: износостойкость, зубчатые передачи, механические свойства.*

*Keywords: wear resistance, gears, mechanical properties.*

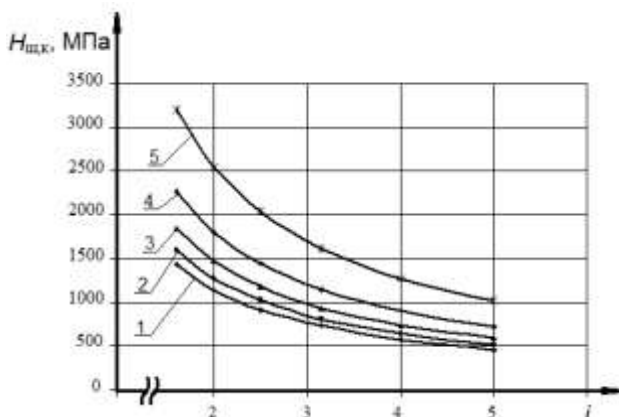
## ВВЕДЕНИЕ

Расчетные данные, приведенные в таблице 1 и на рисунке 1, показывают изменение твердости материала шестерен в зависимости от передаточного отношения зубчатых передач, с повышением передаточного отношения с 1,6 до 5,0 допустимая твердость материала шестерен, работающих в масле при активном участии абразивных частиц и наличии проскальзывания между зубьями шестерен уменьшается в 3,15 раза. Значение твердости зуба шестерен не зависит от принятой в расчетах скорости изнашивания зубьев по толщине. Повышение скорости изнашивания зубьев по толщине с  $0,655 \cdot 10^{-8}$  м/ч до  $3,272 \cdot 10^{-8}$  м/ч приводит к снижению допустимой твердости зубьев шестерен в 2,24 раза, независимо принятого в расчетах передаточного отношения.

Таблица 1 – Изменение твердости материала шестерен в зависимости от передаточного отношения зубчатых передач

Передаточное отношение	Скорость изнашивания, м/ч				
	$3,272 \cdot 10^{-8}$	$2,618 \cdot 10^{-8}$	$1,963 \cdot 10^{-8}$	$1,309 \cdot 10^{-8}$	$0,655 \cdot 10^{-8}$
	Допустимая твердость, МПа				
1,60	1429	1598	1846	2260	3196
2,00	1136	1270	1467	1796	2540
2,50	914	1021	1180	1444	2043
3,15	730	805	930	1139	1611
4,00	568	635	733	898	1270
5,00	454	508	587	718	1016

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»



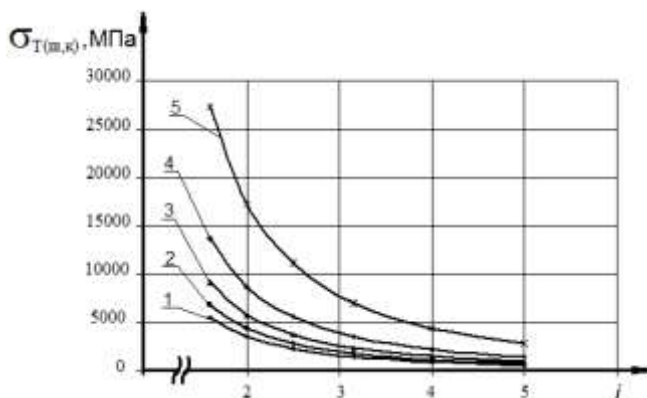
1 –  $\gamma_{аш.к.}=0,0000003272$  м/ч; 2 –  $\gamma_{аш.к.}=0,0000002618$  м/ч; 3 –  $\gamma_{аш.к.}=0,0000001963$  м/ч;  
4 –  $\gamma_{аш.к.}=0,0000001309$  м/ч; 5 –  $\gamma_{аш.к.}=0,00000006545$  м/ч.

Рисунок 1 – Изменение твердости материала шестерен в зависимости от передаточного отношения зубчатых передач

Таблица 2 – Изменение предела текучести материала шестерен при пассивном участии абразивных частиц в процессе изнашивания

Передаточное отношение	Скорость изнашивания, м/ч				
	$3,272 \cdot 10^{-8}$	$2,618 \cdot 10^{-8}$	$1,963 \cdot 10^{-8}$	$1,309 \cdot 10^{-8}$	$0,655 \cdot 10^{-8}$
	Допустимый предел текучести, МПа				
1,60	5455	6818	9093	13640	27270
2,00	3445	4306	5743	8612	17220
2,50	2229	2785	3715	5570	11140
3,15	1385	1732	2309	3463	6926
4,00	861	1077	1436	2153	4306
5,00	551	689	919	1378	2756

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»



1 –  $\gamma_{аш.к} = 0,0000003272$  м/ч; 2 –  $\gamma_{аш.к} = 0,0000002618$  м/ч; 3 –  $\gamma_{аш.к} = 0,0000001963$  м/ч;  
4 –  $\gamma_{аш.к} = 0,0000001309$  м/ч; 5 –  $\gamma_{аш.к} = 0,00000006545$  м/ч.

Рисунок 2 – Изменение предела текучести материала шестерен при пассивном участии абразивных частиц в процессе изнашивания в зависимости от передаточного отношения зубчатых передач

Таким образом, полученных результатов расчета можно использовать при проектировании зубчатых передач по допустимой твердости материала зубьев шестерен. Так для зубчатых передач с пониженным передаточным отношением необходимо использовать материал относительно высокой твердостью по сравнению с зубчатой передачей с более высоким передаточным отношением. Наибольшей твердости 3196 МПа зубьев (при передаточном отношении 1,6 и скорости изнашивания зубьев по толщине  $0,655 \cdot 10^{-8}$  м/ч) и наименьшей твердости 454 МПа (при передаточном отношении 5,0 и скорости изнашивания зубьев по толщине  $3,272 \cdot 10^{-8}$  м/ч).

В таблице 2 и на рисунке 2 приведены результаты расчета оценивающей изменение предела текучести материала шестерен при пассивном участии абразивных частиц и наличии проскальзывание в зоне контакта зубьев в процессе их изнашивания, в зависимости от передаточного отношения зубчатых передач.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С увеличением передаточного отношения допустимый предел текучести материала шестерен уменьшается. Повышение передаточного отношения с 1,6 до 5,0 допустимый предел текучести материала шестерен снижается в 9,90 раза не зависимо от принятой скорости изнашивания зубьев по толщине. Повышение скорости изнашивания зубьев по толщине зуба с  $0,655 \cdot 10^{-8}$  м/ч до  $3,272 \cdot 10^{-8}$  м/ч независимо от принятого в расчет передаточного отношения допустимый предел текучести материала уменьшается в 5.0 раза. Таким образом, при проектировании прямозубых цилиндрических зубчатых передач расчетное значение допустимого предела текучести можно использовать для зубчатых передач, изготовленные из стали в передаточных отношениях 4,00-5,00. Значения расчетной допустимой предел текучести в зависимости от передаточного отношения в пределах от 1,6 до 3,15 не рекомендуется использовать для изготовления зубчатых колес из стали.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мирзаев К.К., Иргашев А. Износостойкость шариковых подшипников качения, работающих в абразивной среде. Журнал «Трение и износ», Минск. 2014, Том 35, №5.

2. Mirzayev K.K., Irgashev A. Wear resistance of rolling-ball bearings operating in an abrasive medium. ISSN 1068-3666, Journal of Friction and Wear, 2014, Vol.35, No.5, pp. 439–442. Allerton Press, Inc., 2014.

Представлено 15.05.2019

УДК 620.178.162

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ АКТИВНЫХ  
АБРАЗИВНЫХ ЧАСТИЦ В МАСЛЕ АГРЕГАТОВ МАШИН  
ЗАДАННОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИНЫ ЗУБА И МЕХАНИЧЕСКИХ  
СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА ШЕСТЕРЕН

DETERMINATION OF THE ADMISSIBLE CONCENTRATION  
OF ACTIVE ABRASIVE PARTICLES IN THE OIL OF MACHINERY  
UNITS OF A SPECIFIED SEATED WEAR RESISTANCE  
DEPENDING ON THE TOOTH LENGTH AND THE MECHANICAL  
PROPERTIES OF THE MATERIAL GEAR

Б.А. Иргашев, асс., соискатель,  
Ташкентский государственный технический университет,  
г.Ташкент, Узбекистан  
B. Irgashev, Assistant, Researcher,  
Tashkent state technical university, Tashkent, Uzbekistan

*Аннотация. Результаты на основе проведенных исследований расчетная допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегатов машин уменьшается: с повышением прочности абразивных частиц на сжатие, их размера, частоты вращения шестерни и модуля зацепления; при этом наиболее существенное влияние оказывают передаточное отношение, твердость материалов шестерен, прочность абразивных частиц и числа зубьев шестерен.*

*Abstract. Results based on the study, the calculated allowable concentration of active abrasive particles in the oil of machine aggregates decreases: with increasing compressive strength of abrasive particles, their size, gear speed and gear module; the gear ratio, the hardness of the gear materials, the strength of the abrasive particles and the number of gear teeth have the most significant effect.*

*Ключевые слова: масла, длина зуба, шестерен, износостойкость.  
Keywords: oils, tooth length, gears, wear resistance.*

## ВВЕДЕНИЕ

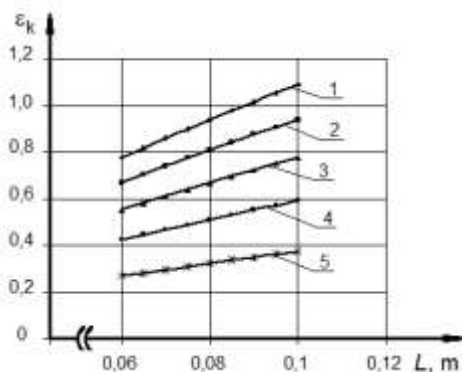
В агрегатах машин с закрытыми зубчатыми передачами предельно – допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата при заданной скорости износа зубьев по толщине и наличию проскальзывания между зубьями шестерен не зависимо от заданной скорости изнашивания имеет 2/3 степени зависимость от длины зубьев зацепляемых шестерен. В таблице 1 и на рисунке 1 приведены результаты расчета и графики изменения предельно – допустимой концентрации активных абразивных частиц в масле агрегата [1, 2]. В расчетах принимались следующие величины длины зуба шестерен  $L=0,06$  м;  $0,065$  м;  $0,07$  м;  $0,075$  м;  $0,08$  м;  $0,085$  м;  $0,09$  м;  $0,095$  м;  $0,1$  м. При этом составили: модуль зацепления  $m=0,010$  м; передаточное отношение зубчатой передачи  $i=2$  и твердости материала ведущей (ведомой) шестерен  $H_{ш,к}=3000$  МПа. Скорость изнашивание зубьев шестерен определялись по толщине зубьев, величина которых, в расчетах допустимой концентрации принимались:  $0,25\mu\text{m}$ ,  $0,20\mu\text{m}$ ,  $0,15\mu\text{m}$ ,  $0,105\mu\text{m}$  и  $0,05\mu\text{m}$ . При этом ресурс шестерен по толщине износа зубьев 24000 часов, значения которых соответственно составили:  $\gamma_{аш,к}=0,0000003272$  м/ч;  $\gamma_{аш,к}=0,0000002618$  м/час;  $\gamma_{аш,к}=0,0000001963$  м/ч;  $\gamma_{аш,к}=0,0000001309$  м/ч;  $\gamma_{аш,к}=0,00000006545$  м/ч.

Таблица 1 – Изменение допустимой концентрации активных абразивных частиц в масле агрегата в зависимости от длины зуба шестерни

Длина зуба шестерни, м	Скорость изнашивания, м/ч				
	$3,272 \cdot 10^{-8}$	$2,618 \cdot 10^{-8}$	$1,963 \cdot 10^{-8}$	$1,309 \cdot 10^{-8}$	$0,655 \cdot 10^{-8}$
	Допустимая концентрация активных абразивных частиц, %				
0,060	0,774	0,667	0,55	0,42	0,265
0,065	0,816	0,703	0,581	0,443	0,279
0,070	0,858	0,739	0,61	0,466	0,293
0,075	0,898	0,774	0,639	0,488	0,307
0,080	0,937	0,808	0,667	0,509	0,321
0,085	0,976	0,841	0,694	0,53	0,334
0,090	1,014	0,874	0,721	0,551	0,347
0,095	1,051	0,906	0,748	0,571	0,36
0,100	1,088	0,938	0,774	0,591	0,372

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Расчетная величина допустимой концентрации активных абразивных частиц в масле агрегата по заданным значениям скорости изнашивания определялись выражением 1.2. По таблице 1 и графических зависимостей на рисунке 1 можно сделать вывод о том, что допустимая концентрация активных абразивных частиц с увеличением длины зуба от 0,060 м до 0,100 м повышается в 1,406 раза не зависимо от принятой значения скорости изнашивания зубьев шестерен. Это связано с тем, что при одинаковом модуле зацепления, передаточного отношения и число зубьев шестерен, увеличение длины зубьев от 0,060 м до 0,100 м приводит к повышению рабочей площади зубьев шестерен в 1,67 раза, в результате чего количество абразивных частиц имеющих средний размер равный  $d_{cp}$  увеличивается в  $\sqrt[3]{1,67^2} = 1,406$  раз.



1 –  $\gamma_{аш.к} = 0,0000003272$  м/ч; 2 –  $\gamma_{аш.к} = 0,0000002618$  м/ч; 3 –  $\gamma_{аш.к} = 0,0000001963$  м/ч;  
4 –  $\gamma_{аш.к} = 0,0000001309$  м/ч; 5 –  $\gamma_{аш.к} = 0,00000006545$  м/ч.

Рисунок 1 – Изменения допустимой концентрации *активных* абразивных частиц в масле агрегатов машин заданной износостойкостью зубьев шестерен в зависимости от длины зуба

С повышением твердости материала зуба при постоянном значении износостойкости предельно – допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата растет. По данным таблицы 2 и рисунка 2 повышение твердости зуба с 2500 до 6000 МПа предельная концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата

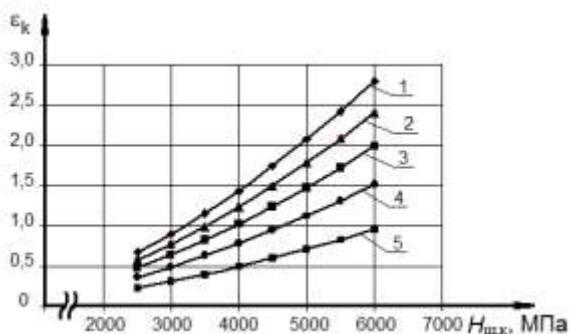


*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

обеспечивающей заданную скорость изнашивания зубьев увеличивается в 4,17 раза независимо от величины износа зубьев по толщине. Объясняющая тем, что в выражении 1.2 предельная концентрация активных абразивных частиц зависит от  $4/3$  степени твердости зуба.

Таблица 2 – Изменение допустимой концентрации активных абразивных частиц в масле агрегата в зависимости от твердости материала шестерен

Твердость материала шестерен, МПа	Скорость изнашивания, м/ч				
	$3,272 \cdot 10^{-8}$	$2,618 \cdot 10^{-8}$	$1,963 \cdot 10^{-8}$	$1,309 \cdot 10^{-8}$	$0,655 \cdot 10^{-8}$
	Допустимая концентрация активных абразивных частиц, %				
2500	0,669	0,576	0,476	0,363	0,229
3000	0,898	0,774	0,639	0,488	0,307
3500	1,154	0,994	0,821	0,626	0,395
4000	1,435	1,237	1,021	0,779	0,491
4500	1,740	1,500	1,238	0,945	0,595
5000	2,069	1,783	1,472	1,123	0,708
5500	2,419	2,085	1,721	1,314	0,828
6000	2,793	2,407	1,986	1,516	0,955



1 –  $\gamma_{\text{ш.к}}=0,0000003272$  м/ч; 2 –  $\gamma_{\text{ш.к}}=0,0000002618$  м/ч; 3 –  $\gamma_{\text{ш.к}}=0,0000001963$  м/ч;  
4 –  $\gamma_{\text{ш.к}}=0,0000001309$  м/ч; 5 –  $\gamma_{\text{ш.к}}=0,00000006545$  м/ч

Рисунок 2 – Изменение допустимой концентрации *активных* абразивных частиц в масле агрегатов машин с заданной износостойкостью зубьев шестерен в зависимости от твердости материала зубчатых колес

Расчет допустимой концентрации активных абразивных частиц представленный в таблице 2 и рисунке 2 производились с помощью

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

полученных аналитических выражений при активном участии абразивных частиц в масле агрегата и твердостях зуба шестерен  $H_{ш,к}=2500$  МПа; 3000 МПа; 3500 МПа; 4000 МПа; 4500 МПа; 5000 МПа; 5500 МПа; 6000 МПа, модуль зацепления  $m=0,010$  м, длина зубьев  $L=0,075$  м и передаточное отношение  $i=2$ , все остальные показатели остались без изменения, как в предыдущих расчетах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- расчетная допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегатов машин уменьшается: с повышением прочности абразивных частиц на сжатие, их размера, частоты вращения шестерни и модуля зацепления; при этом наиболее существенное влияние оказывают передаточное отношение, твердость материалов шестерен, прочность абразивных частиц и числа зубьев шестерен.

- увеличение модуля зацепления с 0,002 до 0,006 мм допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата снижается в среднем 2,08 раза независимо от скорости изнашивания зубьев шестерен. Снижение допустимой концентрации активных абразивных частиц, начиная с модуля зацепления 0,006 м до 0,016 м, и в том же значениях других исходных данных составляет 1,92 раза.

- повышение твердости зуба с 2500 до 6000 МПа допустимая концентрация активных абразивных частиц в масле агрегата обеспечивающей заданную скорость изнашивания зубьев увеличивается в 4,17 раза независимо от величины износа зубьев по толщине. Объясняющая тем, что предельная концентрация активных абразивных частиц зависит от  $4/3$  степени твердости зуба.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иргашев А., Шукуров А. Н. Распределение продуктов износа между деталями агрегата: Материалы Международной конференции «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные материалы. Ташкент, 2013, 19–21 сентября. с. 388–390.

2. Иргашев А., Мирзаев Н.Н. Оценка активности абразивных частиц при испытании материалов зубчатых колес на износостойкость. Композиционные материалы, 2014. №3.

Представлено 17.05.2019

УДК 656 + 004.9

ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
FEATURES OF INVESTIGATION OF THE PROCESSES  
OF OPERATION OF VEHICLES USING SIMULATION  
IN THE CONDITIONS OF USE OF MOBILE TECHNOLOGIES

Н.В. Володарец, канд. техн. наук,  
Украинский государственный университет железнодорожного  
транспорта, г. Харьков, Украина,  
M. Volodarets, Ph.D. in Engineering,  
Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

*Аннотация. Разработан алгоритм исследования процессов эксплуатации транспортных средств с применением имитационного моделирования в условия использования мобильных технологий.*

*Abstract. An algorithm has been developed for the investigation of vehicle operation processes using simulation modeling for the conditions of using mobile technologies.*

*Ключевые слова: транспортное средство, мобильные технологии, имитационное моделирование, условия эксплуатации, алгоритм.*

*Key words: vehicle, mobile technologies, simulation modeling, operating conditions, algorithm.*

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня мобильные технологии существенно изменяют окружающий мир. Ярким примером является концепция Connected Car (CC)

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

– автомобиль с сетевыми возможностями, который оснащен средствами навигации и ориентации, связью с Интернетом и т.д. В последнее время ведутся активные работы в области создания сетей 5G [1], что усилит тенденцию внедрения СС. Транспортная система является сложной системой, которая характеризуется стохастичностью [2]. В связи с этим в большинстве случаев для прогнозирования параметров работы транспортных средств в условиях эксплуатации, режимов движения и т.д. необходимым является создание адекватных моделей. Как правило, это невозможно без использования современных средств имитационного моделирования, которые позволяют сократить расходы на проведение натурного эксперимента и эффективны для принятия сложных решений. Необходимым является обеспечить взаимодействие технологий V2I и средств имитационного моделирования для повышения эффективности работы современных транспортных средств в условиях ITS.

**АЛГОРИТМ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В УСЛОВИЯ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

СС через сеть взаимодействует с окружающей средой и объектами, поэтому в нем выделяют несколько систем: Vehicle-to-Vehicle (V2V); Vehicle-to-Infrastructure (V2I); Vehicle-to-Pedestrian (V2P); Vehicle-to-Device (V2D); Vehicle-to-Network (V2N); Vehicle-to-Grid (V2G); Vehicle-to-Home (V2H). Вместе эти системы представляются в виде технологии Vehicle to Everything (V2X), которая представляет собой передачу информации от транспортного средства любому объекту окружающего мира, который может повлиять на транспортное средство, и наоборот.

В основе технологии V2I лежит технология D2D-коммуникаций или иными словами взаимодействия устройство-устройство (Device to Device). Принцип D2D может использоваться для транспортных средств, развивающих скоростью до 250 км/ч, и плотностью автомобилей до тысячи узлов. В сентябре 2016 года консорциум 3GPP завершил первый этап стандартизации сервиса Vehicle-to-everything

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

(V2X). Положения о стандарте включены в 14-й релиз 3GPP. Это будет способствовать развитию сетей мобильной связи пятого поколения и интеллектуальной транспортной системы.

Разработан алгоритм исследования процессов эксплуатации транспортных средств с применением имитационного моделирования в условия использования мобильных технологий (рисунок 1). Ранее были созданы имитационные модели, адекватно описывающие движение транспортных средств в условиях эксплуатации [3–7].

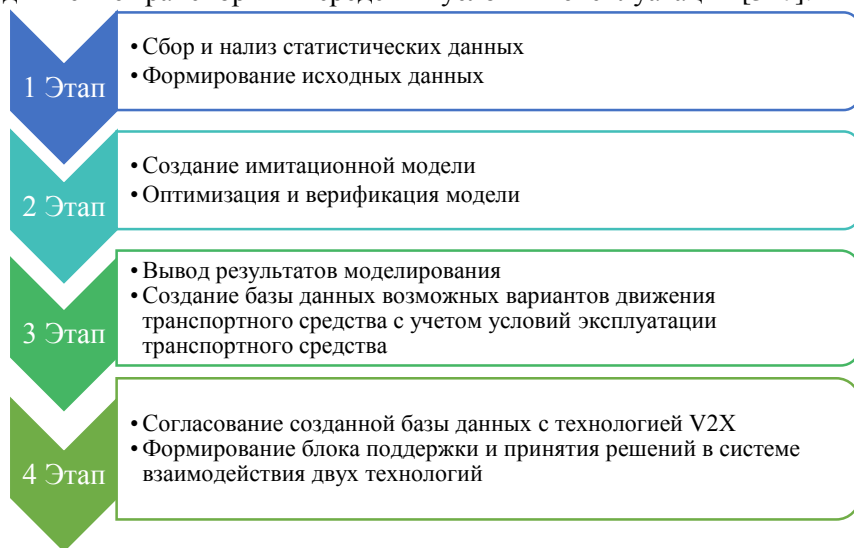


Рисунок 1 – Алгоритм исследования процессов эксплуатации транспортных средств с применением имитационного моделирования в условия использования мобильных технологий

Для полноценного использования разработанного метода необходимо обеспечить эффективное взаимодействие базы данных возможных вариантов моделирования и технологии V2I с учетом всех возможных условий эксплуатации транспортных средств в режиме реального времени, а блок поддержки и принятия решений должен выбирать оптимальный режим работы и маршрут следования транспортного средства.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы выполнен обзор существующих мобильных технологий, создан алгоритм их использования в исследовании процессов эксплуатации транспортных средств с применением имитационного моделирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Степутин А.Н. Мобильная связь на пути к 6G: В 2 т. / А.Н. Степутин, А.Д. Николаев // Вологда: Инфра-инженерия, 2017. – 796 с.
2. Бусленко Н.П. Лекции по теории сложных систем/ Н.П. Бусленко, В.В. Калашников, И.Н. Коваленко // . – М.: Советское радио, 1973. – 441 с.
3. Volodarets M., Gritsuk I., Chygyryk N., Belousov E., Golovan A., Volska O., Hlushchenko V., Pohorletskyi D., Volodarets O. Optimization of vehicle operating conditions by using simulation modeling software SAE Technical, 2019–01–0099, 2019.
4. Володарец, Н. В. Формирование в реальных условиях эксплуатации средств транспорта оптимальных параметров транспортного узла с использованием программного модуля AnyLogic / Н. В. Володарец // Автомобиле- и тракторостроение : материалы Международной научно-практической конференции / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: отв. ред. Д. В. Капский [и др.]. – Минск : БНТУ, 2018. – Т. 2. – С. 33–35.
5. Володарец, Н. В. Разработка и создание имитационной модели для оптимизации дорожного движения в транспортном узле с учетом условий эксплуатации / Н. В. Володарец // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XVIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 26–27 апр. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 557–559.
6. Володарец, Н.В. Имитационное моделирование рабочих процессов в транспортном узле в условиях эксплуатации / Н.В. Володарец // Инновационные технологии на транспорте: образование,

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»

наука, практика: XLII Международная научно-практическая конференция, Алматы, 18 апреля, 2018 г.: материалы конференции – Алматы: КазАТК имени М. Тандышпаева, 2018. – т.1. – С. 137–140.

7. Володарець, М.В. До питання оптимізації параметрів робочих процесів в транспортному вузлі за допомогою AnyLogic / М.В. Володарець // Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, Вінниця, 12-13 квітня 2018 р.: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – С. 45–47.

Представлено 19.03.2019

УДК 681.518.5

ФОРМИРОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ  
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА  
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
FORMATION OF THE MORPHOLOGICAL STRUCTURE  
OF THE INFORMATION MONITORING SYSTEM  
OF VEHICLES UNDER CONDITIONS OF OPERATION

И.В. Худяков, ст. преп., И.В. Грицук, д-р. техн. наук, проф.,  
В.С. Манжелей, ст. преп., Д.С. Погорлецкий, ст. преп.,  
Херсонская государственная морская академия, г. Херсон, Украина  
I. Khudiakov, Senior Lecturer,  
I. Gritsuk, Doctor of Technical Sciences, Professor,  
V. Manzheley, Senior Lecturer, D. Pohorletskyi, Senior Lecturer,  
Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine

*Аннотация.* Для формирования морфологической структуры информационной системы мониторинга транспортных средств в условиях эксплуатации проведен анализ систем дистанционной оценки технической эксплуатации ТС, используемых на транспорте, а именно на автомобильном транспорте. Определено, что мониторинг ТС сложных технических систем в составе бортовых инфор-

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»

*мационно-диагностических комплексов лучше осуществлять с использованием морфологической структуры информационной системы мониторинга.*

*Abstract. For the formation of the morphological structure of the information system for monitoring vehicles in the field, an analysis was made of systems for remote assessment of the technical operation of vehicles used in transport, namely, in road transport. It is determined that the monitoring of the TC of complex technical systems in the composition of the on-board information and diagnostic systems is better carried out using the morphological structure of the monitoring information system.*

*Ключевые слова: информационная система, морфологическая матрица, мониторинг, техническая диагностика, прогнозирование, транспорт, транспортное средство.*

*Key words: information system, the morphological matrix, monitoring, technical diagnostics, forecasting, transport, vehicles.*

## ВВЕДЕНИЕ

Современное состояние развития информационно-коммуникационной технологии движения транспортных средств (ТС) позволяет в условиях эксплуатации обеспечивать решение задач информатизации рабочих процессов благодаря стремительному развитию как информационных ресурсов так и средств коммуникаций и информационных возможностей самих транспортных средств [1, 2]. Вопросом формирования информационных систем мониторинга транспортных средств занимались многочисленные исследователи. Фундаментом при разработке современных систем мониторинга параметров технического состояния транспортных средств, нормирования и планирования на транспорте с помощью средств и способов дистанционного получения информации в условиях ITS являются основы теории эксплуатации транспортных средств [3].

## ФОРМИРОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Авторами проводятся работы по дальнейшему развитию информационных программных комплексов мониторинга транспорта для



*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

исследования возможности дистанционного получения информации о параметрах эксплуатации ТС в условиях ITS. В работе используя метод морфологического (структурного) анализа [2, 4], проведен синтез и анализ, сформированы возможные схемы информационной системы мониторинга транспортных средств (ИС ТС) по выбранным функциональными элементами на разных этапах выполнения присущих ей функций в ЖЦ в условиях их эксплуатации.

Суть изложенного метода заключается в том, что в исследуемой технической системе ИС ТС выделяются несколько характерных для нее основных функциональных элементов морфологических признаков (характеристик), по каждой из которых составлен максимально полный перечень различных конкретных вариантов (альтернатив) технического выражение перечисленных признаков (характеристик) [9]. Морфологические признаки (характеристики) ИС ТС с их альтернативами на всех этапах работы ТС, в условиях эксплуатации, расположенные в виде морфологической матрицы [1–4]. Для точного выполнения морфологического анализа были точно сформулированы цели функционирования ИС ТС, как системы. Для ТС в целом такими целями являются определенный подход к обеспечению безопасности эксплуатации в условиях ITS по показателям и особенностями современных технологий эксплуатации ТС.

В исследуемой системе, для формирования основной морфологической формулы информационной системы мониторинга автомобилей в условиях эксплуатации было выделено несколько характерных для нее основных характеристик функциональных элементов - морфологических признаков, по каждой из которых было предварительно составлен максимально полный перечень различных подпадающих вариантов (альтернатив) технического выражение перечисленных признаков.

Морфологическая матрица содержит большое количество несовместимых вариантов, что является недостатком метода. Однако большое его преимущество - многовариантность. Поскольку метод основан на морфологии объектов, он позволяет системно анализировать различные структуры объекта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обоснована концепция информационной системы мониторинга ТС в условиях ITS, которая объединяет наблюдения, аудит, прогноз эксплуатации и базируется на использовании морфологической матрицы. Разработана модель функционирования системы информационной системы мониторинга ТС с использованием системных объектов, позволяет систематизировать возможные схемы построения кузова ТС и двигателя и исследовать влияние различных конструкций двигателя и ТС на обеспечение мониторинга их рабочих процессов в условиях эксплуатации в разработанной модели функционирования системы. Выполнено систематизацию конструктивных схем ТС и двигателя, как подсистемы, которая определяет уровень обеспечения их безопасности в условиях эксплуатации. Систематизация схем ТС и двигателя проведена по методу морфологического (структурного) анализа. Сформированы возможные существующие и перспективные схемы ТС и двигателя по указанным функциональными элементами на разных этапах выполнения присущих им функций в условиях эксплуатации средствами ITS.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Волков В.П. Организация технической эксплуатации автомобилей в условиях формирования интеллектуальных транспортных систем / В.П. Волков, В.П. Матейчик, П.Б. Комов, О.Б. Комов, И.В. Грицук // Вестник Национального технического университета «ХПИ». Сборник научных трудов. Серия: Автомобиле- и тракторостроение. – Х.: НТУ «ХПИ». – 2013. – № 29 (1002). с.138–144.
2. Волков В.П. Особенности формирования методики применения классификации условий эксплуатации транспортных средств в информационных условиях ITS / В.П. Волков, И. Грицук, Ю.В. Грицук, Г.К. Шурка, Ю.В. Волков // Вестник НТУ «ХПИ». Серия: Транспортное машиностроение. – Х.: НТУ «ХПИ», 2017. – № 14 (1236). – С. 10– 20.
3. Говорущенко Н.Я. Системотехник транспорта (на примере автомобильного транспорта) / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»

4. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем: монография / Волков В.П., Матейчик В.П., Никонов О.Я., и др; под. ред. Волкова В.П. -Донецк: Ноулидж, 2013. – 400 с.

Представлено 21.02.2019

УДК 629.081

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ НА РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ  
ПРЕДПРИЯТИЯ, ПУТЁМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЕДВИЖНОЙ  
РЕМОНТНОЙ СТАНЦИИ  
THE OPTIMIZATION OF THE REPAIR COSTS OF THE COMPANY  
CARS, BY USING A MOBILE REPAIRING TRUCK

Е.М.Чикишев, канд. техн. наук, доц., Н.Ф. Горбатюк, бакалавр,  
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия  
E. Chikishev, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
N. Gorbatyuk, Bachelor,  
Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

*Аннотация:* Автотранспортные предприятия в процессе своей работы стремятся разработать такую систему ремонта, при которой будет достигнута максимальная отказоустойчивость автомобилей при минимизации затраченных средств. В статье рассмотрен один из способов решения задачи организации ремонта автомобилей, работающих в удалении от ремонтных баз на примере российского автотранспортного предприятия ОАО «Автотеплотехник». Для решения поставленной задачи предлагается использовать передвижную авторемонтную мастерскую Урал 4320-1912-60Е5 с КМУ АНТ 8.5-2, что позволит предприятию ежегодно экономить более 1 млн. руб.

*Abstract:* In the course of their work, motor transport enterprises are striving to develop such a repair system, which will achieve maximum fault tolerance of vehicles while minimizing the money spent. The article describes one of the ways to solve the car repairs organization problem when cars are working at a distance from the repair bases on the example

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

*of the Russian motor transport enterprise OJSC "Avtoteplotekhnik". To solve the task, it is proposed to use the mobile auto repair shop Ural 4320-1912-60E5 with crane-manipulator "ANT 8.5-2", which will allow the enterprise to save more than 1 million rubles annually.*

*Ключевые слова: автомобиль, ремонт автомобилей, передвижная ремонтная станция.*

*Keywords: car, repair of cars, mobile repairing truck.*

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы текущего ремонта в условиях работы техники в удалении от ремонтной базы обуславливается сложившимися фактическими условиями, в которых транспорт производит работу без возможности скорого ремонта в случае отказа.

Проблемам оптимизации системы ремонта автомобилей в удалении от ремонтных мастерских посвящены ряд работ, например [1, 2].

Задачу организации текущего ремонта может решить внедрение передвижной авторемонтной мастерской. Такое решение поможет минимизировать время простоя техники ожидающей ремонта и позволит экономить на привлечении ресурсов (техники, рабочих) для его осуществления.

Для формирования предложения по оптимизации ремонта автомобилей на примере предприятия ОАО «Автотеплотехник» (г. Тюмень, Россия) было проведено исследование текущей системы ремонта автомобилей. Исследование заключалось в сборе информации о действующих на предприятии методах организации ремонта автомобилей, производящих свою работу в удалении от ремонтной мастерской, и разработка на этой основе предложений по оптимизации деятельности предприятия.

При работе техники в условиях удаления от ремонтной базы важное значение приобретает способ организации ремонта, позволяющий сократить непроизводительное время.

Изучая технологию организации системы ремонтов техники, работающей в условиях удаленности от ремонтной базы установлено, что автомобили предприятия эксплуатируются в 400 км от г. Тюмени, на Кальчинском нефтяном месторождении (северная часть юга

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Тюменской обл.), разработку которого производит ООО «РН-Уват-нефтегаз». Предприятие является одним из заказчиков ООО «Авто-теплотехник» на оказание транспортных услуг.

## АНАЛИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ И СПЕЦИФИКА РЕМОНТА ТЕХНИКИ

Установлены транспортные средства предприятия, осуществляющие работу на данном месторождении:

1. Mitsubishi L 200 – 10 шт.
2. Toyota Land Cruiser Prado – 2 шт.
3. Газ 3309 Егерь – 4 шт.
4. Газ 3309 Газель – 3 шт.
5. КАМАЗ 6х6 53504 – 4 шт.
6. Урал 4320 – 5 шт.
7. Многоцелевой тягач МТЛБ – 2 шт.
8. Телескопический погрузчик JCB 515 – 1 шт.

Работа техники осложнена тем, что в районе эксплуатации не развита дорожная инфраструктура, а также преобладают низкие температуры окружающего воздуха (5 месяцев зимний период). Это вызывает повышенный износ узлов и агрегатов [3–11].

Таким образом, для выполнения производственной программы задействован как легковой и грузовой транспорт, так и специальная техника. При эксплуатации легкового транспорта наиболее частые поломки связаны с выходом из строя элементов подвески, рулевого управления и электрики. Грузовые автомобили, которые эксплуатируются в условиях пересеченной местности, испытывают повышенную нагрузку на ходовую часть.

Наиболее слабыми местами в таких условиях эксплуатации являются рулевая рейка, гидроусилитель и рессоры, которые требуют периодической инспекции, обслуживания и замены. Так же распространенной проблемой является выход из строя автономного отопителя двигателя и салона, без которых в условиях низких температур работа техники не представляется возможной. Наиболее частые поломки специальной техники не сильно отличаются от грузовой. Можно выделить частые неисправности в электрике, обусловленные

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

работой в болотистой местности и сложных погодных условиях; трубопроводы и шланги высокого давления, штуцеры, уплотнения (манжеты, прокладки, резиновые кольца и пр.), которые, обычно, восстановлению не поддаются и требуют замены; ремонт системы охлаждения двигателя. Также существует необходимость регулярного обслуживания гусениц в виду износа пальцев.

В процессе ремонта техники в зависимости от вида поломки проводится определенное количество операций с использованием специального оборудования (таблица 1).

На территории месторождения, где эксплуатируется исследуемая техника, отсутствуют какие-либо производственные базы, позволяющие производить её ремонт. Работа автомобилей производится в условиях отсутствия транспортной инфраструктуры и пересеченной местности, что влечет за собой повышенную нагрузку и износ транспорта.

В случае выхода из строя единицы техники, по договору с клиентом, у предприятия есть 24 часа на то, чтобы осуществить замену техники, либо приведение её в работоспособное состояние.

В настоящее время организация замены неисправной единицы происходит по следующему порядку:

Механик, ответственный за подразделение, оперативно сообщает мастеру ремонтно-механической мастерской (РММ) о факте поломки, описывает ситуацию, при которой произошла поломка и указывает на предполагаемый дефект. Мастер РММ докладывает главному инженеру, который в свою очередь принимает решение о направлении в командировку водителя. Оформляется вся необходимая документация, производится подготовка автомобиля и прицепа, заправка топливом.

Для транспортировки неисправной техники и её замены используется автомобиль MAN TGS 33.440 с прицепом типа трал. При поступлении заявки автомобиль с тралом едет к месту стоянки «подменного» автомобиля, который и загружается на прицеп. После загрузки на прицеп техника транспортируется до места проведения работ, где и происходит замена неисправного автомобиля на исправ-

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

ный. Транспортное средство, у которого произошла поломка, возвращается обратным ходом на трале в г. Тюмень, на ремонтную базу, для выявления дефекта и последующего его устранения (ремонта).

Таблица 1 – Перечень типовых операций и оборудования для ремонта техники

Неисправный элемент	Совершаемые операции	Необходимое оборудование
Замена крестовин	Демонтаж стопорных колец, подшипников и замена неисправной крестовины на новую	Слесарный набор инструментов
Замена ШРУС	Демонтаж колеса, тормозного суппорта с диском, шаровой опоры и рулевого наконечника. Замена неисправной части на новую	Слесарный набор инструментов, подъемник
Замена карданного вала	Демонтаж крестовин, подвесного подшипника и замена карданного вала на исправный	Слесарный набор инструментов
Ремонт тормозной системы	Замена тормозных дисков, колодок, заклинивших тормозных цилиндров на исправные	Слесарный набор инструментов, подъемник
Замена рулевых тяг	Поддомкратить автомобиль и выставить его на стойки, демонтировать переднее колесо. Расшплинтовать гайку пальца и отвернуть её. Открутить рулевой наконечник от муфты. Снять пыльник и открутить рулевую тягу от рулевой рейки. Заменить на исправную	Слесарный набор инструментов, подъемник, комплект опорных стоек
Ремонт автономного отопителя	Демонтаж отопителя, полная разборка, чистка и дефектовка неисправных частей. Замена неисправных частей на новые, сборка и монтаж отопителя.	Набор слесарных инструментов, набор специального инструмента
Замена балансиров	Поддомкратить автомобиль и выставить его на опорные стойки. Демонтировать балансир, заменить на исправный либо заменить втулки	Слесарный набор инструментов, подъемник, комплект опорных стоек
Ремонт системы охлаждения	Герметизация течей, замена неисправных элементов на новые	Слесарный набор инструментов
Замена пальцев гусениц	Демонтаж неисправных пальцев и замена на новые	Слесарный набор инструментов

## *Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ»*

Таким образом, одним из этапов ремонта является транспортировка неисправной техники на ремонтную базу, что несет за собой экономические потери, так как время, затраченное на организацию и выполнение замены, будет являться простоем единицы техники.

Проведя анализ отказов автомобилей предприятия установлено, что:

- в среднем за 2016 г. затраты времени на замену неисправной одной единицы техники составили 13 часов;
- за 2017 год 14 часов.

Время, затраченное на замену, зависит от того, насколько быстро будет совершена подготовка рабочей техники к транспортировке, оформлена командировка водителю и приняты прочие организационные действия. Расходы, которые несёт предприятие за это время зависят от: расстояния, времени транспортировки, вида привлеченной техники для транспортировки, штрафные санкции со стороны заказчика, связанные с невыходом техники на линию в положенный срок, скорости коммуникации и принятия решений между управлением предприятия.

### **ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ И ВЫВОДЫ**

Расчёт потерь ОАО «Автотеплотехник» за 2016-2017 гг., связанных с заменой и транспортировкой неисправной техники показал, что по причине простоев техники, связанных с ожиданием замены на исправную, предприятие несет потери около 0,4 млн. руб. ежегодно.

Размер данных потерь зависит от нескольких факторов.

1. Вида техники. Наибольшие потери на 1 замену приходится на вездеход МТЛБ, часовая тарифная ставка которого в два раза больше, чем у автомобиля Урал (МТЛБ – 2009 руб./ч; Урал – 983 руб./ч).

2. Времени, затраченного на организацию и замену неисправной техники. Наибольшее количество времени, затраченного на организацию и замену единицы техники за 2016 г., потребовалось для замены вездехода МТЛБ, на 7 часов больше, чем время на замену автомобиля Mitsubishi L 200 (18 часов МТЛБ против 11 часов L200). За 2017 г. среднее время замены автомобиля Mitsubishi увеличилось на 4 ч и составило 15 часов).



*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

3. Частоты поломок техники в год. Например, в 2016 г., наибольшие затраты предприятие понесло из-за поломок автомобиля Урал, который, несмотря на не самую большую часовую ставку, 983 руб./час принес убытков на 130 тыс. руб. Произошло это из-за большой частоты сходов с линии. За 2016 г. автомобили марки Урал вышли из строя 11 раз. В 2017 г., наибольшие убытки, в размере 165,3 тыс. руб. принесли автомобили марки КамАЗ, которые сломались за год 10 раз.

Так же, поскольку для транспортировки неисправных автомобилей используется тягач с полуприцепом типа трал, который по своей сути является «дежурным», предприятие не может привлекать его к производству транспортной работы с целью получения прибыли. Что влечет за собой ежегодную упущенную прибыль. Расчёты этих потерь представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Потери, связанные с работой трала

№	Показатели	Ед. изм.	2016 г.	2017 г.
1	Кол-во случаев	шт.	34	29
2	Кол-во времени работы трала, отвлечённое от основной работы	час.	431	412
3	Стоимость 1 оборота (зарплата водителю, топливу)	руб.	26920	26920
4	Часовая тарифная ставка	руб./час.	1254,4	1254,4
5	Затраты на транспортировку техники за оборот (п1*п3)	руб.	915280	780680
6	Упущенная выгода (п2*п4)	руб.	540646,4	516812,8
7	Суммарные потери, связанные с привлечением трала	руб./год	1455926,4	1297492,8

На потери, связанные с транспортировкой неисправной техники с использованием автомобиля MAN TGS 33.440 с прицепом типа трал, предприятие понесло убытки в размере: в 2016 г. – около 1,4 млн.; в

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

2017 г. – около 1,3 млн. Эти потери зависят от времени, затраченного на организацию и осуществление перевозки заменяемой техники. Из табл. 4 видно, что время привлечения трала составляет более 400 часов в год. В 2017 г. удельный показатель времени работы трала, проходящегося на 1 ремонт, составлял 14 час, тогда как в 2016 г. – 13, то есть продолжительность привлечения трала на один ремонт увеличилась.

Исходя из вышеизложенного, потери предприятия в период ожидания и проведения ремонта техники складываются из:

- затрат в связи с простоем основной единицы техники, ожидающей ремонта;
- затрат на привлечение дополнительной техники (трала), для осуществления замены неисправной единицы техники на исправную,
- возможные штрафы в связи с нарушением договорных обязательств.

Общие потери предприятия «Автотеплотехник» связанные с простоем техники по причине ремонта в 2016–2017 гг. указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Общие потери предприятия, связанные с простоем техники в 2016-2017 гг.

№	Показатели	Ед. изм.	2016 г.	2017 г.
1	Потери на простой до замены	руб.	398 961	373 122
2	Потери, связанные с работой трала	руб.	1 455 926	1 297 493
3	Расходы на оплату штрафов	руб.	25 000	75 000
4	<b>Итого</b>	<b>руб.</b>	<b>1 879 888</b>	<b>1 745 615</b>

С целью повышения эффективности процесса организации ремонта и обслуживания автомобиля были рассмотрены дополнительные формы и методы ремонта, напрямую влияющие в конечном итоге на величину затрат предприятия. В области специализации и централизации ремонта техники, внедрения прогрессивных технологий ремонтных работ, их механизации, совершенствования организации туда ремонтного персонала, одной из эффективных форм является использования передвижной авторемонтной мастерской (ПАРМ).

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Были рассмотрены две модели ПАРМ, находящиеся в одной ценовой категории и представляющие собой передвижную мастерскую, предназначенную для ремонта автомобилей в условиях отсутствия базированной ремонтной мастерской. После сравнения спецификаций моделей ПАРМ Урал 4320-1912-60Е5 с КМУ АНТ 8.5-2 и ПАРМ Урал 4320Е5 – 02Т УСТ 5453, к внедрению была предложена модель ПАРМ Урал 4320-1912-60Е5 с КМУ АНТ 8.5-5 (рис. 2), стоимость которой на 300 тыс. руб. выше. Но его вариативность использования, благодаря установленному на шасси манипулятору, намного выше, что в последствии может влиять на объём, работ который можно выполнить при его применении.



Рисунок 2 – ПАРМ Урал 4320-1912-60Е5 с КМУ АНТ 8.5-2

Рассмотрим эффект при организации ремонтных работ с использованием, предложенного ПАРМ. При использовании ПАРМ время сокращается время от момента поломки до момента приведения техники в работоспособное состояние. При существующей системе организации работ в данный отрезок времени входило: организация командировки водителя, подготовка подменного автомобиля к работе, погрузка разгрузка подменного автомобиля и время перевозки от ремонтной базы до места производства работ. В случае использования ПАРМ необходима только командировка специалиста по ремонту техники (с учётом постоянного транспортного сообщения между базой РММ и Кальчинским месторождением, дополнительные расходы на командировку сотрудников не возникают). В условиях и ценах

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

декабря 2018 г. готовая экономия затрат на проведение ремонта с использованием ПАРМ может составить 1,7 млн. руб. Расчёт экономического эффекта представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Экономический эффект при использовании ПАРМ Урал 4320-1912-60Е5 с КМУ АНТ 8.5-2

№	Показатели	Ед. изм.	Сумма в год
1	Экономия расходов на трал	тыс. руб.	1297
2	Экономия от сокращения непроизводительного времени на ожидание подменной техники	тыс. руб.	373
3	Экономия от неприменения штрафных санкций	тыс. руб.	75
4	<b>Итого</b>	<b>тыс. руб.</b>	<b>1746</b>

Для организации ремонта с использованием ПАРМ предприятию потребуется отвлечь денежные средства для приобретения данного вида техники. Исходя из стоимости ПАРМ Урал 4320-1912-60Е5 – 3,8 млн. руб., за счёт полученного экономического эффекта срок окупаемости составит 2,2 года.

Проведённое исследование и его реализация на предприятии позволит снизить затраты на простои неисправной техники, значительно уменьшить время на её ремонт, не отвлекать от основного места работы трал, исключать возможные штрафы, Связанные с невыполнением поставленных задач.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гурдин, В. И. Оптимизация параметров системы ремонта автомобилей / В. И. Гурдин, А. В. Бердюгин // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2010. – №3 (17). – С. 41 – 45.
2. Ремонт автотранспортной и специальной техники в полевых условиях / С. В. Созонов [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 3 (30). – С. 53.
3. Анисимов, И. А. Приспособленность автомобилей с дизельными двигателями к низкотемпературным условиям эксплуатации по токсичности отработавших газов: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / И. А. Анисимов; ТюмГНГУ. – Тюмень, 2003. – 195 с.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

4. Бындикова, Ю. А. Оценка приспособленности автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Ю. А. Бындикова; ТюмГНГУ. – Тюмень, 2004. – 18 с.
5. Гаваев, А. С. Приспособленность газобаллонных автомобилей к низкотемпературным условиям эксплуатации по токсичности отработавших газов и расходу топлива: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / А. С. Гаваев; ТюмГНГУ. – Тюмень, 2007. – 155 с.
6. Долгушин, А. А. Исследование теплового режима работы агрегатов трансмиссии и подвески автомобиля в зимних условиях / А.А. Долгушин, А. Ф. Курносков, М. В. Вакуленко, Д. А. Домнышев // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – №7(29). – С. 82 – 84.
7. Захаров, Д. А. Влияние зимних условий эксплуатации автомобилей на топливную экономичность двигателей: дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / Д. А. Захаров; ТюмГНГУ. – Тюмень, 2000. – 165 с.
8. Современные проблемы эксплуатации автомобилей в условиях низких температур независимо от климатической зоны / А. В. Неговора [и др.] // Журнал автомобильных инженеров. – 2017. – № 4 (105). – С. 36 – 41.
9. Чикишев, Е. М. Влияние низких температур воздуха на расход топлива и выбросы вредных веществ с отработавшими газами автомобилей, эксплуатирующихся на компримированном природном газе и бензине / Е. М. Чикишев, И. А. Анисимов // Автогазозаправочный комплекс + Альтернативное топливо. – 2010. – № 5 (53). – С. 32 – 37.
10. Чумляков, К. С. Идентификация автомобилей по уровню приспособленности к низкотемпературным условиям эксплуатации: дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / К. С. Чумляков; ТюмГНГУ. – Тюмень, 2009. – 154 с.
11. Эртман, С. А. Приспособленность автомобилей к зимним условиям эксплуатации по температурному режиму двигателей: дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / С. А. Эртман; ТюмГНГУ. – Тюмень, 2004. – 180 с.

Представлено 17.05.2019

УДК 621.793

РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ МАШИН МЕТОДОМ АКТИВИРОВАННОЙ  
ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ  
REPAIR OF MACHINES DETAILS BY ACTIVATED  
ARC METALLIZATION METHOD

В.С. Ивашко, д-р. техн. наук, профессор, В.М. Изоитко, канд. техн.  
наук, К.В. Буйкус, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
V. Ivashko, Doctor of Technical Sciences, Professor,  
V. Izoitko, Ph.D. in Engineering,  
K. Buikus, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Исследованы триботехнические характеристики проволочных материалов для восстановления посадочных мест под подшипники качения нанесением покрытий методом активированной дуговой металлизации.*

*Abstract. Tribotechnical characteristics of wire materials for restoration of seats under rolling bearings by spraying coatings by the activated arc metallization method are researched.*

*Ключевые слова: активированная дуговая металлизация, посадочные места, проволоки, коэффициент трения, химический состав.*

*Key words: activated arc metallization, seats, wires, friction coefficient, chemical composition.*

## ВВЕДЕНИЕ

Нанесение защитных покрытий из проволочных материалов электродуговыми методами считается наиболее экономически эффективным методом ремонта деталей машин.

По данным «Metallisation UK» электродуговым напылением наносятся более 75 % металлических покрытий.

Использование тепла электрической дуги для плавления электродов позволяет внедрять этот энергосберегающий метод в условиях

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

как крупных ремонтных предприятий с массовым производством, так и небольших мастерских с единичным и уникальным производством.

Освоение новых проволочных материалов, применяемых для сварочных работ, открывает возможность восстанавливать детали машин, работающих в условиях трения со смазкой, посадочных мест под подшипники качения, деталей, подвергающихся коррозионному и фреттинг-изнашиванию.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Цель работы – определение параметров технологического процесса и выбор материала для восстановления изношенных шеек коленчатых валов дизелей методом активированной электродуговой металлзации.

Восстановления посадочных мест под подшипники качения производится хорошо зарекомендовавшими себя проволоками Св-08Г2С, 20Х13.

Подшипники скольжения с удельными нагрузками до 7-8 МН/м<sup>2</sup> можно восстанавливать проволоками 40Х13, 65Г, что достаточно для большинства машин и механизмов, а также коленчатых валов бензиновых двигателей внутреннего сгорания.

Восстановление тяжело нагруженных (свыше 8 МН/м<sup>2</sup>) валов дизелей требует применения материалов, обладающих более высокими триботехническими свойствами. Такие материалы выпускаются рядом зарубежных фирм и применяются на предприятиях, имеющих электродуговые металлзаторы.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве методики исследований нами была использована методика испытаний на сопротивление заеданию при скольжении.

Оборудование — машина трения марки СМЦ-2.

Схема испытания — ролик-колодочка.

В процессе испытания велась запись момента трения, проводилось наблюдение за появлением паров смазки и фиксирование нагрузки, при которой появляются пары смазки.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Указанная методика позволяет получать зависимость коэффициента трения от нагрузки. По характеру этой зависимости можно определять при какой нагрузке (критическом давлении  $P_{кр}$ ) происходит разрушение масляного слоя и начинается металлическое контактирование трущихся поверхностей со значительным выделением теплоты и образованием паров масла, схватыванием, заеданием или интенсивным изнашиванием трущихся поверхностей.

Ролики №0 — материал достаточно хорошо известный, используемый для коленчатых валов.

Нагрузка в  $10 \text{ МН/м}^2$  была выбрана, как средняя нагрузка на вкладыши дизелей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Определена усредненная зависимость коэффициента трения  $f$  от химического состава и от давления  $P$  для каждого из образцов одного материала, нанесённого активированной электродуговой металлизацией, позволяющая судить о средних значениях и стабильности триботехнических свойств каждой пары трения. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость критического давления от химического состава проволоки

Номер ролика	Примерный химический состав проволоки		Среднее критическое давление $P_{кр}$ , $\text{МН/м}^2$	Минимальное значение коэффициента трения $f_{min}$	Давление, при котором получено значение $f_{min}$
	С	Cr			
0	0.38	1.3	14,0	0,018-0,02	40
1	0.45	5.5	10,7	0,019-0,02	40
2	4.4	23.5	13,1	0,014-0,02	40
3	0.18	13.0	9,5	0,019-0,02	40
4	0.8	16.0	15,0	0,015-0,017	60
5	0.40	13.0	10,2	0,019-0,024	40

Изнашивание напыленных стальных покрытий при высоких нагрузках менее интенсивно, чем цельносталевых поверхностей деталей. У покрытий после выработки очередного слоя открывается поверхность, в которой перемежаются участки чистого металла и пленки оксидов. Однако роль оксидов двоякая: с одной стороны они играют роль сухой смазки и снижают коэффициент трения, с другой



*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

– охрупчивают и уменьшают прочность напыленного слоя. Применение плотной высокоскоростной газовой струи и восстановительной атмосферы при активированной электродуговой металлизации повышает дисперсность структуры, снижает количество оксидов, количество и величину пор в напыленном слое [2]. Поперечный размер микротрещин, образующихся под действием приложенной нагрузки, недостаточен для разрыва межатомных связей на участках чистого металла и они не вызывают разрушения покрытия в целом.

Наименьшим коэффициентом трения и максимальным критическим давлением обладает образец ролика № 4 из порошковой проволоки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований подтверждают предположение [1], что изнашивание напыленных стальных покрытий при высоких нагрузках менее интенсивно, чем цельностальных поверхностей деталей.

Проведенный анализ результатов исследования позволяют рекомендовать для восстановления изношенных поверхностей шеек коленчатых валов транспортных дизелей методом активированной электродуговой металлизации порошковую проволоку с 0,8% углерода и 16% хрома.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кудинов, В. В. Нанесение плазмой тугоплавких покрытий [Текст] / В. В. Кудинов, В. М. Иванов. – М. : Машиностроение, 1981. – 192 с.
2. Роль адгезии смазочного масла при граничной смазке [Текст] / А. Ф. Ильющенко [и др.]. – Трение и износ. – 1998. – Т. 19. – № 3. – С. 23–25.

Представлено 20.05.2019

УДК 629.113.004

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
РАЗВИТИЯ ЭРГАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ  
DEVELOPMENT OF THE PROGRAM OF TECHNICAL  
AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE ERGATIC  
SYSTEM OF MAINTENANCE SERVICE AND REPAIR OF CARS

С.Н. Мастепан, канд. техн. наук, доц.,  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,  
г. Харьков, Украина  
S. Mastepan, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Kharkiv National Automobile and Highway University,  
Kharkiv, Ukraine

*Аннотация. На основе анализа теоретических исследований разработана программа технико-технологического развития эргатической системы ТО и ремонта автомобилей.*

*Abstract. Based on the analysis of previous experience and theoretical studies, a program of technical and technological development of an ergatic system for car maintenance and repair has been developed.*

*Ключевые слова: технико-технологическое развитие, эргатическая система, автомобиль, услуга, обслуживание, производство.*

*Key words: technical and technological development, ergatic system, automobile, service, maintenance, production.*

## ВВЕДЕНИЕ

Предприятия автомобильного транспорта (ПАТ) являются по сути эргатическими системами. Производство и предоставления услуг ТО и Р автомобилей с соответствующим качеством является важнейшей задачей ПАТ. Наиболее затратной составляющей качества ТО и Р есть технико-технологическое развитие производственного процесса (ПП) ПАТ и включает комплекс планов, которые в большинстве своем являются взаимозависимыми.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЭРГАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТО и Р АВТОМОБИЛЕЙ

Основной задачей планирования технико-технологического развития является обеспечение ускорения внедрения на ПАТ технологий стратегического и тактического планов и соответствующего технологического оборудования. Комплексное планирование развития и повышения эффективности деятельности ПАТ должно находить отражение в плане технико-технологического развития производственного процесса.

План технико-технологического развития производства услуг должен охватывать следующие основные составляющие [1, 2]:

- освоение новых видов услуг ТО и ремонта;

- повышение качества выполнения ТО и ремонта;

- внедрение прогрессивных технологий;

- внедрение средств механизации и автоматизации производства услуг;

- совершенствование организации и управления технико-технологическим развитием производственного процесса;

- капитальный ремонт и модернизация основных средств;

- мероприятия по экономии сырья, материалов и всех энергетических ресурсов;

- научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

Внедрение прогрессивной технологии, механизации и автоматизации производства включает мероприятия по внедрению прогрессивных технологических процессов, нового высокоточного производственного оборудования, комплексной механизации и автоматизации производства.

Совершенствование организации и управления предусматривает рациональное проведение комплекса мероприятий по совершенствованию процессов развития производства. При этом разрабатываются мероприятия, направленные на повышение уровня концентрации и специализации производства, совершенствования организационных структур, механизации и автоматизации управления на основе применения компьютерных технологий.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Капитальный ремонт и модернизация основных средств планируется с целью их эффективного использования на основе принятой периодичности ремонта, ведомостей дефектов и соответствующих изменений с учетом нормативов ремонтно-эксплуатационных затрат и имеющихся источников финансирования.

Мероприятия по экономии сырья, материалов, топлива, энергии достигаются в результате освоения новых прогрессивных технологий ТО и ремонта автомобилей.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы планируются в связи с разработкой новых технических средств, оборудования, высокоэффективных средств механизации и автоматизации производства, технологических процессов, форм организации производства и труда, а также новых видов услуг.

Планирование технико-технологического развития ПАТ проводится в несколько этапов (рисунок 1):

первый этап - определяются цель и основные задачи ПАТ на плановый период технико-технологического развития;

второй этап - методами системного анализа проводится комплексное изучение технического и технологического уровня производства и экономических показателей, проводятся поисковые работы, моделирование, статистические исследования производственных процессов, уточняются ресурсы, которые характеризуют техническое развитие ПАТ, организуют информационное обеспечение развития;

третий этап - на основании изучения опыта других компаний, результатов мониторинга, выявляются возможности расширения внедрения основных направлений развития: совершенствование технологии, применение новых технологических процессов и прогрессивных материалов, технологического оборудования, механизация и автоматизация производства и др.;

четвертый этап - собирается информация, проводятся прогнозирование, инженерные и экономические расчеты, организуются конкурсы и обзоры предложений работников предприятия, проводится отбор и технико-экономическая оценка мероприятий, осуществляется планирование, формирование базы стандартов и нормативов и осуществляется при внедрении регулирования и координации работ;

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

на заключительном пятом этапе планы предприятия и его подразделений взаимно связываются, документально оформляются, утверждаются и доводятся до исполнения. По результатам опытной эксплуатации проводится оценка результатов внедрения и коррекция технико-технологического обеспечения.

Программа развития производства ТО и ремонта автомобилей					
1	Цель	Создание качественной услуги по ТО и ремонту автомобилей			
2	Исследование процессов	Проектирование ПП	Системный подход и статистические исследования процессов	Моделирование ПП	Организация поисковых работ и информативного обеспечения
3	Формирование новых методов работ	Изучение опыта отрасли	Внедрение новых технологических процессов и материалов	Внедрение технологического оборудования	Механизация и автоматизация производства
4	Организация работ	Сбор информации и прогнозирование	Планирование	Регулирование и координация	Формирование базы стандартов и нормативов
5	Регулирование и развитие	Обеспечение технического уровня ПП	Обеспечение технологического уровня ПП	Оптимизация процессов технико-технологического развития	Повышение технико-экономических показателей работы ПАТ и качества ТО и Р

Рисунок 1 – Схема технико-технологического развития производства ТО и ремонта автомобилей

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Техническое и организационное развитие необходимо рассматривать как направления единого процесса, где техническое развитие выступает определяющим и непосредственным фактором роста эффективности производства - оно определяет динамическую основу развития ПАТ, а организационное развитие обеспечивает реализацию созданных технически потенциальных возможностей интенсификации развития.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Канарчук В.Е. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотранспортных средств: Учебник: В 3 кн. – Кн. 2. Организация, планирование и управление / В. Е. Канарчук, А.А. Лудченко, И.П. Курников, И.А. Луйк. – К. Вища школа, 1991. – 406 с.

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»

2. Кузнецов Е.С., Техническая эксплуатация автомобилей в США.  
Е.С. Кузнецов – М.: Транспорт, 1992. – 184 с.

Представлено 16.05.2019

УДК 629. 3. 07

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВОМ УСЛУГ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ  
И РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЕЙ  
PLANNING OF PROCESSES IN THE MANAGEMENT SYSTEM  
OF MANUFACTURING SERVICES FOR CAR SERVICE  
AND REPAIR

Н.А. Мастепан<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц., Е.А. Мастепан<sup>2</sup>, асп.,

<sup>1</sup>Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,  
г. Краматорск, Украина

<sup>2</sup>Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,  
г. Харьков, Украина

N. Mastepan<sup>1</sup>, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

E. Mastepan<sup>2</sup>, Postgraduate Student,

<sup>1</sup>Donbass National Academy of Construction and Architecture,  
Kramatorsk, Ukraine

<sup>2</sup>Kharkiv National Automobile and Highway University,  
Kharkiv, Ukraine

*Аннотация. Проведены исследования процессов планирования управлением качеством и эффективностью обслуживания и ремонта автомобилей на предприятиях автомобильного транспорта, определены задачи решаемые при планировании, даны рекомендации по оценке эффективности планов.*

*Abstract. Studies have been carried out on planning processes by managing the quality and efficiency of car maintenance and repair at road transport enterprises, the tasks for planning have been defined, and recommendations have been made for evaluating the effectiveness of plans.*

*Ключевые слов.: автомобиль, обслуживание, ремонт, система, планирование, производство.*

*Key words: car, service, repair, system, planning, production.*

## ВВЕДЕНИЕ

Планово-предупредительная системы технического обслуживания (ТО) и ремонта является основой планирования производственного процесса технической службы предприятия автомобильного транспорта (ПАТ) [1]. Планирование позволяет повысить качество и эффективность протекания отдельных составляющих общего производственного процесса, а также повысить качество выполнения конечной услуги по ТО и ремонту автомобиля. Особенно важным в этом плане является вопрос планирования качества и эффективности выполняемых работ.

## ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

При планировании процессов обслуживания и ремонта автомобилей приходится решать вопросы, относящиеся к разным сферам деятельности: правовой, хозяйственной, технико-технологической, экономической, социальной [2, 3].

Основным условием планирования производственного процесса на предприятии является необходимость повышения качества обслуживания и ремонта автомобилей. на всех этапах производства и на разных уровнях управления в соответствии с циклом Деминга [3].

В соответствии со стандартами ISO плановая деятельность ПАТ в области повышения качества обслуживания и ремонта автомобилей должна включать решение таких задач:

- обеспечение соответствия параметров технического состояния автомобилей после ТО и ремонта нормативным значениям, оговоренным в технической документации, и стандартах;

- обеспечение соответствия качества услуг по ТО и ремонту автомобилей ожиданиям потребителей;

- разработка планов технико-технологического, кадрового, нормативного развития для обеспечения повышения качества обслуживания и ремонта автомобилей.

- ориентацию планов развития предприятий на рынок услуг и возможности потребителей;

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

определение экономически обоснованных заданий по повышению эффективности и качества составляющих производственного процесса;

увеличение доходов за счет расширения новых рынков, снижение себестоимости ТО и ремонта;

снижение уровня дефектности при ТО и ремонте автомобилей.

Планы производственных участков должны содержать задания по повышению качества выполнения работ в соответствии с их производственным процессом.

Для обоснования плана развития конкретного производственного процесса структурного подразделения необходимо оценивать экономическую эффективность  $E_i$  технических, технологических, кадровых решений при планировании:

$$E_i = \Delta Q_i \left[ C_i - (\Delta C_{ti} + \Delta C_{txi} + \Delta C_{ki}) + E_n \frac{K_{ti} + K_{txi} + K_{ki}}{\Delta Q_i} \right], \quad (1)$$

где  $\Delta Q_i$  – прирост объемов производства  $i$ -го структурного подразделения, чел-ч;  $C_i$  – себестоимость одного человеко-часа работ в  $i$ -ом структурном подразделении;  $\Delta C_{ti}$ ,  $\Delta C_{txi}$ ,  $\Delta C_{ki}$  – соответственно, снижение себестоимости за счет внедрения в производство технических, технологических, кадровых решений;  $E_n$  – коэффициент нормативной эффективности капитальных вложений в производство;  $K_{ti}$ ,  $K_{txi}$ ,  $K_{ki}$  – соответственно, капитальные вложения при внедрении технических, технологических, кадровых решений.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований разработаны рекомендации по планированию качества и эффективности процесса ТО и ремонта автомобилей. Разработана математическая модель оценки эффективности планирования развития производства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая эксплуатация автомобилей / Е.С. Кузнецов [и др.]; под ред. Е.С. Кузнецова. М.: Наука, 2001. – 535 с.



Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»

2. Коваленко, ПА. Техническая эксплуатация автомобилей: учеб, пособие / И.А. Коваленко, В.П. Лобах, И.В. Вепринцев. Минск: Новое знание, 2008. – 352 с.

3. Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин ; Под ред. О.П. Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.

Представлено 15.05.2019 г.

УДК 629.331. 08

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ  
И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ  
ДИСТАНЦИОННОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ  
THE USE OF DATABASES TO STORE AND ANALYZE  
INFORMATION IN THE SYSTEMS OF REMOTE DIAGNOSTICS

А.С. Гурский, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. S. Gursky, Ph.D in Engineering, Associate Professor,  
Belarusian national technical university, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. При выполнении экспериментов с получением огромного количества данных требуется иметь качественное и количественное хранилище для хранения информации, которое позволит быстро обработать информацию с получением требуемого результата.*

*Abstract. When performing experiments to obtain a huge amount of data, it is required to have a qualitative and quantitative storage for storing information, which will allow to quickly process the information to obtain the desired result.*

*Ключевые слова: диагностирование, базы данных, информация.*

*Key words: diagnosis, databases, information.*

## ВВЕДЕНИЕ

Наилучшими показателями обладают базы данных с соответствующим программным обеспечением, которые образуют системы управления базами данных. Данные системы представляют комплекс программ, которые позволяют создать базы данных и выполнять различные операции с ними (вставлять, обновлять, удалять и выбирать). Система должна обеспечить безопасность, надёжность хранения и целостность данных при этом иметь достаточный объем хранения.

Существующая система обработки информации имеет оболочку в которой хранятся данные о функционировании транспортных средств (частота вращения коленчатого вала, скорость движения, расход топлива, пройденный путь и т.д.).

Съем данных производится с отдельных датчиков и с общей шины передачи данных транспортных средств, в том числе и с диагностического разъема. Пример схемы подключения терминала для передачи данных приведен на рисунке 1.

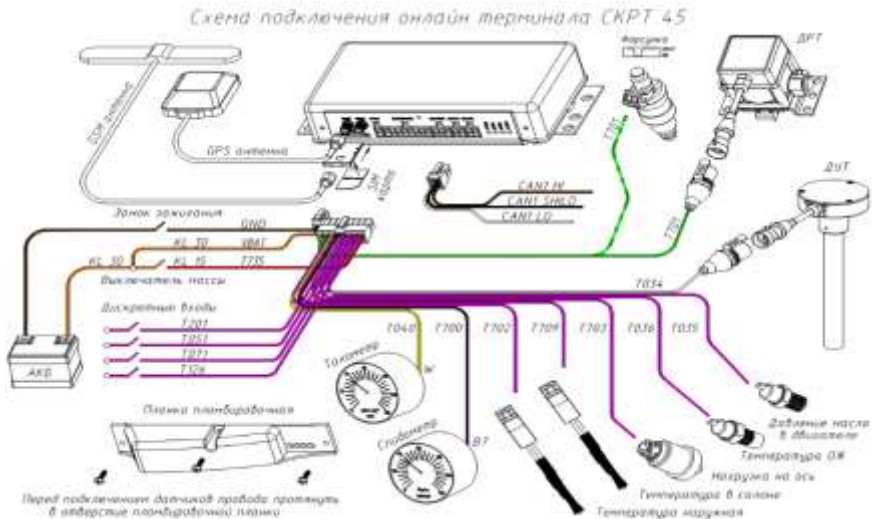


Рисунок 1 – Схема подключения терминала для передачи данных

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Данные полученные при проведенном испытании с использованием терминала поступают на сервер, где преобразуются в стандартизированный вид базы, который изначально задаёт разработчик. Передача данных осуществляется в дискретном виде. Выборка данных определяется исходя из частоты дискретизации при обработке аналоговых сигналов, а также скорости обмена информации в шине данных транспортного средства. Чем выше частота дискретизации, тем больший спектр сигнала можно представить в дискретном виде.

Для получения адекватных данных после обработки, частота дискретизации должна не менее чем в два раза превышать наибольшую частоту аналогового сигнала.

При слишком высокой частоте считывания данных происходит перегрузка канала терминала ввода информации в базу данных, что повышает вероятность возникновения ошибок при передаче данных, что в последствии снижает достоверность сохраненных данных. Для надежной передачи данных на сервер требуется промежуточная обработка сигналов с использованием различных математических приемов, электронных и программных комплексов по сжатию и кодированию информации. Схема функциональных модулей онлайн терминала на примере системы контроля расхода топлива СКРТ-45 приведена на рисунке 2.

В терминал входит модуль сбора информации, который обеспечивает необходимую частоту дискретизации при получении информации. Модуль аналитики систематизирует данные при организации выборки, при возможности сжимает, а при необходимости кодирует для снижения объема. Далее с помощью коммуникатора данные передаются на сервер с использованием различных систем передачи данных. Очень важной составляющей является четкая фиксация во времени, которое обеспечивается модулем «бортовые часы» и синхронизацией со спутниками. Недостатком данной системы является жесткая привязка к перечню параметров, и сложностью перенастройки под датчики, ранее не используемые в транспортном средстве, а также вывод информации программой - обработчиком в установленной форме. Время обработки базы имеет четкие временные интервалы.

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»

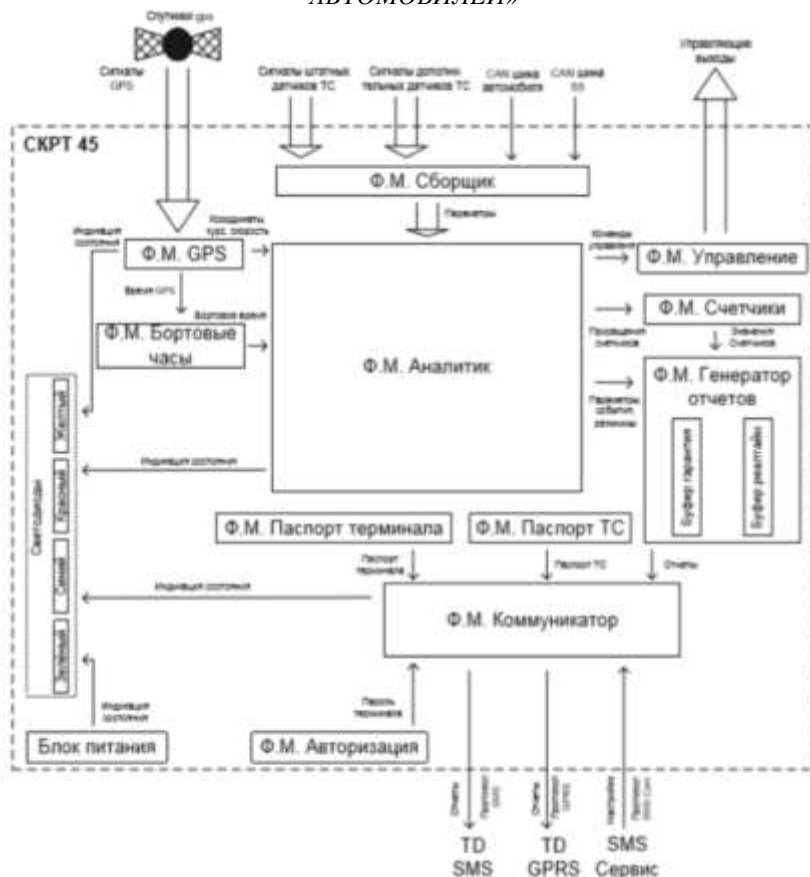


Рисунок 2. - Схема функциональных модулей онлайн терминала.

Другим направлением является создание специализированной базы данных и специализированной системы ввода и обработки информации, однако это направление сопряжено с повышенными затратами материальных средств. Достоинством специализированной базы, является простота использования, т.к. подбор параметров производится на этапе проектирования. Программа-обработчик позволяет пользователю осуществлять поиск-выборку по тем значениям и параметрам, которые интересуют его в данный момент времени, со-

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

здавать различные комплексы параметров и получать сложные функциональные зависимости от комплекса параметров как с выводом на экран, так и с созданием файла отчета в цифровом и графическом виде. Сама же база может обновляться в любой момент.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении исследований с использованием дистанционного диагностирования необходима специализированная база данных с возможностью формирования комплекса фиксируемых параметров с возможностью вывода файла отчета в цифровом и графическом виде.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по эксплуатации онлайн терминала СКРТ-45, Минск, СП "Технотон" ЗАО. – 24стр.
2. <http://www.orf-monitor.com>.

Представлено 25.04.2019

УДК 629.423

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ, МЕТОДОВ И СРЕДСТВ  
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ  
И ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ  
ANALYSIS OF CONSTRUCTIONS, METHODS AND MEANS  
OF DIAGNOSING ELECTRIC CARS

Е.Л. Савич, канд. техн. наук, проф.,  
А.С. Гурский, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
E. Savich, PhD in Engineering, Professor  
A. S. Gursky, Ph.D in Engineering, Associate Professor  
Belarusian national technical university, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Самым перспективным из альтернативных видов транспорта является электрический. Для плавного перехода на*

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

*электрический транспорт используются гибридные транспортные средства, что значительно снижает токсичность отработавших газов, особенно в городском цикле. В статье приведен анализ методов диагностирования электромобилей.*

*Abstract. The most promising of the alternative modes of transport is electric. For a smooth transition to electric transport, hybrid vehicles are used, which significantly reduces the toxicity of exhaust gases, especially in the urban cycle. In article the analysis of methods of diagnosing of electric vehicles.*

*Ключевые слова: диагностирование, электромобиль, методы.*

*Key words: diagnosis, electric vehicle, methods.*

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в мире существует огромное количество автомобилей с двигателями внутреннего сгорания, что является наряду с заводами причиной повышения среднеклиматической температуры. Одним из способов снижения выбросов в атмосферу парниковых газов и токсичных компонентов является отказ от двигателей внутреннего сгорания. Самым перспективным из альтернативных видов транспорта является электрический. Для плавного перехода на электрический транспорт используются гибридные транспортные средства, что значительно снижает токсичность отработавших газов, особенно в городском цикле.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Электромобиль имеет относительно простую конструкцию, а вот гибридные системы могут быть представлены различными комбинациями в виде параллельного, последовательного и смешанного.

При появлении неисправностей электромобилей возникают сложности при определении причин неисправностей.

Диагностирование электрических транспортных средств включает классические и специфические методы общего и поэлементного диагностирования. Общее диагностирование подразумевает проверку тяговых свойств транспортных средств с использованием динамических стендов и ездовых циклов в дорожных испытаниях с определением скоростных, силовых и мощностных показателей,

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

проверку эффективности торможения производят на тормозном стенде, кроме этого можно произвести проверку функцию рекуперации.

Компьютерное сканирование используется как на этапе общего, так и поэлементного диагностирования. Все современные автомобили имеют бортовые диагностические функции. электромобили имеют OBD II которая позволяет диагностировать все системы и механизмы транспортных средств (систему управления двигателем, шасси, кузов и другие устройства).

Поэлементное диагностирование электрического транспорта начинается с общего диагностирования основных компонентов таких как электрический двигатель, аккумуляторная батарея, инвертор. Испытания проводятся на автомобиле и на специализированных стендах.

Поэлементная диагностика с подачей напряжения сопряжены с опасностью поражения электрическим током, поэтому работы может выполнять электрик с допуском к силовому оборудованию с напряжением до 1000 вольт [1]. При этом он должен иметь все необходимое защитное оборудование и спецодежду.

Современные электродвигатели являются высоконадежными агрегатами, и часто ошибочно за их отказ принимают отсутствие контакта или короткое замыкание в проводке автомобиля, срабатывание предохранителя и т.п.

Диагностирование электрического двигателя начинается непосредственно на автомобиле, проверяются потребляемые параметры (напряжение, сила тока, мощность. Более безопасными являются стендовые испытания, которые проводятся в двух режимах: 1) испытание электродвигателя на холостом ходу или с ненагруженным механизмом позволяет проверить скоростные характеристики с возможностью выявления характерных шумов дефектов подшипников; 2) испытание электродвигателя под нагрузкой позволяет проверить силовые и мощностные показатели, с возможностью определения коэффициента полезного действия.

Поэлементное диагностирование электрического двигателя включает следующие проверки:

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

- измерение сопротивления изоляции с использованием повышенного напряжения постоянного тока и напряжением промышленной частоты;
- измерение сопротивления обмоток постоянному току может производиться прямым и косвенным методом;
- измерение воздушного зазора между сталью ротора и статора;
- измерение зазоров в подшипниках скольжения.

Диагностирование технического состояния инверторного устройства начинается с компьютерного сканирования ошибок неисправностей и определения четкости и адекватности изменения выходных показателей на тяговом стенде. Наличие кодов в памяти указывает на неисправности инвертора в целом и отдельных его компонентов (системы охлаждения инверторного устройства, предохранительной цепи, повышающего преобразователя и т.д.). В идеальном случае общее диагностирование инверторного устройства производится на специализированном стенде с возможностью контроля выходных параметров при изменении входных. Поэлементная диагностика производится тестированием цепей управления и преобразования повышающего преобразователя и инвертора, визуальный осмотр на нарушение целостности элементов электрической платы.

Диагностирование высоковольтной аккумуляторной батареи производится путем сканирования неисправностей, снятия зарядных разрядных и вольтамперных характеристик. Коды неисправностей указывают на техническое состояние батареи в целом, на состояние датчиков и цепей подключения, на работу системы охлаждения батареи. При считывании фактических параметров можно определить ресурс батареи, напряжение по ячейкам, температурный режим и энергетические показатели. Некачественное соединение, окисление контактов зачастую приводит к некорректным показаниям при сканировании и возможности неправильного диагноза по результатам компьютерного диагностирования. Требуется использование инструментального контроля электроизмерительными устройствами, однако данные испытания требуют принятия дополнительных мер безопасности.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении диагностирования электрических транспортных средств применяются как классические, так и специфические методы и средства диагностирования, которые в полной мере могут обеспечить выявление причин неисправностей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Повышение качества технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств путем мониторинга технического состояния. Монография. \ А.С. Гурский, Е.Л. Савич. Под общей редакцией Д.Н. Коваля. Бел НИИТ «Транстехника», 2018. – 324 с.

Представлено 25.04.2019

УДК 620.178

## ОЦЕНКА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ УЗЛОВ ТРЕНИЯ, ВЛИЯЮЩИХ НА КОНЦЕНТРАЦИИ ПРОДУКТОВ ИЗНОСА В МАСЛЕ ESTIMATION OF GEOMETRIC AND KINEMATIC PARAMETERS OF FRICTION KNOTS, INFLUENCING THE CONCENTRATION OF WEAR PRODUCTS IN OIL

Н.Н. Мирзаев, асс., А. Иргашев, д-р. техн. наук, профессор,  
Ташкентский государственный технический университет,  
г.Ташкент, Узбекистан

N. Mirzayev, Assistant, researcher,  
A. Irgashev, Doctor of technical Sciences, Professor,  
Tashkent state technical university, Tashkent, Uzbekistan

*Аннотация. По результатам исследования можно сделать вывод о том, что в зубчатых передачах с повышением модуля зацепления и уменьшением числа зубьев радиус кривизны и путь скольжения между зубьями (роликовыми аналогами моделирующих зубьев) шестерен увеличиваются, а скорость скольжения снижается уменьшается. Нагрузка, передаваемая зубчатой передачей в роликовых*

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»

аналогах, определялась в соответствии с формулой Герца для поверхностей контакта, имеющих цилиндрические формы. Ширина контакта образцов выбиралась в соответствии с контактным давлением на междузубья шестерен.

*Abstract.* According to the results of the study, it can be concluded that in gears with an increase in the engagement module and a decrease in the number of teeth, the radius of curvature and the sliding path between the teeth (roller analogues of the modeling teeth) gears increase and the sliding speed decreases. The load transmitted by the gear in roller analogues, was determined in accordance with the Hertz formula for contact surfaces having cylindrical shapes. The contact width of the samples was chosen in accordance with the contact pressure on the interdental gears.

Ключевые слова: кинематика, износ, масла, трения.

Keywords: kinematics, wear, oils, friction.

## ВВЕДЕНИЕ

Из теории зубчатого зацепления известно [1], что сопряженные поверхности зубчатых колес должны иметь общую нормаль, проходящую через полюс зацепления. Для эвольвентных зацеплений общей нормалью служит прямая, касательная к основным окружностям шестерен и любая точка контакта зацепления находится на этой прямой. Эта прямая называется линией зацепления.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Крайние точки рабочего участка линии зацепления  $K_1$  и  $K_2$  находятся на пересечении прямой  $B_k B_w$  с окружностями выступов ведущей и ведомой шестерен (рисунок 1).

Угол между линией зацепления и перпендикуляром к линии центров  $O_k O_w$ , восстановленным в полюсе зацепления  $P$ , называется углом зацепления.

В точке контакта  $P$  проекции окружных скоростей ведущей и ведомой шестерен на линию зацепления равны между собой.

Проекция окружных скоростей ведущей и ведомой шестерен на общую касательную рабочих поверхностей зубьев, перпендикулярную линии зацепления, не равны. В точке  $C$  составляющая скорости ведущей шестерни  $v_w$ , направленная по касательной к профилю,

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

больше аналогичной составляющей скорости ведомой шестерни  $v_k$ . Таким образом, при трении поверхности сопряженных зубьев одновременно катятся и скользят одна относительно другой. Суммарная скорость качения профилей равна сумме тангенциальных составляющих скоростей ведущей и ведомой шестерен.

В эвольвентном зацеплении окружные скорости зубчатых колес одинаковы по обеим, начальным и основным, окружностям.

При постоянной угловой скорости зубчатых колес скорость зацепления  $v_0$  (скорость перемещения вдоль линии зацепления контакта зубьев или точки  $C$ ) равна окружной скорости по основным окружностям и постоянна вдоль всей линии зацепления.

При перемещении точки контакта вдоль линии зацепления радиусы кривизны обоих профилей непрерывно меняются. При этом радиус кривизны ведущего профиля увеличивается, а радиус кривизны ведомого - уменьшается. Сумма кривизны остается все время постоянной. Из  $\Delta O_w C B_w$ ,  $\Delta O_k C B_k$  и  $\Delta O_w P B_w$ ,  $\Delta O_k P B_k$  (рисунок 1).

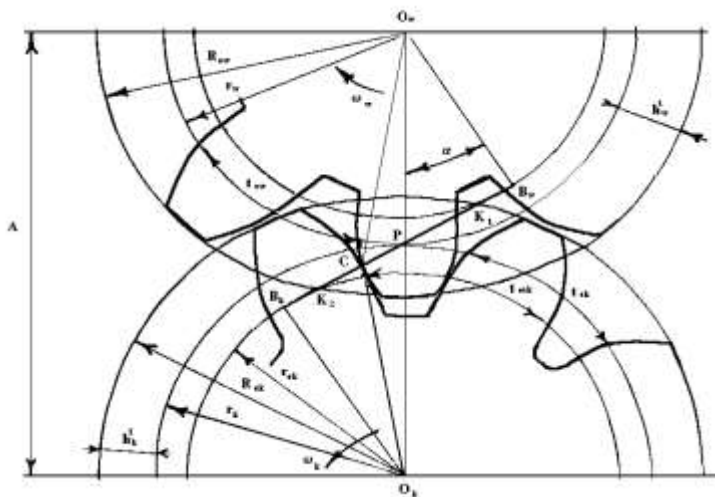


Рисунок 1 – Схема расчета геометрических и кинематических параметров зубчатого зацепления

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Увеличение радиуса кривизны профиля зуба ведущей шестерни и уменьшение радиуса кривизны профиля зуба ведомой шестерни происходит равномерно, по линейному закону, из-за чего скорость ведущей шестерни повышается, а скорость ведомой шестерни снижается.

Изменение скорости скольжения в контакте зубьев вдоль линии зацепления при постоянной угловой скорости зубчатых колес можно получить вычитанием эпюр скоростей перемещения линии контакта по рабочим поверхностям ведущей и ведомой шестерен.

Согласно теории зубчатого зацепления, рабочие поверхности ножек зубьев ведущей и ведомой шестерен являются отстающими, так как они движутся всегда медленнее парных с ними поверхностей головок зубьев второго зубчатого колеса. Рабочие поверхности головок зубьев являются всегда опережающими.

В начале зацепления головка зуба ведущей шестерни скользит по ножке зуба ведомой шестерни вплоть до полюса зацепления. От полюса зацепления головка зуба ведомой шестерни скользит по ножке зуба ведущей шестерни. В связи с этим головка и ножка зубьев в зацеплении значительно больше изнашиваются, чем остальные участки поверхности зубьев.

Знак скольжения по линии зацепления меняется с положительного на отрицательный. Скольжение достигает максимального значения к концу зацепления, проходя через ноль в полюсе зацепления.

Указанные положения, связанные с геометрическими параметрами и кинематикой зубчатой передачи, использовались при моделировании профиля зуба роликовыми аналогами.

Для моделирования профиля зубьев шестерен с помощью роликовых аналогов высоту головки и ножки зубьев ведущей и ведомой шестерен разбили в несколько равных отрезков. Отношение длины каждого отрезка к высоте головки или ножки зубьев назвали коэффициентом расположения зацепления относительно начальных окружностей шестерен ( $k$ ). Значения этого коэффициента в зависимости от расположения зоны их контакта изменяются от +1 в головке до -1 в ножке зубьев. В соответствии со значениями коэффициента  $k$  определяются радиусы кривизны точки контакта зубьев ведущей и ведомой шестерен. Расчетные значения радиусов кривизны в точке контакта зубьев являются также радиусами роликовых аналогов.

Степени проскальзывания зубьев (роликовых аналогов) прямоубых цилиндрических шестерен определены из полученных авторами выражений в зависимости от значения  $k$  и  $z_w$  при  $i = 2$ ;  $\alpha = 20^\circ$ . Степень проскальзывания между зубьями (роликовых аналогов моделирующих зубьев) шестерен с повышением значения  $k$  увеличивается, так как при зацеплении зуба шестерен между головкой зуба (роликового аналога моделирующего зуба) ведущей и ножкой зуба (роликового аналога моделирующего зуба) ведомой шестерен, радиус кривизны головки зуба ведущей шестерни возрастают ножки зуба ведомой шестерни уменьшаются. Однако при одинаковом значении  $k$  степень проскальзывания между головкой зуба (роликового аналога моделирующего зуба) ведущей и ножкой зуба (роликового аналога моделирующего зуба) ведомой шестерен всегда больше, чем степень проскальзывания между ножкой зуба (роликового аналога моделирующего зуба) ведущей и головкой зуба (роликового аналога моделирующего зуба) ведомой шестерен.

Нагрузка, передаваемая зубчатой передачей в роликовых аналогах, определялась в соответствии с формулой Герца для поверхностей контакта, имеющих цилиндрические формы. Ширина контакта образцов выбиралась в соответствии с контактным давлением на междузубья шестерен.

Продолжительность испытания на износостойкость роликовых аналогов шестерен, соответствующего одному сроку замены масла в агрегате, для зубчатых колес и их роликовых аналогов определялась в зависимости от изменения активности абразивных частиц. При активном участии абразивных частиц определялась из равенства концентрации активных абразивных частиц в масле агрегата и в ванночке машины трения, а при пассивном участии абразивных частиц она рассчитывалась из равенства путей трения зубьев шестерен и роликовых аналогов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В итоге можно сделать вывод о том, что в зубчатых передачах с повышением модуля зацепления и уменьшением числа зубьев радиус кривизны и путь скольжения между зубьями (роликовыми аналогами

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

моделирующих зубьев) шестерен увеличиваются, а скорость скольжения снижается уменьшается.

Количество масла, заливаемого в ванночку машины трения, соответствующего количеству масла в агрегате, определялось из условия равенства отношений количества масла, заливаемого в ванночку машины трения, к количеству масла в агрегате и продолжительности испытания на износостойкость роликовых аналогов на машине трения к сроку замены масла в агрегате.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хрущов М.М., Беркович Е.С. Точное определение износа деталей машин. Изд АН – М., 1953 – 116 с.
2. Крагельский И.В. Приближенный расчет износа сопряжений // Ж. Вестник машиностроения. 1974. №4. С.36–38.
3. Икрамов У.А., Иргашев А., Махкамов К.Х. Расчетная модель для оценки износостойкости зубчатых передач по концентрациям продуктов износа в масле //Трение и износ. 2003. Том 24. №6. С. 620– 625.

Представлено 17.05.2019

УДК 620.178

ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ЗУБЬЕВ ШЕСТЕРЕН, РАБОТАЮЩИХ  
В УСЛОВИЯХ СУХОГО ТРЕНИЯ

WEAR RESISTANCE OF TEETH GEARS, WORKING  
UNDER DRY FRICTION CONDITIONS

Х.К. Ишмуратов, ст. преп., А. Иргашев, д-р. техн. наук, профессор,  
Ташкентский государственный технический университет,  
г.Ташкент, Узбекистан

H. Ishmuratov, Senior Lecture,  
A. Irgashev, Doctor of technical Sciences, Professor,  
Tashkent state technical university, Tashkent, Uzbekistan

*Аннотация. В статье исследование износостойкость зубьев шестерен, работающих в условиях сухого трения. Для открытых передач характерным видом нагружения является напряжение изгиба, приводящие к поломке зуба на основании зуба. При трении зубьев шестерен не превышающих допустимого предела нагрузок по пластической деформации поверхностей трения образуется шероховатость, отличающаяся от первоначальной формы, как называемой равновесной шероховатостью.*

*Abstract. The article studies the wear resistance of gear teeth working under dry friction conditions. For open gears, the characteristic type of loading is bending stress, resulting in tooth breakage at the base of the tooth. When the gear teeth friction does not exceed the permissible aisle of loads for plastic deformation of friction surfaces, a roughness is formed, which differs from the original shape, as it is called equilibrium roughness.*

*Ключевые слова: шестерен, износостойкость, трения.*

*Keywords: gears, wear resistance, friction.*

## ВВЕДЕНИЕ

Для открытых передач характерным видом нагружения является напряжение изгиба, приводящие к поломке зуба на основании зуба. При трении зубьев шестерен не превышающих допустимого предела

нагрузок по пластической деформации поверхностей трения образуется шероховатость, отличающаяся от первоначальной формы, как называемой равновесной шероховатостью.

### ИЗНОС С УЧАСТИЕМ АБРАЗИВНЫХ ЧАСТИЦ.

Для расчета объема абразивных частиц, участвующих в процессе изнашивания профиля зуба за один оборот ведомой шестерни, получена зависимость:

$$v_a = \frac{k_a \varepsilon_b v_b}{\gamma_a} = \frac{\pi k_a \varepsilon_b m^2 L}{\gamma_a},$$

где,  $k_a$  – коэффициент, учитывающий долю абразивных частиц, участвующих в процессе изнашивания;  $\varepsilon_b$  – запыленность воздуха.

Значение коэффициента  $k_a$  зависит от расстояния от поверхности почвы до высоты расположения рассматриваемого зубчатого колеса. В зависимости от расположения зубчатой передачи относительно поверхности почвы значение  $k_a$  изменится в пределах 0,25–0,55.

Общее количество абразивных частиц, размером  $d_{cp}$ , находящихся на поверхности зуба и участвующих в процессе изнашивания зубьев равно:

$$n_v = \frac{v_a}{v_{1a}} = \frac{k_a \varepsilon_b m^2 L}{d_{cp}^3 \gamma_a},$$

где,  $v_{1a}$  – объем одной абразивной частицы, имеющей округлую форму:

$$v_{1a} = \frac{\pi}{6} d_{cp}^3.$$

Принимаем, что в процессе работы агрегата, окружающий зубчатого колеса воздух имеет постоянная запыленность, тогда можно



*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

принимать, что абразивные частицы по поверхностям зуба распределены равномерно [1–2]. Также можно предполагать, что количества абразивных частиц, расположенных по длине и высоте зубьев шестерен, имеют между собой определенную взаимосвязь.

Объем деформированного металла, поверхности зуба, абразивными частицами, находящимися на длине зуба:

при наличии проскальзывания между зубьями шестерен:

$$V_{aL(\text{ш,к})} = F_{\text{ш,к}} s_{\text{ш,к}} n_L^1,$$

при «чистом» качении:

$$V_{aL(\text{ш,к})} = V_{1a(\text{ш,к})} n_L,$$

где,  $V_{1a(\text{ш,к})}$  - объем деформированного металла абразивными частицами поверхности зуба ведущей (ведомой) шестерни, одной абразивной частицей при «чистом» качении, получено:

$$V_{1a(\text{ш,к})} = \frac{\pi d_{\text{ср}}^3 \sigma_a^2 (6H_{\text{ш,к}} - \sigma_a)}{192 H_{\text{ш,к}}^3}.$$

Скорость изнашивания зубьев шестерен, с учетом многоцикличности и усталостного характера процесса изнашивания, в общем виде при наличии проскальзывания определяется:

$$\gamma_{a(\text{ш,к})} = \frac{1800 F_{\text{ш,к}} n_L^1 n_{\text{ш,к}} \eta}{n_{\text{р(ш,к)}} L},$$

где  $n_{\text{р(ш,к)}}$  – количество циклов приводящие к разрушению одни и те же объемов деформации поверхности трения зуба шестерни, значение которого зависит от коэффициента относительного удлинения и коэффициента фрикционной усталости материала шестерен,

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Вероятность повторной деформации поверхности трения зуба абразивной частицей одного и того же объема металла, характеризует через сколько циклов нагружения происходит повторная деформация поверхности трения зуба шестерен:

$$\eta = \frac{1}{in_L} = \frac{0,577d_{cp}^{3/2}\gamma_a^{1/2}}{k_a^{1/2}i\varepsilon_B m^{1/2}L}$$

Скорость изнашивания зубьев ведущей (ведомой) шестерни, при наличии между зубьями шестерен проскальзывания:

$$\gamma_{a(шк)} = \frac{20,4k_a^{1/2}\varepsilon_B^{1/2}m^{3/2}\sigma_a^2\Gamma_{ш,к}d_{cp}^{1/2}n_{ш,к}(z_{ш,к} \pm k)(i+1)\psi}{H_{ш,к}^2 n_{р(ш,к)}\gamma_a^{1/2}z_{ш}L(z_{ш} + z_{ш})i},$$

$$\psi = \sqrt{z_{ш}^2 \cdot \sin^2 \alpha + 4 \cdot k \cdot z_{ш} \pm 4 \cdot k^2} - z_{ш} \cdot \sin \alpha$$

Для ведущей (ведомой) шестерни, при «чистом» качении зубьев:

$$\gamma_{a(ш,к)} = \frac{58,875\sigma_a^2 d_{cp}^2 n_{ш,к} (6H_{ш,к} - \sigma_a)}{H_{ш,к}^3 n_{р(ш,к)} iL}.$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для расчета принято, что размеры выступов шероховатостей по высоте и по объемному радиусу кривизны одинаковы. Они расположены последовательно по длине и по высоте зуба. При трении выступы шероховатости полностью внедряются к поверхностям трения контактируемых поверхностей зубьев.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иргашев А. Расчет скорости изнашивания элементов шариковых подшипников, работающих в абразивной среде Тез. докл. Междун. НПК «Проблемные вопросы механики и машиностроения». – Ташкент, 1993. С. 259.

2. Иргашев А. Оценка абразивного износа элементов подшипников качения // Вестник ТашГТУ. – Т., 1998. № 1–2. С.108– 110.

Представлено 17.05.2019

УДК 358.3

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ВВТ

В.Г. Шостак, канд. воен. наук, доц.

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

V. Shostak, Ph.D. in Military, Associate Professor

Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. В статье рассматривается роль диагностики образцов автомобильной техники в общей системе технического обслуживания и ремонта, как процесс определения технического состояния автомобилей и как фактор сокращения времени простоя автомобиля на субъективном и объективном уровнях, влияющий на формирование технической готовности автомобильного парка.*

*Abstract. The article discusses the role of diagnostics of samples of automobiles in the general system of maintenance and repair, as the process of determining the technical condition of cars and as a factor in reducing vehicle downtime at subjective and objective levels, influencing the formation of the technical readiness of the vehicle fleet.*

*Ключевые слова: диагностирование, эксплуатация, нормирование, техническое обслуживание.*

*Key words: diagnostics, operation, regulation, maintenance.*

## ВВЕДЕНИЕ

Поддержание образцов вооружения и военной техники (ВВТ) в состоянии, обеспечивающем выполнение задач по предназначению, была и остается основой боевой готовности ВС РБ. Главной задачей в определении надежности образца, согласно системы комплексного технического обслуживания и ремонта в ВС РБ, является техниче-

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

ское диагностирование, которое будет определяющим в формировании комплекса работ по ТО и ТР, определении количества специалистов и необходимый перечень запасных частей на определенный интервал времени (планируемый период). Решение задачи позволит достоверно осуществлять текущее (до года) и перспективное (от года до пяти лет) планирование комплекса проводимых работ по техническому обслуживанию и ремонту (ТО и Р).

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Основу организации технологического процесса диагностирования составляет характеристика его управляющих функций. Эти функции заключаются в регламентации контроля и нормировании технического состояния образца ВВТ. В свою очередь регламентация контроля состоит в замене (для большинства агрегатов и механизмов автомобиля) существующей в настоящее время периодичности планово-предупредительного ТО или ремонта (с контролем или без контроля) периодичностью  $l_d$  планово-предупредительного диагностирования. Такая замена при условиях  $C_p > C_d > C_n$  и  $l_d < l_p$ , где  $C_p$ ,  $C_n$ ,  $C_d$  – соответственно стоимость ремонта, профилактики и диагностирования, существенно уменьшит пропуск отказов и обеспечит заданный уровень надежности в образце [1].

Периодичность диагностирования  $l_d$  должна устанавливается теми же методами, что и периодичность ТО. Контроль технического состояния влечет за собой изменение периодичности целого ряда операций обслуживания образцов, их группировку, а следовательно, и установленные объемы ТО-1 и ТО-2. Кроме того, при этом изменяются нормативы трудоемкости ТО и Р. Так, например, ТО-1 и ТО-2 увеличивается на 5–10 % за счет включения диагностирования и снижается на 10–20 % за счет исключения технического обслуживания с периодическим контролем, на 8–10 % снижается трудоемкость текущего ремонта, перераспределяются объемы работ, проводимых в пунктах технического обслуживания и ремонта (ПТОР).

Для получения диагностической информации в системе управления техническим состоянием автомобиля необходимо использовать

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»

диагностическое оборудование с возможностью хранения информации с начала его эксплуатации для конкретной модели образца, в том числе и его специального оборудования.

В данном случае обработанная информация будет содержать информацию об образце для последующего анализа и принятия решения. На основе получаемой информации имеем диагностическую информацию о состоянии образца на весь период его эксплуатационного цикла [2].

Функциональная схема производственной системы, выполняющей ТО и Р образцов с диагностированием, представлена на рисунок 1.



Рисунок 1 – Функциональная схема диагностической системы

Исходные данные  $X_0$ , вводимые в управляющую систему (УС), выдаются в виде необходимости выполнения различных видов ТО и Р, либо выполнения внеплановых технических воздействий по причине, например, перерасхода топлива, запасных частей, недопробега шин и т.п. по диагностической информации.

Управляющая система (заместитель командира по вооружению, главный инженер, начальник службы) формирует и принимает решение о необходимости технических воздействий по каждому образцу с учетом внешних факторов и состояния элементов (агрегатов, систем, специального оборудования) образца  $X_i$ ,  $Y_i$ . В производственном процессе на ПТОР реализуется принятое в управляющей системе решение. Результативность выполненных технических воздействий над объектом проверки (образцом ВВТ) осуществляется в под-

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

системе обратной связи, имеющей средства диагностирования (система оценки и сравнения состояния объектов управления), путем сравнения фактического значения параметра (полезного результата) с критерием (нормативом). Если полученный результат соответствует нормативу, то образец относится к числу работоспособных и направляется в эксплуатацию.

Подсистема обратной связи является следящим устройством, обеспечивающим сравнимость результатов на основе диагностической информации. В этом смысле обратная связь обладает уникальной способностью регулятора, создающего оптимальный режим. На систему действуют внешние условия в виде дорожных, климатических условий, возрастного состава автомобилей (наработки с начала эксплуатации) и т.п.

Однако возможности диагностирования, представленного в виде элемента технологии ТО и Р автомобилей, значительно шире и рассматриваются в качестве необходимого компонента системы управления, распознающего состояние элементов системы. К таким элементам относятся образцы техники, оборудование, производственный персонал, технологические, организационные процессы, задействованные в технической службе воинской части.

В силу вышесказанного, диагностирование рассмотрено как процесс определения технического состояния автомобилей и как фактор сокращения времени простоя автомобиля на субъективном и объективном уровнях, влияющий на формирование технической готовности. Диагностирование является источником, определяющим дальнейший ход процесса и характера воздействий на все элементы системы. Величина фактора времени, определяющего простои автомобилей по техническим причинам, регламентируется четкостью постановки диагноза, полнотой и достаточностью параметров, определяющих состояние элементов системы.

При выполнении текущего ремонта (ТР) диагностирование позволяет выявить скрытые и нечетко сформулированные отказы и неисправности и предупреждает их возникновение, что в значительной степени сокращает время простоев автомобилей в ремонте. Предварительное определение фактического объема работ по техническому

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

обслуживанию в сравнении с нормативным на основе диагностической информации и сокращает время его проведения на 15–20%. Ожидание образца в ремонте во многом определяется отсутствием необходимого запаса запасных частей на складах. Прогнозирование состояния ВВТ позволяет ремонтному органу воинской части объективно формировать запасы запасных частей на основе диагностической информации и сокращать время простоя ВВТ в ожидании ТО и ТР. Как установлено на практике, основную долю простоев (до 55%) занимают простои ВВТ в ТР и техническом обслуживании №2 (ТО-2); около 33% в ожидании среднего ремонта СР и до 12% капитального ремонта [3–4].

В силу вышесказанного, диагностирование как показатель характеризует систему управления в целом с точки зрения степени ее технического состояния и полноты оснащения. Отсутствие диагностирования в системе делает последнюю разомкнутой.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, диагностирование является необходимым компонентом системы, контролирующим ход процесса и выполняющим в ней функцию устройства обратной связи путем сравнения полученных результатов с нормативами. В системе управления процессами ТО и Р обратные связи используются на разных уровнях, в отдельных процессах и в системе в целом.

Диагностирование как измеритель параметров состояния элементов системы количественно оценивает: реальное состояние ВВТ по этапам ее наработки с начала эксплуатации; состояние технологических процессов, специалистов ремонтников и технологического оборудования; позволяет координировать последующие воздействия на образцы ВВТ и процессы по оперативному корректированию нормативной базы управления о запасе и ресурсе элементов о расходах материалов и затратах на них; в системе управления нормативную базу, которая позволит определить реальные нормативы для ремонтного органа воинской части.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шостак, В.Г. Проблемы эксплуатационной надежности и эффективности автомобильной техники. В.Г. Шостак //Сбор. науч. статей. Воен. акад. Респ. Беларусь. – № 26 – 2014.
2. Шостак, В.Г. Классификация отказов в автомобильной технике. В.Г. Шостак, Т.М. Тявловская // Сборн. науч. труд. Т-2, БНТУ, Минск. – 2018.
3. Шостак, В.Г. Подход по определению надежности и эффективности автомобильного парка при выполнении транспортных задач. В.Г. Шостак, В.С. Ивашко // Изобретатель. –№ 1. – 2018.
4. Шостак, В. Г. Определение средней наработки до отказа автомобильной техники методом экспертной оценки/ В. Г. Шостак, В.С. Ивашко // Изобретатель. № 2–3. – 2019. ВА РБ.

Представлено 13.04.2019

УДК 621.7

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ  
КАЧЕСТВА ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ  
THEORETICAL BACKGROUND THE USE OF ELECTRO-SPARK  
PROCESSING TO IMPROVE THE QUALITY  
OF THERMAL SPRAY COATINGS

В.С. Ивашко, д-р. техн. наук, проф., К.В. Буйкус, канд. техн. наук,  
доц., В.М. Изойтко, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
V. Ivashko, Doctor of technical Sciences, Professor,  
K. Buikus, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
V. Izoitko, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация.* Предлагается технология повышения адгезионной и когезионной прочности газотермических покрытий путем их послойной электроискровой обработки в процессе напыления.



*Abstract.* A technology for increasing the adhesion and cohesion strength of a thermal spray coatings by layer-by-layer electric spark processing in the of spraying.

*Ключевые слова:* напыление, восстановление, износостойкость, покрытие.

*Key words:* spraying, restoration, wear resistance, coating.

## ВВЕДЕНИЕ

Благодаря высокой производительности и антифрикционным свойствам газотермическое напыление (плазменное, газопламенное, электродуговое) стало наиболее распространенным методом восстановления и повышения износостойкости рабочих шеек валов и осей [1]. Однако для покрытий, получаемых электродуговым напылением, добиться высокой адгезионной прочности с основой и когезионной прочности между слоями – основные параметры качества газотермического покрытия – стандартными методами приводит к значительному удорожанию и усложнению процесса.

## ПОСЛОЙНАЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВАЯ ОБРАБОТКА

Сущность разработанной технологии заключается в послойной электроискровой обработке напыляемого покрытия.

При искровом разряде происходит разогрев поверхности электрода инструмента (анод), а на поверхности катода (деталь с покрытием) происходят металлургические процессы, приводящие к местному расплавлению и перемешиванию материала катода и анода. Таким образом, первый нанесенный слой газотермического покрытия микроточечно приваривается к основе, а затем каждый последующий слой приваривается к предыдущему.

Химические элементы материала электрода, участвуя в металлургических процессах, могут повышать триботехнические характеристики покрытия.

В качестве метода определения адгезионной прочности покрытия использовали штифтовой метод испытания на отрыв. Образец испытывали при нагружении на разрывной машине Instron.

*Секція «ЕКСПЛУАТАЦІЯ, ОБСЛУЖИВАННЯ І РЕМОНТ  
АВТОМОБІЛЕЙ»*

Предварительные результаты исследования адгезионной и когезионной прочности покрытий из стали 40Х13, напыленных электродуговым напылением на поверхность образца из стали 45, показали увеличение указанных показателей в среднем в 1,5-2 раза в зависимости от количества разрядов на 1 см<sup>2</sup>.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая технология электродугового напыления с одновременной послойной электроискровой обработкой позволяет повысить адгезионную и когезионную прочность покрытия, а также снизить требования к подготовке поверхности под напыление и снять ограничения по времени активного состояния поверхности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ивашко, В.С. Повышение физико-механических свойств газотермически напыленных покрытий при механическом воздействии в процессе формирования покрытий / В.С.Ивашко, К. В.Буйкус / Тезисы докладов LXXIII наукової конференції ПІВС університету. – Київ : ІТУ, 2017. – С. 56–57.

Представлено 20.04.2019

УДК 631.3.02

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ  
ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ НАПЛАВКОЙ  
RESTORATION OF THE CASE DETAIL SOFCARS  
ELECTRIC SURFACE

В.А. Протасевич<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.,

А. В. Бодиловский<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.,

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный аграрный технический  
университет, г. Минск, Республика Беларусь

V. Protasevich<sup>1</sup>, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

<sup>1</sup>BelorussianNationalTechnicalUniversity, Minsk, Republic of Belarus

A. Bodilovsky<sup>2</sup>, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

Belarusian State Agrarian Technical University,  
Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. На основе анализа эффективности электроискровой наплавки показана перспектива применения способа для восстановления изношенных посадочных поверхностей подшипниковых узлов.*

*Annotation. On the basis of the analysis of the efficiency of electric-spark surfacing, the prospect of applying the method for restoring worn-out seating surfaces of bearing units is shown.*

*Ключевые слова: электроискровое упрочнение и восстановление в авторемонтном производстве.*

*Key words: electrospark hardening and restoration in car repair production.*

## ВВЕДЕНИЕ

Среди многих способов восстановления деталей, применяемых в авторемонтном производстве, электроискровая наплавка пока не имеет широкого распространения. Известно, что при эксплуатации автомобильной техники около 50% её корпусных деталей переходят в неработоспособное состояние при износах посадочных мест и подшипниковых узлов, не превышающих 0,10 мм. К корпусным деталям

относятся блоки и головки цилиндров двигателей, картеры коробок передач, ведущих мостов и сцеплений, крышки распределительных шестерен, корпуса масляных, топливных и водяных насосов которые чаще всего изготавливаются из серого чугуна или ковкого чугуна и алюминиевых сплавов. Корпусные детали относятся к ресурсным деталям, качество восстановления которых определяет послеремонтную надежность всего агрегата. В виде запасных частей цена корпусных деталей превышает стоимость капитального ремонта отдельных агрегатов, что подчеркивает актуальность их восстановления.

### ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ

Существенным преимуществом электроискрового восстановления изношенных деталей является возможность не только наращивать покрытия различных металлов и твердых сплавов, но и значительно упрочнять рабочие поверхности деталей. Перспективным способом восстановления с одновременным упрочнением посадочных мест корпусных деталей с таким износом, является метод электроискровой наплавки (наращивания). Существенным преимуществом электроискрового наращивания является возможность наносить покрытия из различных металлов и твердых сплавов, что значительно повышает износостойкость деталей. Однако средняя толщина наплавляемого слоя 0,10 мм, но даже и при этой толщине можно восстанавливать изношенные посадочные поверхности подшипниковых узлов как на стальных валах, так и в корпусных деталях из серого чугуна или ковкого чугуна (картерах, ступицах и др.), износ которых обычно не превышает 0,10 мм. Применение электроискрового способа для восстановления указанных деталей экономически эффективнее способов восстановления дополнительными ремонтными деталями, электродуговой наплавки, металлизации напылением и гальваническими покрытиями. Основными достоинствами электроискровой обработки (ЭИО) металлов в газовой среде является возможность управлять фазовым составом покрытия, используя в качестве электродных материалов разнообразные металлы, их сплавы, карбиды, нитриды, бориды, силициды, получать заданную твердость, в

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

том числе меняющуюся по глубине покрытия, возможность обрабатывать только локальные места без прогрева всей массы детали [1].

Покрытия, образованные ЭИО, отличаются мелкодисперсной структурой, прочным сцеплением с материалом основы, а также высокой сопротивляемостью схватыванию и коррозии, благодаря формированию «рабочего слоя», представляющего собой квазиравновесную систему, поверхностная энергия которой близка к нулю.

Метод обладает специфическими особенностями: [2]

- материал электрода может образовывать на поверхности детали прочно сцепленный с поверхностью слой покрытия, без границы раздела между нанесенным материалом и металлом основы с диффузией элементов материала электрода в материал детали;

- обработку можно осуществлять в строго указанных местах (радиусом от долей миллиметра), не защищая при этом остальную поверхность детали;

- отсутствует нагрев детали (вызывающий изменение физико-механических свойств материала детали и ее структуры) в процессе обработки;

- возможность использовать в качестве обрабатываемых материалов любые токопроводящие материалы (как чистые металлы, так и их сплавы, металлокерамические композиции, тугоплавкие соединения и т.п.).

- отсутствие необходимости специальной предварительной, подготовки обрабатываемой поверхности;

- обеспечение экологической чистоты окружающей среды;

Как правило, электроискровое покрытие: получается достаточно равномерным, так как за одну секунду обработки переносится от 100 до 400 порций электродного материала[3]. Следовательно, для нанесения покрытия из карбида вольфрама толщиной 20...30 мкм на площадь 1 см<sup>2</sup> (с учетом коэффициента переноса материала электрода) необходимо 24–30 тысяч импульсов и 4–5 минут обработки. Поверхностный слой, образующийся в процессе ЭИО, состоит обычно из трех зон: зоны прилипших частичек распыленного металла, «рабочего» слоя и зоны термического влияния. Появление зоны термического влияния под рабочим слоем является следствием воздействия

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

высоких температур и газодинамических сил на поверхностный слой основного материала.

Основными факторами, определяющими прочность сцепления покрытия с основой и ее контактную усталость, являются хрупкость и монолитность нанесенного слоя. Как правило, ЭИО покрытия выдерживают значительные ударные нагрузки и изгибы, не разрушаясь и не отслаиваясь от основы. Микротвердость поверхности и глубина зоны термического влияния зависит от энергии единичных искровых импульсов.

Экспериментально установлено, что при ЭИО сталей и чугунов твердым сплавом Т15К6 на режимах с длительностью импульса 40–150 мкс и энергией разряда 1,0 Дж достигается наибольшая микротвердость при минимальной толщине диффузионной (переходной) зоны. Кроме того, с увеличением энергии и длительности разряда твердость поверхностных слоев, сформированных из сплавов ТК и ВК, остается неизменной, но толщина переходного слоя увеличивается. Выполненная циклическая обработка электродами из твердых сплавов позволила увеличить толщину покрытия до 0,15 мм и гарантированно обеспечить восстановление посадочных поверхностей корпусных деталей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для восстановления посадочных отверстий в корпусных деталях автомобильных агрегатов методом ЭИО при небольших износах (до 0,1мм) рекомендуется применять электроды из твердых сплавов Т15К6 или ВК6 на режимах с длительностью импульса 40–150 мкс и энергией разряда 1,0 Дж. При более значительных износах рекомендуется увеличивать величину энергии разряда, длительность импульса и количество полных циклов ЭИО.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Игнатенко Э.Л., Верхотуров А.Д. Маркин М.З. Формирование поверхностного слоя при электроискровом легировании легкоплавкими металлами // Электронная обработка материалов, 1979, №3. – С. 26–29.

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»

2. Электроискровые технологии восстановления и упрочнения деталей машин и инструментов (теория и практика) / Бурумкулов Ф.Х., Лезин П.П., Сенин П.В., Иванов В.И., Величко С.А., Ионов П. А. – Саранск: Тип. «Крас. Окт.», 2003. – 504 с.

3. Лазаренко Н.И. «Электроискровое легирование металлических поверхностей». М.: Машиностроение, 1976. – 45 с.

Представлено 17.05.2019

УДК 669.018.25:621.793.16

УПРОЧНЕНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ДЕТАЛЕЙ  
АВТОМОБИЛЕЙ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫМИ  
ПОКРЫТИЯМИ

HARDENING OF CUTTING TOOLS AND CAR PARTS  
VACUUM-PLASMA COATINGS

В.А. Лойко, канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

V. Loiko, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Предложены параметры формирования даны рекомендации по составу и конструкции покрытий. Приведены ограничительные условия нанесения вакуумно-плазменного покрытия для упрочнения режущего инструмента и деталей автомобилей.*

*Abstract. The proposed parameters for the formation of recommendations on the composition and design of coatings. The limiting conditions for applying a vacuum-plasma coating for hardening the cutting tool and car parts are given.*

*Ключевые слова: упрочнение, режущий инструмент, деталь автомобиля, твердость, покрытие, структура, температурный интервал.*

*Key words: hardening, cutting tool, car detail, hardness, coating, structure, temperature range.*

## ВВЕДЕНИЕ

Упрочнение режущего инструмента, также, как восстановление и упрочнение деталей автомобиля, обеспечивает экономию высококачественного металла, топлива, энергетических и трудовых ресурсов, а также рациональное использование природных ресурсов и охрану окружающей среды. Для восстановления работоспособности изношенных деталей требуется в 3–5 раз меньше технологических операций по сравнению с изготовлением новых деталей.

Применение при производстве и ремонте автомобилей прогрессивных технологий и использования новых упрочняющих покрытий с повышенными триботехническими, физико-химическими и механическими характеристиками являются основными направлениями повышения ее надежности и ресурса.

## УСЛОВИЯ ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЯ, СТРУКТУРА И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ,

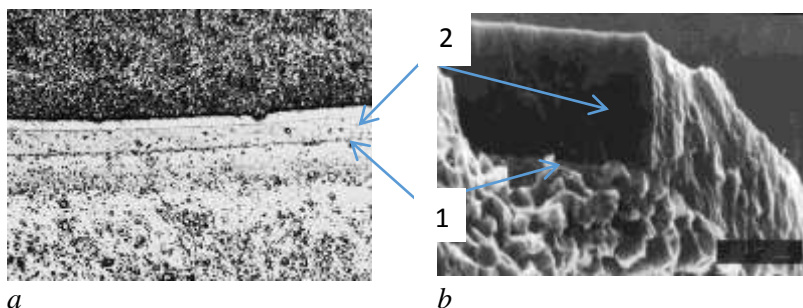
Покрытие конденсируется при энергиях ионов  $\sim 10^3 - 10^2$  эВ при уменьшении потенциала смещения до  $2 \times 10^1 - 3 \times 10^2$  В. При большей подвижности адсорбируемых атомов и малой плотности зародышей происходит агломерация, пленка состоит из крупных зерен, которые содержат меньше дефектов и становится сплошной при относительно небольшой толщине. Срастание атомов и образование зародышей, рост пленки зависят от скорости поверхностной миграции адсорбированных атомов, которая возрастает с уменьшением энергии активации поверхностной диффузии, повышением температуры и кинетической энергии адсорбированных атомов, температуры и чистоты поверхности подложки. Бомбардировка ионная в процессе конденсации, с одной стороны, увеличивает плотность зародышей, благодаря чему уменьшаются размеры кристаллов и уменьшается толщина, при которой пленка становится сплошной, а с другой – увеличивает подвижность адсорбированных атомов, что способствует скорейшей агломерации пленки. Серьезной проблемой данной технологии упрочнения и восстановления точных и особенно прецизионных деталей является загрязнение поверхности твердыми или расплавленными частицами, снижающими триботехнические характе-



*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

ристики поверхности. Наиболее радикальной мерой является использование тугоплавких, сублимирующих исходных материалов катодов при электродуговом испарении. Установлено, что лучшие характеристики показывают Сг Мо (с добавкой 3–5% Тi или Zr). Нитриды и карбиды хрома и молибдена благодаря кристаллическому строению этих фаз внедрения и высоким физико-механическим характеристикам наиболее перспективны для нанесения в качестве твердого износостойкого слоя для восстановления и упрочнения деталей сельхозтехники. Для улучшения сцепления с основой целесообразно наносить на поверхность слой чистого металла (Сг или Мо), толщиной 0,2–0,5 мкм, затем твердый слой нитрида (или карбида) хрома (молибдена).

В результате конструкция покрытия представляет собой двухслойную композицию (рисунок 1) из: 1 – адгезионного слоя металла Сг или Мо 0,2–0,5 мкм, 2 – твердого износостойкого слоя нитрида или карбида (толщина выбирается в зависимости от величины допуска на размер детали и требуемых по условиям эксплуатации функциональным характеристикам покрытия, которые обеспечиваются за счет толщины слоя покрытия).



*a* – прямой шлиф перпендикулярно поверхности (500х, световая микроскопия); *b* – излом (1500х – сканирующий электронный микроскоп Nanolab-7 (границы между слоями и основной образца практически неразличимы)

Рисунок 1 – Структура двухслойного покрытия в поперечном сечении

Минимизация или полное исключение дисперсных и макро-частиц металла основы покрытия (твердых, каплеобразных, расплавленных) в формировании слоя покрытия решается также путем создания новых конструкций электродуговых испарителей и вспомогательных устройств [3].

Ответственные, нагруженные детали изготавливают из малоуглеродистых, легированных сталей с обработанной ХТО на высокую твердость поверхностью.

Поэтому актуально снижение температуры поверхностных участков деталей в процессе нанесения покрытий, до величин, исключающих отпуск основного материала ( $<180-250^{\circ}\text{C}$  для углеродистых и  $<350-450^{\circ}\text{C}$  для быстрорежущих инструментальных сталей) путем исключения из технологического процесса очистки ионами металла и замены очисткой ускоренным потоком предварительно ионизированного нейтрального газа с последующим осаждением слоя покрытия в условиях ассистирования ионизированным реакционным газом ( $\text{N}_2, \text{C}_2\text{H}_2, \text{CH}_3$  и др.).

Обеспечение равной скорости осаждения покрытия по рабочей поверхности деталей путем строго определенной ориентации детали по отношению к оси плазменного потока и придания соответствующих движений, обеспечивающих равномерную толщину и качество защитного слоя.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

На основании проведенных исследований предложена конструкция двухслойного упрочняющего покрытия и исследованы основные характеристики. Такие покрытия различного состава могут применяться для упрочнения режущего инструмента и деталей автомобилей при условии соблюдения температурного интервала и заданной толщины слоев.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов И.И., Антуфьев Ю.П., Брень В.Г. и др. Об условиях синтеза нитридов при конденсации плазменных потоков // Физика и химия обработки материалов. – 1981. – № 4. – с. 43–46.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

2. Хейфец М.Л., Ивашко В.С., Лойко В.А. Направленное формирование показателей качества деталей с покрытиями. В сборнике материалов Десятой международной Промышленной конференции «Эффективность реализации научного, ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях», Украина, п. Славское, 9-13 февраля 2010, с. 112–115.

3. Лойко В.А., Ивашко В.С. Формирование структур поверхностных слоев при вакуумно-плазменном нанесении покрытий. Изобретатель. №7-8(139–140), 2011. С. 12–16

4. Лойко, В.А. Вакуумно-плазменные технологии в ремонтном производстве. / В.А. Лойко и [др.] – Минск: БГАТУ, 2007. – 190 с.

Представлено 17.05.2019

УДК 629.114.2

**АКТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО  
НАПЫЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ  
ACTIVE CONTROL OF THE THERMAL SPRAYING  
OF COATINGS**

В.С. Ивашко, д-р. техн. наук, проф., К.В. Буйкус,  
канд. техн. наук, доц., В.М. Изоитко, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

V. Ivashko, Doctor of technical Sciences, Professor,  
K. Buikus, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
V. Izoitko, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. На основе анализа методов контроля технологического параметров процесса газотермического напыления покрытий предложена конструкция автоматизированной установки для активного контроля скорости наносимых частиц.*

*Abstract. Based on the analysis of methods for monitoring the technological parameters of the thermal spraying of coatings the design of an*

*automated installation for active control of the speed of spraying particles is proposed.*

*Ключевые слова: газотермическое напыление, методы контроля, покрытие.*

*Key words: gas-thermal spraying, control methods, coating.*

## ВВЕДЕНИЕ

Вследствие многоступенчатости технологического процесса газотермического напыления контроль над ним наиболее целесообразно осуществлять на этапе подготовки частиц к взаимодействию с подложкой.

В настоящее время в технике применяется косвенный контроль качества газотермического напыления, который состоит в наблюдении за неизменностью подвода электрической энергии, расходов проволоки (порошка) и распыляющих газов и т.д.

При напылении покрытий высокоскоростными газотермическими методами одним из параметров двухфазного потока, влияющим на качество получаемого покрытия (прочность сцепления с основой, пористость, когезионная прочность и др.), является скорость расплавленных (подплавленных) частиц наносимого материала.

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ

В связи с повышением требований к качеству покрытий обнаружилось значительное несовершенство косвенного метода контроля. Оно обусловлено, прежде всего, тем, что за свойства газотермических покрытий ответственно значительное число параметров. Контроль каждого параметра осуществляется с какой-то малой погрешностью, но вследствие большого количества этих погрешностей газотермическое устройство может выйти из заданного технологического режима.

Также необходимо учесть тот факт, что в распылительном устройстве постоянно изменяются геометрии быстроизнашивающихся деталей, что приводит к существенному изменению параметров газотермической струи, и, следовательно, интенсивности теплообмена и ускорения частицы в двухфазном потоке.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

К тому же, при газотермическом напылении на некоторые детали требуется плавная регулировка параметров частиц по заданной программе (напыление многослойных покрытий, особенно разными материалами, напылении изделий неодинаковой толщины и сложной геометрической формы).

Косвенный контроль параметров не позволяет оперативно переключать рабочий режим установки из-за отсутствия однозначных теоретических зависимостей скорости и температуры частиц от того или иного параметра.

Все указанные выше недостатки могут быть устранены применением прямого непосредственного контроля скорости частиц в газотермической струе путем прямых измерений.

Результаты теоретических исследований движения частиц в газотермических потоках показали, что вследствие многообразия элементарных физико-химических процессов при газотермической обработке существующие методы позволяют получать только оценочные результаты. Поэтому для развития и совершенствования теоретических методов, для выбора оптимальных режимов уже реализующихся в технике процессов, для разработки методов и аппаратуры контроля необходимо проведение экспериментальных исследований. Наиболее значительные результаты в этом направлении получены при изучении ускорения частиц газотермическим потоком.

В [1] детально изложены применяющиеся в экспериментах методы определения скорости частиц. В основу их положено определение расстояния и времени прохождения его частицей на определенном участке траектории. Различия в методах обусловлены методикой визуализации базисного расстояния или способом измерения времени.

Также в практике получил распространение способ непрерывной фото регистрации с использованием скоростной видеокамеры.

Предложен метод определения скорости частиц, основанный на регистрации времени перекрытия проходящего через двухфазный поток лазерного излучения частицами известного размера. Сравнительно простой анализ движения и состояния частиц в газотермической струе показывает, что данный метод будет иметь значительные погрешности.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Нами предлагается установка, лишенная указанных выше недостатков [2–4].

Установка для измерения скорости потока частиц предназначен для автоматизации активного контроля процесса напыления покрытий высокоскоростными газотермическими методами.

Установка обеспечивает автоматизацию, повышенную точность и дистанционность процесса измерения скорости потока частиц при газотермическом напылении.

Измерение скорости частиц потока в установке основано на связи скорости потока со скоростью развертки светящегося пучка линии треков частиц потока.

Установка состоит из оптико-механического блока со светочувствительным микродатчиком, блока управления, аналого-цифрового преобразователя, согласующего устройства и персонального компьютера.

Работа установки осуществляется следующим образом: после стабилизации потока частиц, корпус установки монтируют так, что ось оптической системы должна быть перпендикулярна потоку частиц, на расстоянии от потока частиц до объектива, равном оптической базе устройства и обеспечивающем четкое изображение развертки при выбранном масштабе изображения, определяемом конструкцией устройства.

Компьютер, выполняя команды программы, управляет оптико-механическим блоком со светочувствительным микродатчиком и блоком управления и производит вычисления текущей скорости потока частиц с выводом результата на экран монитора с выдачей рекомендаций по оптимизации параметров режима газотермического напыления.

Установка может быть использована для измерения скоростей и других потоков, способных излучать или отражать световой поток (например, скорость дроби при струйно-абразивной обработке).

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Разработана установка для измерения скорости потока частиц, позволяющая вести активный контроль одного из главных парамет-

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

ров двухфазного потока напыляемых частиц газотермическими методами. Малогабаритность, оперативность измерений, удобство в работе позволили получать надежные результаты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Устройства и элементы систем автоматического регулирования и управления. Техническая кибернетика. Книга 1. Измерительные устройства, преобразующие элементы и устройства [Текст] / Под ред. В.В. Солодовникова. – М. : Машиностроение, 1973. – 671 с.
2. Устройство для измерения скорости потока частиц [Текст] : Пат. РБ № 597 : МПК G 01 P 5/00 / К.В.Буйкус (РБ). – № u20010306 ; заявл. 21.12.2001 ; опубл. 30.09.2002.
3. Устройство для измерения скорости потока частиц [Текст] : Пат. РБ № 5973: МПК G 01 P 5/00 / К.В.Буйкус, В. М. Изоитко (РБ). – № a19990657 ; заявл. 01.07.1999 ; опубл. 30.03.2004.
4. Буйкус, К. В. Автоматическая установка для измерения скорости потока частиц [Текст] // Современные направления развития производственных технологий и робототехника: Материалы междунар. науч.-практ. конф., Могилев, 22-23 апр. 1999 г. – Могилев : МГТУ, 1999. – С. 66.

Представлено 12.04.2018

УДК 629.113.004

КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКТОВАНИЯ  
ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ДИЗЕЛЕЙ  
COMPLEX TECHNOLOGY OF GATHERING  
OF DIESEL PLUNGER PAIRS

В.С. Ивашко, д-р. техн. наук, проф., К.В. Буйкус,  
канд. техн. наук, доц., В.М. Изоитко, канд. техн. наук, доц.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

V. Ivashko, Doctor of technical Sciences, Professor,  
K. Buikus, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
V. Izoitko, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Предлагается комплексная технология обеспечения функциональной взаимозаменяемости плунжерных пар в одном топливном насосе. Технический результат выражается в создании условий испытания близким к условиям эксплуатации и обеспечении стабильность условий испытания.*

*Abstract. Complex technology for ensuring the functional interchangeability of plunger pairs in a single fuel pump is proposed. The technical result is expressed in the creation of test conditions close to operating conditions and ensuring the stability of the test conditions.*

*Ключевые слова: плунжерная пара, дизель, топливный насос, комплектование.*

*Key words: plunger steam, diesel, fuel pump, acquisition.*

## ВВЕДЕНИЕ

Надежность и топливная экономичность дизелей в эксплуатационных условиях во многом зависят от качества изготовления и комплектования топливных насосов высокого давления (ТНВД) плунжерными парами.

Вследствие технологических факторов при изготовлении каждая плунжерная пара имеет собственные отклонения геометрических параметров плунжера и втулки относительно номинальных значений.



Способы комплектования ТНВД плунжерными парами по данным цикловой подачи или максимального давления, развиваемого плунжерной парой при пусковых оборотах коленвала, не обеспечивают совместимости плунжерных пар для работы в одном насосе вследствие неучета ряда функциональных факторов (температуры, вязкости топлива, степени отклонений геометрических параметров), что вызывает рост неравномерности топливоподачи по цилиндрам двигателя при эксплуатации, разброс ресурсных показателей плунжерных пар, работающих в одном ТНВД, снижение мощностных и экономических показателей дизеля.

### ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКТОВАНИЯ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ДИЗЕЛЕЙ

Комплексная технология обеспечения функциональной взаимозаменяемости плунжерных пар в одном ТНВД, заключается в том, что плунжерные пары испытывают в контрольном ТНВД и регистрируют подачу топлива при положении рейки и частоте вращения вала, соответствующими положению рейки и частоте вращения вала ТНВД, установленного на двигатель, на режимах номинальной мощности и максимального крутящего момента [1].

Функциональная взаимозаменяемость плунжерных пар определяется равенством величин подачи топлива на указанных режимах.

До начала испытаний проводят коррекцию вязкости топлива, находящегося в топливном баке.

Микропроцессор блока управления включает нагревательный элемент, который прогревает плунжерную пару в контрольном ТНВД до температуры 45°C. Таким образом обеспечивается стабильность условий испытания плунжерных пар при определении показателей технического состояния, причем условия испытания приближены к реальным условиям работы плунжерных пар в ТНВД.

Вначале микропроцессор выставляет частоту вращения вала контрольного ТНВД, соответствующую частоте вращения вала ТНВД, установленного на двигатель, на режиме максимального крутящего момента, и выставляет рейку в положение, соответствующее режиму работы двигателя с максимальным крутящим моментом.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Датчики расхода и температуры топлива на входе в каждую плунжерную пару, датчики температуры топлива на выходе из плунжерной пары, датчик подачи топлива на выходе форсунки снимают соответствующие показания и передают их в микропроцессор.

Микропроцессор приводит измеренные датчиком величины подачи  $Q_{и}$  для разных плунжерных пар к одинаковым условиям, корректируя с помощью коэффициента коррекции подачи в зависимости от степени отклонения величины начальной подачи  $Q_{н}$ , измеренной датчиком на входе в плунжерную пару, от заранее фиксированного значения подачи  $Q_{р}$  по формуле:

$$Q'_{и} = Q_{и} \cdot k_Q; \quad k_Q = Q_{н}/Q_{р}, \quad (1)$$

где  $k_Q$  – коэффициент коррекции подачи;  $Q_{н}$  – начальная подача, мм<sup>3</sup>/с;  $Q_{р}$  – заранее фиксированного условного значения подачи, мм<sup>3</sup>/с.

Микропроцессор корректирует измеренные величины подачи с учетом температуры топлива на входе и выходе плунжерной пары по формуле:

$$Q_k = \frac{Q'_{и}}{k \cdot (t_{\phi} - t)}, \quad (2)$$

где  $Q_k$  – скорректированная подача, мм<sup>3</sup>/с;  $Q_{и}$  – измеренная датчиком подача, мм<sup>3</sup>/с;  $k$  – коэффициент термического расширения;  $t$  – температура топлива на входе в плунжерную пару, К;  $t_{\phi}$  – температура топлива на выходе из плунжерной пары, К.

Микропроцессор просчитывает среднее значение скорректированных подач за цикл на режиме максимального крутящего момента с каждым новым измерением для каждой в отдельности плунжерной пары.

Микропроцессор прекращает просчитывать среднее значение скорректированных подач за цикл на режиме максимального крутящего момента при отсутствии изменения значения скорректированной подачи за один цикл в течение 10 циклов (измерений).

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

После окончания измерений на режиме максимального крутящего момента микропроцессор выставляет частоту вращения вала контрольного ТНВД, соответствующую частоте вращения вала ТНВД, установленного на двигатель, на режиме номинальной мощности, и переводит рейку в положение, соответствующее режиму работы двигателя на номинальной мощности.

Каждой испытанной плунжерной паре присваивают личный номер с записью средних значений скорректированных подач за цикл на режимах максимального крутящего момента и номинальной мощности.

Данные о плунжерной паре вносят в память компьютера, который по равенству показателей средних значений скорректированных подач за цикл на режимах максимального крутящего момента и номинальной мощности подбирает комплект функционально взаимозаменяемых плунжерных пар в виде личных номеров плунжерных пар.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенная выше технология комплектования ТНВД обеспечивает снижение неравномерности подачи топлива насосными секциями до 5%, более длительное сохранение регулировочных показателей в эксплуатации, повышение его надежности и топливной экономичности дизеля.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Способ комплектования плунжерных пар топливных насосов высокого давления автотракторных дизельных двигателей и устройство для его осуществления [Текст] : пат. 8084 Республики Беларусь : МПК<sup>7</sup>F02 М 65/00 / В. С. Ивашко, К. В. Буйкус(РБ); № а20020813 ; заявл. 15.10.2002 ; опубл. 30.06.2006, Бюл. № 23. – 8 с.

Представлено 18.04.2018

УДК 656.11

ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА И КОСМОС  
TRANSPORT SYSTEM AND COSMOS

Г.А. Самко<sup>1</sup>, А.В. Алексенко<sup>2</sup>, маг.,

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Будапештский университет имени Андрашши, Будапешт. Венгрия

G. Samko, A. Alexenko, Undergraduate

<sup>1</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Andrassy University, Budapest, Hungary

*Аннотация. Показаны возможности применения системного подхода в отношении транспортной системы и космического устройства.*

*Abstract. Display possibilities of application systems access and analysis with regard to transport system and cosmos universe.*

*Ключевые слова: космический транспорт, структура, перевозки.*

*Key words: space transport, structure, transportation.*

## ВВЕДЕНИЕ

Космический транспорт на современном этапе развития вполне вписывается в транспортную систему в целом. В нем, космическом транспорте, можно выделить грузовые, пассажирские, универсальные и специального назначения транспортные средства и соответствующие им виды перевозки. Как и для других видов транспорта для структуры космического транспорта характерны соответствующие этому виду транспорта транспортные средства, транспортные пути, материально-техническая база, персонал, и конечно объект перевозки – груз, пассажир, а также объект добычи, главным образом в виде информации.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Как человек соотносится со Вселенной, макрокосмосом, так и транспортная система, созданная преимущественно в прошлом веке, имеет проекцию, аналогию с системой движения в космосе.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Если с позиции системного подхода цель функционирования транспортной системы есть – «качественное удовлетворение потребностей общества в перевозке грузов и пассажиров», сформулированная и сформированная с позиций системы более высокого порядка – социально-экономической системы.

Аналогично для транспортной системы Вселенной существует цель – удовлетворение потребностей, требований системы более масштабной – Мега Вселенной, в которой наша Вселенная, только одна из её подсистем. И тот факт, что о других Вселенных нам ничего практически неизвестно, не является доказательством того, что их, других вселенных не существует.

И в планетарной транспортной системе и в системе движения Вселенной, много общего. И там, и там движение – жизнь, основа стабильности, преобразования и развития; ритмичность и упорядоченность соседствуют с элементами хаотичности как аргументами, факторами скрытой закономерности. Многие идеи относительно конструкции летательных аппаратов подсказаны функционированием пернатых и насекомых, а совершенствование транспортных средств водного и подводного транспорта зиждется на плавательных особенностях обитателей подводного мира.

В устройстве транспортных средств (автомобилей, самолётов, средств водного транспорта) происходит преобразование возвратно-поступательного движения (кривошипно-шатунный механизм двигателей внутреннего сгорания) во вращательное движения коленчатых валов, которое через элементы трансмиссии и ходовой части преобразуется в поступательное движение транспортного средства в целом. В космосе практически все (подавляющее число значимых элементов) совершают вращательные движения (звёзды с их планетарными системами, планеты и их спутники, галактики, Вселенная в целом). И одновременно находятся в поступательном (возвратно-поступательном) движении «вперёд», которое по идее должно быть согласовано с движением, траекторией, направлением, ходом, путём других вселенных. Возможно, в Мега Вселенной тоже существуют правила (законы) «дорожного» движения.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Но всё же, современные люди в большинстве своём (?) отдают себе отчёт, что в не сотворённом ими мире не они являются хозяевами, устанавливающими эти правила.

Все живые существа в большинстве своем могут рассматриваться как: автономные транспортные средства, транспортный путь которых длиною в жизнь, требует соответствующих энергетических затрат и определённых условий жизнеобеспечения (своеобразной материальной базы). Живые существа выполняют и функции персонала, обеспечивая себе и другим необходимый уровень существования, объекты перевозки это и сами существа, и внешние объекты.

На лицо пять основных элементов структуры современной транспортной системы, что свидетельствует о том, что она отображает принципиальное обустройство природы космоса.

Это факт, подтверждающий то, что задача человеческого сознания состоит в создании систем, реализующих в материальном мире информацию Вселенских планов бытия, целью которых является эволюционное развитие человека и человечества. Для успешного развития космической сферы деятельности и космического транспорта необходимы не только соответствующие материальные и технические возможности, но и адекватный уровень интеллекта и духовной сознательности.

Не требуется доказательств очевидному: существует транспортная система, существует на разных масштабно - пространственных уровнях, начиная с транспортной системы Советского района, транспортной системы города Минска, далее – Минского района, Минской области, Республики Беларусь, Европы, Евразии и планетарного масштаба. И на каждом уровне сохраняются основные элементы структуры транспортной системы: транспортные средства, транспортные пути, соответствующая им материально-техническая база (МТБ), персонал и объект перевозки груз, пассажир. Как планетарная транспортная система Земли является подсистемой Солнечной системы.

В Солнечной системе можно выделить подсистемы планетарного уровня: Меркурия, Венеры, подсистемы Земля-Луна, Марса, Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна, Плутона и, возможно, других мини планет.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Каждая планета – транспортное средство, имеющая свои собственные пути передвижения, её атмосфера и другие существенные объекты, а также спутники – объекты перевозки, одновременно выполняющие функции обеспечения, свойственные персоналу и МТБ.

В свою очередь, Солнечная система – это одна из 100 миллиардов звёздных подсистем Галактики – галактики Млечный путь, которая входит в качестве подсистемы в группу Местных галактик, входящую в Скопление галактик, и далее, в систему Вселенной, которая является подсистемой Мега Вселенной.

Как системы перечисленные объекты обладают системными свойствами и закономерностями, например, синергетика. Это означает, что подсистема, «вырванная» из системы, вне системы, не обладает теми свойствами и качествами, которые она имела в её составе. Отсюда тенденция всех систем к самосохранению, целостности, упорядочиванию, развитию.

Все системы, весь мир погружен в «невидимый» мир тонких энергий, полей различной природы, лучей и излучений материального и нематериального свойства – эфир? Эфир создающий среду, условия для разумного и гармонического существования всего и вся.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Управление транспортным средством, управление транспортными процессами, потоками и системами возможно на уровне АСУ – автоматизированных систем управления. Это даёт возможность выдвинуть гипотезу, что системы и подсистемы космического уровня в той или иной степени тоже могут быть управляемы во времени и пространстве.

Представлено 17.05.2019

УДК 621.923.42

ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ В ПРОЦЕССАХ ДЕФЕКТАЦИИ  
И ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЁДЕЛ КЛАПАНОВ ГРМ  
THE PROBLEM OF OPTIMIZATION IN THE PROCESSES OF  
FAULT DETECTION AND RECOVERY VALVE SEATS TIMING

Г.А. Веремей, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
G. Veremey, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Представлены две математические модели: 1) геометрии изношенных поверхностей седел клапанов со сложно-переменной топографией; 2) оптимизации режимов резания в зависимости от объёмов срезаемого материала при восстановительном ремонте седел клапанов.*

*Abstract. Two mathematical models are presented: 1) geometry of the worn surfaces of valve seats with complex-variable topography; 2) optimization of cutting modes depending on the volume of the cut material during the reconditioning repair of valve seats.*

*Ключевые слова: процесс дефектации, задача оптимизации, седла клапанов, восстановительный ремонт, режимы резания, объём материала.*

*Key words: flaw detection process, an optimization object, valve-seats, overhaul repairing, cutting conditions, material volume.*

## ВВЕДЕНИЕ

В авторемонтном производстве газораспределительных механизмов (ГРМ) двигателей процессу восстановления изношенных седел клапанов предшествует процесс их [1]. Важность задачи по получению объективных результатов дефектации седел клапанов обусловлена увеличением трудоёмкости восстановительного ремонта в случае ошибочно поставленного диагноза. Поэтому проведение объективно-оптимальной дефектации с точки зрения оценки степени износа рабочих поверхностей седел клапанов является актуальным.



Перед проведением процесса обработки изношенного седла клапана для обеспечения требуемых результатов качества и точности формообразования важную роль играет выбор рациональных режимов резания. Поскольку объём срезаемого материала седла клапана лимитирован его размерными связями, то выбор условий формообразования подлежит оптимизации.

## **АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ**

Исследования источников информации [2] показывают, что на сегодня в данной области ремонтного производства ГРМ не обнаружено совершенных методов и математического представления изношенных внутренних конических поверхностей со сложной топографией, которые позволяют описать степень их износа. Практические исследования показывают, что наиболее распространёнными в ремонтном производстве являются органолептические методы определения степени износа сёдел, однако они малоэффективны, поскольку дают необъективную оценку истинному состоянию изношенных деталей с точки зрения точности. Поэтому для решения данной проблемы предлагается разработка математической модели, позволяющей определить и описать степень износа рабочих поверхностей седла клапана с целью получения объективных результатов по дефектации для принятия решения о целесообразности восстановительного ремонта и снижения его трудоёмкости.

Анализ исследований и источников [1, 2, 3, 4] указывает, что формирование параметров качества в металлообработке зависит от ряда различных факторов формообразующей системы. В данной работе для обеспечения качества и точности восстановления внутренних конических поверхностей со сложной геометрией предлагается построение оптимизационной модели подбора режимов обработки в зависимости от объемов срезаемого слоя.

## **ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

В задаче дефектации седла клапана со сложной топографией представлена 3D-модель в аналитической форме (для обоих профилей (рисунок 1 и 2)) в виде обобщенного полинома [5]:

Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»

$$z = Q(x, y) = \sum_{k=1}^n c_k \cdot \sqrt{(x - x_k)^2 + (y - y_k)^2}, \quad (1)$$

где  $x_k, y_k$  ( $k=1, \dots, n$ ) – система точек, полученных путем оцифровки профилограмм с любым шагом, необходимым для учета неровностей обрабатываемой поверхности;  $c_1, c_2, \dots, c_n$  – коэффициенты, определяемые из системы линейных уравнений с помощью функций системы MathCAD [6].



Рисунок 1 – Продольный профиль изношенного седла клапана

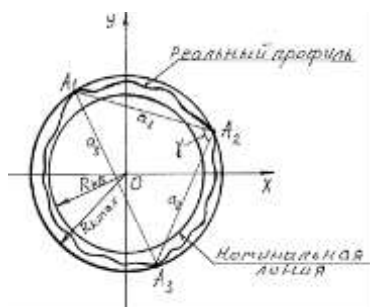


Рисунок 2 – Поперечный профиль изношенного седла клапана

В соответствии с конструкторскими и эксплуатационными требованиями основными параметрами качества восстановленного седла клапана являются: высота микронеровностей  $Ra$ , отклонение от округлости, отклонение от диаметра и отклонение от концентричности обработанных поверхностей седла и отверстия направляющей втулки клапана (рисунок 3).

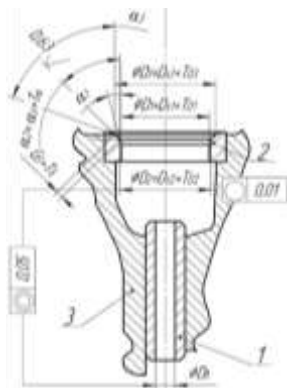
Для подбора рациональных режимов обработки детали и минимизации объема срезаемого материала перед обработкой используется 3D-модель обрабатываемой поверхности в виде обобщенного полинома (1) на базе геометрической модели после проведения дефектации и полученных оцифрованных данных [1].

Общий припуск на обработку как максимального отклонения пигов обрабатываемой поверхности от номинальной конической:

$$Z_{\text{общ}} = \max[Q_{\text{max}}^{A,B,C} - Z_{A,B,C}] \quad (2)$$

Объем срезаемого слоя с использованием 3D-моделей обрабатываемой и номинальной поверхностей:

$$V_{\text{мод}} = \iint_G [Q(x, y) - Z(x, y)] dx dy \quad (3)$$



1 – направляющая втулка клапана,  
2 – седло клапана, 3 – головка блока  
двигателя

Рисунок 3 – Параметры точности и качества восстановленного седла клапана

С учётом объема срезаемого слоя с использованием режимов обработки:

$$V_{\text{обр}} = B_{\text{рез}} \cdot n_{\text{об}} \cdot S_0 \cdot t_p \cdot k_{\text{пр}}, \quad (4)$$

где  $B_{\text{рез}}$  – ширина резания (мм);  $n_{\text{об}}$  – количество оборотов (об/мин);  $S_0$  – подача на оборот (мм/об);  $t_p$  – глубина резания (мм);  $k_{\text{пр}}$  – количество проходов.

Ширина резания определяется из продольного сечения обрабатываемого седла клапана ( $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ ) – углы наклона образующих конических поверхностей относительно оси  $OX$ .

$$B_{\text{рез}} = \sum_{i=1}^3 \frac{R_i - R_{i-1}}{\cos \beta_i}. \quad (5)$$

Оптимизационная модель настройки режимов формообразования с учетом количества проходов и глубины резания и ограничений на максимум условий имеет вид (6, 7).

Модель является задачей нелинейного программирования с нелинейным функционалом и нелинейными ограничениями. Для решения задачи используется метод множителей Лагранжа [1].

$$F = V_{обр} - V_{мод} = B_{рез} \cdot \prod_{i=1}^4 x_i - V_{мод} \rightarrow \min \quad (6)$$

$$\begin{cases} x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \leq \prod_{i=1}^3 b_i \\ x_3 \cdot x_4 = Z_{общ} \\ x_i \geq 0, i = 1, 4. \end{cases} \quad (7)$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные математические модели описания геометрии изношенных поверхностей и оптимизации режимов резания позволяют решить актуальную задачу в процессах дефектации и восстановления сёдел клапанов в газораспределительных механизмах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Веремей Г. А. Повышение эффективности процесса восстановления сёдел клапанов в авторемонтном производстве: Диссертация к.т.н. – Чернигов, ЧНТУ, 2015 – 183 с.
2. Жарий Я. В., Веремей Г. А. Модель оптимизации процесса дефектации седел клапанов газораспределительного механизма при восстановительном ремонте// Вестник Черниговского государственного технологического университета. Серия «Технические науки»: научный сборник / Чернигов: ЧНТУ, 2014. – № 2 (73). – С. 62–69.
3. Душинский В. В. Оптимизация технологических процессов в машиностроении / В.В.Душинский, Е.С. Пуховский, С.Г. Радченко. – К.: Техника, 1977. – 176 с.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

4. Кашуба Л.А., Жук Д.М., Маничев В.Б. Геометрия реальных поверхностей деталей изделий машиностроения // Известия высших учебных заведений. Машиностроение, № 2, 2012. – С. 72–79.

5. Веремей Г. А. Математическое моделирование формообразования восстанавливаемых поверхностей седла клапана в газораспределительном механизме // Вестник Черниговского государственного технологического университета. Серия «Технические науки»: научный сборник / Чернигов: ЧНТУ, 2014. – № 1 (71). – С. 127–134.

6. Дьяконов В. МATHCAD 8/2015: специальный справочник.– СПб.: «Питер», 2015. – 592 с.

Представлено 17.05.2019

УДК 332.113

**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА  
ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА  
ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION BY MOTOR  
VEHICLE EMISSIONS**

П.И. Чуваев,

Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина

P. Chuvaev,

National Transport University, Kyiv, Ukraine

На улицах городов Украины постоянно растет численность автомобилей, которые негативно влияют на окружающую среду (шум, загрязнение воздуха и почвы, уплотнение грунтов и др.). Главным источником загрязнения атмосферного воздуха (70%) является автомобильный транспорт. Доказано, что отечественные автомобили экологически "грязнее" по сравнению с зарубежными. Однако, много иномарок имеют изношенные двигатели и поэтому сильно загрязняют воздух. Сегодня достаточно много в качестве топлива используется этилированный бензин, составной частью которого является свинец. Отсутствие оптимальных регулировок автомобильных двигателей приводит к повышенному содержанию в отработанных газах углекислого газа, сажи. Подсчитано, что если бы все трубы систем выпуска

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

отработанных газов автомобилей, которые "бегают" по улицам городов, соединить в одну, то образовался бы кратер диаметром в 25 метров, из которого выбрасывается около 110 тыс. тонн вредных газов в год.

Положение ухудшается еще и тем, что автомобильные выбросы концентрируются в приземном слое воздуха, то есть в зоне дыхания человека. Для нормальной жизнедеятельности организмам необходим чистый воздух. В городах, где загрязнение атмосферного воздуха весьма существенное, заметно снижается его прозрачность. Известно, что воздух состоит из  $N_2$  - 78,1%;  $O_2$  - 20,9%; Ar - 0,95%;  $CO_2$  - 0,032%.

Антропоксины – газообразные вещества, являющиеся продуктами жизнедеятельности человека. Одним из благоприятных условий их образования считают наличие углекислого газа (диоксида карбона). Количество содержания углекислого газа считается относительным показателем чистоты воздуха для обитания живых организмов. Содержание углекислого газа в атмосфере влияет на интенсивность и спектр солнечной радиации, достигающей поверхности земли, увеличение его количества приводит к потеплению климата. Таким образом, развитие цивилизации сопровождается значительными изменениями состояния окружающей природной среды. В частности, одним из факторов, негативно влияющих на качество воздушной среды, справедливо считают автомобильный транспорт.

Представлено 17.05.2019

УДК 629.113.004

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ  
ОБЪЕКТАМИ СЕРВИСА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ  
ЕВРОПЕЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА  
QUANTITATIVE EVALUATION OF SERVICE OBJECTS  
OF SERVICE OF LORRIES OF THE EUROPEAN PRODUCTION

А.П. Кравченко, А.А. Левковский  
Житомирский государственный технологический университет,  
г. Житомир, Украина  
A. Kravchenko, A. Levkovsky  
Zhytomyr state technological University, Zhytomyr, Ukraine

Автомобильный транспорт играет ключевую роль в транспортной системе, определяет ее единство и обеспечивает взаимосвязь функционирования различных видов транспорта. Нормальная работа автоторожного комплекса становится базовым условием устойчивого экономического развития и социального благополучия населения.

Одной из особенностей автомобильного транспорта является осуществление перевозок на большие расстояния, что в свою очередь ставит за цель обеспечение безопасности, комфорта и удобства движения на автомагистралях. Поэтому большое значение имеет совершенствование системы придорожного обслуживания (водителей, пассажиров, транспортных средств), системы дорожного сервиса в целом, что определенным образом влияет на безопасность движения и экономические показатели перевозочного процесса.

Исследование показало, что кроме стабильного транспортного потока, большая часть автомобилей которого относится к производителям ведущих фирм европейского автомобилестроения (DAF, MAN, Renault, Mercedes-Benz, Volvo и др.) на автомагистралях наблюдается отставание в развитии транспортной инфраструктуры.

Состояние объектов автомобильно-дорожной инфраструктуры, их территориальное расположение, а также эффективность функционирования не соответствуют современным требованиям, которые предъявляются к объектам придорожного сервиса.

*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Для оценки эффективности функционирования автосервисных предприятий по обслуживанию грузовых автомобилей европейского производства необходимо знать количество предоставляемых услуг для предприятия автосервиса и наличие у предприятия достаточной пропускной способности.

Результаты исследования показывают, что число автомобилей в сутки, которые могут быть обслужены на СТО, будет меняться в зависимости от сезонности спроса, интенсивности эксплуатации автомобилей, наработки на отказ по различным видам работ, изменении количества автомобилей в регионе деловой, активности объекта технического сервиса.

Представлено 17.05.2019

УДК 621.891

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ МЕТОДАМИ  
ДИСПЕРСНОГО АНАЛИЗА  
THE STUDY OF MAINTAINABILITY METHODS  
OF DISPERSION ANALYSIS

О.И. Богданова, О.А. Глухонец, А.А. Глухонец  
Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина  
O. Bogdanova, O. Gluchonets, A. Gluchonets,  
National Transport University, Kyiv, Ukraine

Выявить факторы, влияющие на характеристики ремонтпригодности машин, можно путем статистической обработки данных эксплуатации, т.е. данных "пассивных" экспериментов, и в результате постановки специальных экспериментов. Последний метод обладает рядом преимуществ. Для планирования статистического анализа данных специальных экспериментов находят применение методы и математический аппарат дисперсионного и факторного анализа. В основе последнего лежит аппарат многофакторного регрессивного анализа.

Применение тех или иных методов обуславливается характером исследуемых факторов (качественные они или количественные).



*Секция «ЭКСПЛУАТАЦИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ  
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Применение дисперсного анализа позволяет оценивать влияние на исследуемый признак как количественных, так и качественных факторов, а также их взаимодействий. Сущность исследования значимости влияния факторов на рассматриваемый признак заключается в разложении полной дисперсии, характеризующей изменчивость признака в результате изменения рассматриваемой совокупности факторов на сумму дисперсий, обусловленных влиянием каждого из исследуемых дисперсий, обусловленных влиянием каждого из исследуемых факторов или их взаимодействий. При этом влияние каждого фактора на изучаемый признак оценивается его вкладом в полную дисперсию.

Отбор значимых факторов и их взаимодействие осуществляется по значению дисперсионного отношения осуществляется по значению дисперсионного отношения и сопоставлением его значения с критерием Фишера.

Вид дисперсии определяется типом эксперимента, который проводится для выявления существенных факторов. В дисперсионном анализе рассматриваются три типа экспериментов: эксперименты, в которых значения всех факторов фиксированы; эксперименты со случайными значениями уровней факторов; эксперименты у которых часть уровней факторов фиксированы, а часть – случайны.

Задачей дисперсного анализа является выделение дисперсий, соответствующих каждому из рассматриваемых факторов или их взаимодействий.

Представлено 17.05.2019

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
УДК 349.6:346.7

ЭКОЛОГО-ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ  
ТРАНСПОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ECOLOGICAL AND LEGAL PROBLEMS OF IMPLEMENTATION  
OF TRANSPORT ACTIVITIES

О.А. Хотько канд. юрид. наук, доц.,  
Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
V. Khatsko, PhD in law, Associate professor,  
Belarusian State University, Minsk, Belarus

*Аннотация. Автором выявлены проблемы осуществления транспортной деятельности в эколого-правовом контексте, определены направления совершенствования правового обеспечения экологической безопасности транспортной деятельности.*

*Abstract. The author has identified the problems of the implementation of transport activities in the environmental legal context, identified areas for improving the legal framework for the environmental safety of transport activities.*

*Ключевые слова: транспортная деятельность, эколого-правовые проблемы, экологическая безопасность, законодательство, интеграция.*

*Key words: transport activities, environmental and legal problems, environmental safety, legislation, integration*

## ВВЕДЕНИЕ

Проблемы правового регулирования охраны окружающей среды и экологической безопасности транспортной деятельности имеют важнейшее значение в условиях активного развития научно-технического прогресса и влияния межгосударственных интеграционных процессов. В связи с тем, что в мире постоянно совершенствуются технические модели в транспортной отрасли, развиваются интеллектуальные транспортные системы, внедряются элементы цифровой экономики, государственная экологическая политика должна учитывать все новейшие тенденции. Модернизации подлежит как экологи-

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

ческое законодательство, так и Закон Республики Беларусь «Об основах транспортной деятельности», принятый более двадцати лет назад и не учитывающий ряд принципиальных аспектов направления снижения вредного воздействия транспорта на окружающую среду и экологическую безопасность.

## ТРАНСПОРТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ – СФЕРА ПОВЫШЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

Функционирование транспорта наносит значительный экологический ущерб, включая выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, шум и вибрацию, загрязнение почв, водных ресурсов, изъятие земельных и лесных ресурсов при строительстве объектов транспортной инфраструктуры, образование опасных отходов. Согласно статистическим данным «автотранспорт дает 60% загрязнений воздуха, промышленность – 16,2%, отопление – 5,6%, сжигание мусора – 3.5 %, электростанции – 14,1%» [1].

В Республике Беларусь действует ряд важнейших документов: Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 г. от 21 декабря 2016 г. № 1061, Стратегия по снижению вредного воздействия транспорта на атмосферный воздух Республики Беларусь на период до 2020 года от 5 ноября 2013 г. № 06/137-207, 214-258, Указ Президента Республики Беларусь «О стимулировании использования электромобилей» от 10 июля 2018 г. № 273, Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» от 9 декабря 2011 г. № 877 в редакции от 25.11.2018 № 219. Однако, в целом до сих пор законодательство Республики Беларусь не является системным в отношении экологической безопасности транспортной деятельности. Проектом Закона «Об изменении Закона Республики Беларусь «О дорожном движении» в ст. 17 в качестве принципа организации дорожного движения указано обеспечение экологической безопасности. Представляется необходимым закрепление комплекса мер по реализации данного принципа. Требования в области охраны окружающей среды к мобильным источникам, а также источникам, оказывающим вредное физическое воздействие, установлены в Законе Республики Беларусь «Об охране окружающей среды», но вопрос их соблюдения

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

достаточно проблемный. Справедливо отмечает профессор Васильева М.И., что «проезд механических транспортных средств по участкам с зелеными насаждениями означает неисполнение гражданами и организациями обязанности охранять природу и окружающую среду, обеспечивать сохранность зеленых насаждений, осуществление действий, влекущих за собой нарушение прав других граждан на охрану здоровья и благоприятную среду» [2]. Соответственно, развитие общественных отношений, направленных на охрану окружающей среды и ее компонентов, требует концептуально новых согласованных подходов в экологическом и транспортном отраслях права. Экологическая безопасность должна обеспечиваться не только в отношении транспорта, а в отношении всех связанных с его эксплуатацией объектов и субъектов путем установления принципов обеспечения экологической безопасности.

Поддержание благоприятной окружающей среды на должном уровне при осуществлении транспортной деятельности в целях ее сохранения для будущих поколений зависит от мер экономического стимулирования охраны окружающей среды и мер юридической ответственности за нарушение правовых норм. Однако, до настоящего времени не получил правового регулирования организационно-правовой механизм охраны окружающей среды при осуществлении транспортной деятельности в экологическом законодательстве, не «экологизированы» нормы транспортного законодательства, и, как следствие, законодательные положения не отвечают потребностям защищенности окружающей среды и экологического благополучия граждан.

Автором детально изучались проблемы охраны земель и реализации прав землепользователей при осуществлении транспортной деятельности [3], вопросы гармонизации законодательства в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС) [4]. Попытки унифицировать правовую базу об экологической безопасности в целом не предпринимались, а это значит, что интеграционное правовое поле не обладает внутренним и гармоничным единством. В п. 2 ст. 86 Договора о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 г. закреплено, что одной из задач скоординированной (согласованной) транспортной политики является снижение вредного воздействия транспорта на окружающую среду и здоровье человека. Соответственно,

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

правовое обеспечение экологической безопасности при осуществлении транспортной деятельности должно предусматривать системный, научно-ориентированный подход к охране окружающей среды при осуществлении транспортной политики.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В свете закономерного следствия трансформации общества с учетом развития в условиях интеграционных процессов целесообразно на законодательном уровне определить концептуальное правовое регулирование экологической безопасности при осуществлении транспортных процессов. Учитывая глобальность экологической проблемы, связанной с функционированием транспорта, следует разработать совместно с другими странами-участницами ЕАЭС нормативную правовую базу, регулиующую экологическую безопасность транспортной деятельности, в целях сближения правовых систем, ликвидировать пробелы в нормативных правовых актах, сформировать организационно-правовой механизм, ориентируясь на прогрессивные экономические отношения в транспортной отрасли. При проведении согласованной (скоординированной) транспортной политики странами ЕАЭС следует выработать меры по осуществлению экологической безопасности и усилить «экологизацию» транспортного законодательства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Троицкая, Н. А. Единая транспортная система / Н. А. Троицкая, А. Б. Чубуков. – 11-е изд., перераб. – М.: Изд. центр «Академия», 2017. – 288 с.
2. Васильева, М. И. Парковки на озелененных территориях (судебная практика) / М. И. Васильева // Эколог. право. – 2019. – № 1. – С. 21–22.
3. Хотько, О. А. Проблемы реализации прав землепользователей: монография / О. А. Хотько. – Минск, БНТУ, 2017. – 258 с.
4. Хотько, О. А. Гармонизация законодательства государств-членов Евразийского экономического союза в системе правового обеспечения экологической безопасности транспортной деятельности / О. А. Хотько // Право.by. – 2019. – № 2. – С. 40–46.

Представлено 02.05.2019

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЛОГИСТИКЕ  
PROBLEMS OF TRAINING OF SPECIALISTS IN LOGISTICS

Д.Б. Иргашев, ст. преп., М.Р. Раджабов, ст. преп.,  
Л.О. Даминов, асс.,

Каршинский инженерно-экономический институт,  
г. Карши, Узбекистан

D. Irgashev, Senior Lecturer, M. Rajabov, Senior Lecturer,  
L. Daminov, Assistant,

Karshi Engineering and Economic Institute, Karshi, Uzbekistan

*Аннотация. В статье изложены проблемы при подготовке специалистов по логистике и рассматриваются инженерно-профессиональные задачи в постиндустриальном обществе именно как комплексные социально-инженерные проблемы, что предполагает обновление целевых характеристик образования, изменение его содержания и технологий в соответствии с методологией целостного образовательного процесса.*

*Abstract. The article outlines the problems in training logistics specialists and examines engineering and professional tasks in a post-industrial society as complex social engineering problems, which implies updating the target characteristics of education, changing its content and technologies in accordance with the methodology of the holistic educational process.*

*Ключевые слова: транспорт, профессиональной, движения, логистики, инженер.*

*Key words: transportation, professional, traffic, logistics, engineer.*

## ВВЕДЕНИЕ

Кардинальные изменения в ценностно-целевых основаниях, содержании и структуре высшего образования детерминируют модернизацию системы подготовки нового поколения работников для автомобильной отрасли, выступающей важнейшим условием инновационного развития экономики Республики Узбекистан.

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

#### ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЛОГИСТИКЕ

Транспортный комплекс Узбекистана требует разработки и реализации системы мер организационно-управленческого, технологического характера, при том, что «транспортная отрасль на нынешнем этапе буквально задыхается от недостатка профессионалов в сфере логистики, развития городских транспортных систем, управления транспортной деятельностью».

На нынешнем этапе социально-экономического развития транспортная отрасль испытывает острую потребность в специалистах, готовых к комплексному решению сложнейших транспортных проблем с учетом особенностей территориального планирования на основе архитектурно-планировочных, социальных, производственных, экологических аспектов развития городов [1]. Анализ эмпирического опыта и выполненных исследований показывает, что качество подготовки и уровень сформированности профессиональных компетенций выпускников вузов не в полной мере отвечают современным требованиям.

В модели национальной доктрины опережающего инженерного образования Узбекистане обозначена стратегическая цель: «создать в Узбекистане адаптивную систему опережающей подготовки специалистов с высшим образованием в области техники и технологии, обеспечивающую мировой уровень профессиональной квалификации личности, высокий уровень но, как отмечают эксперты, за последние десятилетия в инженерном образовании накопилось множество проблем: падение престижа инженерного труда и инженерной профессии; отставание содержания и технологий подготовки инженеров потребностям высокотехнологичных отраслей и инновационных секторов экономики; слабая практическая направленность и прикладной характер высшего образования; устаревшая материальная база инженерных вузов; недостаточная предметная и психологическая подготовка абитуриентов; углубляющееся несоответствие компетенций и уровня профессиональной подготовки перспективным требованиям современного инженерного образования.

В условиях модернизации инженерного образования одной из важнейших задач становится не только и не столько формирование знаний, умений и навыков студентов, но и развитие готовности к

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

быстрой адаптации к опережающим изменениям техники, технологии, организации труда, глубокого понимания перманентно усложняющихся требований к профессиональной деятельности в условиях глубоких социокультурных и экономических трансформаций. Ценностно-целевая переориентация профессионального образования заключается содействии становлению интегративных личностных качеств, которые могут быть рассмотрены как индикаторы личностного и профессионального развития студентов и выпускников [2].

Мы полностью разделяем позицию тех исследователей, которые рассматривают инженерно-профессиональные задачи в постиндустриальном обществе именно как комплексные социально-инженерные проблемы, что предполагает обновление целевых характеристик образования, изменение его содержания и технологий в соответствии с методологией целостного образовательного процесса.

При изучении любой дисциплины студенту необходимо осознать ее системную сущность, понять и принять цель изучения, определить место дисциплины не только в учебном плане, но в системе собственного познавательного и личностного опыта. Будущим специалистам автотранспортной отрасли. Важно уметь целенаправленно находить, анализировать систематизировать и структурировать необходимую информацию, используя традиционные и новые источники. Таким образом, любая инженерная задача должна быть принята студентом как социотехническая проблема, включающая анализ правовых последствий принимаемых технических решений, особенно в сфере организации и безопасности движения [3].

Важное место в подготовке бакалавров в области организации и безопасности движения занимает инженерная педагогика, которая может быть рассмотрена как инженерно-педагогическое знание, отвечающее «потребностям развития инженерного образования, инновационного производства и системы подготовки инженерно-педагогических кадров».

Проектирование инженерно-педагогической системы опережающей подготовки профессионалов в области безопасности на автомобильном транспорте и в дорожном хозяйстве предполагает «генерацию, распространение и эффективное использование междисципли-



*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*  
нарных инженерно-педагогических знаний, сосредоточенных в научном, инженерно-техническом и психолого-педагогическом потенциале преподавательского коллектива» [4].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассматривая методологические основания инженерной педагогики, исследователи приходят к закономерному выводу о том, что только междисциплинарность и трансдисциплинарность способны в современных условиях обеспечить разработку наукоемких технологий, на основе глубокой интеграции естественных, технических, гуманитарных, социальных, психолого-педагогических наук.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Клебельсберг Д. Транспортная психология. – М.: Транспорт, 1989. – 367 с.

2. Строева О.А. Теоретические аспекты понятия «агрессивное» вождение и предупреждение опасных дорожно-транспортных происшествий//Научно–методический электронный журнал «Концепт».2016. Т.15. С. 2441 – 2445.

3. Н.С. Саидахмедов, Н.Н. Индияминов. Педагогическое мастерство и педагогические технологии // – Т.: Наука и техника, 2014. – 336 стр

4. Молодцов В.А. Безопасность транспортных средств: учеб. пособие / В.А. Молодцов. – Тамбов: Изд.-во ТГТУ, 2013. – 216 с.

Представлено 17.05.2019

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
УДК 656.96

ИННОВАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ  
ПО АВТОТРАНСПОРТНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ  
INNOVATION IN THE PREPARATION OF ENGINEERS  
IN MOTOR TRANSPORT DIRECTIONS

Ж.С Рахимов, доц., Д.Б. Иргашев, ст. преп., З.Ж. Суюнова, студ.,  
Каршинский инженерно-экономический институт,  
г. Карши, Узбекистан  
Zh. Rakhimov, Associate Professor, D. Irgashev, Senior Lecturer,  
Z. Suyunova, Student,  
Karshi Engineering and Economic Institute, Karshi, Uzbekistan

*Аннотация. Качества, которыми должны обладать специалисты, готовые к инновационной деятельности, описаны в статье. Сформулированы некоторые предложения, направленные на совершенствование учебного процесса в Каршинском инженерно-экономическом институте. Предлагаются некоторые практические шаги по повышению компьютерной грамотности учащихся. Во-первых, это разработка и совершенствование методологической базы информационных технологий. Во-вторых, это пересмотр и усовершенствование программ обучения по информационным технологиям. Обучающий курс по разработке алгоритмов идентификации в 6–7 семестров обязателен. В-третьих, это постоянное улучшение подготовки учителей.*

*Abstract. Qualities that should have specialists ready for innovation activities described in the article. Some proposals which are aimed at improving the educational process at the Karshi Engineering and Economics Institute formulated. Some practical steps to improve the computer literacy of students offered. First, it is the development and improvement of the methodological base of information technology. Secondly, it is a revision and improvement of training programs for information technology. Training course on the development of algorithms to identify in 6–7 semesters is required. Thirdly, it is the constant improvement of teacher training.*

*Ключевые слова: инновация, обучения, технология, автотодорожная, анализ.*

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящее время в стране многое делается для развития инновационных процессов, их воплощения в новых продуктах и новой технике. В то же время эффект от инноваций мог бы быть значительно большим. Многие инновации начинаются по инициативе «сверху». Однако на подлинный путь инновационного развития нельзя стать по команде. Для этого необходима «критическая масса» подготовленных специалистов на всех уровнях, готовых внедрению инноваций и понимающих их необходимость. Подготовка таких специалистов требует времени и средств. Поэтому уже из стен технического вуза должны выходить специалисты со сформированным инновационным мышлением, привитым в результате соответствующего образования. Сложившаяся у нас система высшего технического образования еще не в полной мере отвечает этой задаче.

## ИННОВАЦИИ ПРИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ ПО АВТОТРАНСПОРТНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ

Традиционно считалось, что у вуза несколько другие задачи, состоящие в первую очередь в том, чтобы заложить фундамент профессиональных знаний, научить основам их практического применения. Концепция же инновационного образования требует, чтобы наряду с усвоением базовых знаний, необходимо научить будущего инженера самостоятельно овладевать новыми знаниями и информацией, научить его учиться, выработать потребность в обучении на протяжении жизни. Не случайно лидеры стран «большой восьмерки» одну из основных задач своих стран видят в том, чтобы готовить граждан к тому, чтобы адаптироваться к переменам посредством обучения в течение всей жизни [1].

Рассмотрим, какими качествами должен обладать инженер инновационной направленности, чтобы достичь личного успеха в своей отрасли, с одной стороны, и чтобы создавать качественный продукт, способствуя успеху своей отрасли, с другой стороны. Известный американский специалист в области системного анализа Дж. Диксон такими качествами называет:

1. Изобретательность – умение генерировать новые идеи и принципы, направленные на достижение поставленных целей.

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

2. Умение проводить инженерный анализ – способность анализировать систему или процесс на основе технических и научных принципов для быстрого получения правильных решений.

Технические знания – доскональное и глубокое освоение инженерной специальности. Широкая специализация – способность разбираться в основных проблемах дисциплин за пределами конкретной узкой специализации. Этого требует ускоренное развитие науки и техники, имеющее место в последние несколько десятилетий.

Умение принимать решение в условиях неопределенности, учитывая при этом все существенные факторы. Знание технологии производства, учет возможностей и ограничений, как имеющихся, так и вновь возникающих технологических процессов. Умение передавать информацию о полученных результатах – способность выражать свои мысли ясно и убедительно в любой форме, устно, письменно, графически [2].

Этим качествам, сформулированным почти 20 лет назад, сейчас можно добавить разве что компьютерную грамотность.

При поверхностном взгляде на проблему может показаться, что с компьютерной подготовкой будущих инженеров - автодорожников дело обстоит достаточно благополучно: все умеют набирать тексты, пользоваться электронными таблицами, электронная почта и Интернет не отпугивают, а привлекают, у многих студентов имеется собственный компьютер. Одним словом, нет никакого сравнения в уровне компьютерной грамотности у современных выпускников вуза и теми, которые закончили его, например, 10 лет назад. В таком благодушном подходе и заключается основная проблема. Между тем одновременно с развитием программных и технических средств информационных технологий изменилось и содержание понятия компьютерной грамотности [3]. По нашему мнению, компьютерная грамотность сегодня – это умение и высокая готовность использовать средства информационных технологий для решения инженерных и научных задач и способность быстро и эффективно адаптироваться к проникновению компьютерных технологий в новые сферы деятельности. Одной из причин подобной негативной ситуации является то, что в вузе нет в необходимом количестве компьютерной техники для обучения студентов на требуемом уровне. Мы не призываем го-

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

товить всех будущих дорожников еще и как программистов. Но особенно важно, чтобы подготовленный в результате обучения специалист был в состоянии увидеть задачу целиком, умел разложить ее на составляющие части. Это то, что называется постановкой задачи. А далее, если есть возможность, мог использовать информационные технологии для решения, выбирая при этом наиболее эффективные, если необходимое привлечением специалистов соответствующего профиля.

Получение инженерного образования предполагает, что студенты кроме досконального и глубокого освоения инженерной специальности овладеют умением анализировать систему или процесс на основе технических и научных принципов для быстрого получения правильных решений [2]. Результате решения, требующие изобретательства, научного творчества или проектного новаторства могут и не появиться, сведясь к вариациям на известные темы.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На наш взгляд, для преодоления названного недостатка следует пересмотреть содержательную сторону изучаемых инженерных дисциплин, в первую очередь прикладных, с тем, чтобы кроме традиционного изложения суммы знаний в учебные программы обязательно были включены разделы по методам и способам использования полученных знаний – то, что часто называют терминами инженерное проектирование и инженерный анализ.

В результате студент должен получить навыки работы без образца расчета перед глазами, который можно было бы механически скопировать.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Толипов У.К., Усмонбоева М. Внедрение педагогических технологий основы. – Т.: Наука, 2006. –261 стр.
2. Н.С. Саидахмедов, Н.Н. Индияминов. Педагогическое мастерство и редогические технологии // – Т.: Наука и техника, 2014. – 336 стр.
3. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений /Дж. Диксон. – М.: Мир, 1969.

Представлено 17.05.2019

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
УДК 656.073.7

ФОРМИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ  
В ТРАНСПОРТНОМ СЕКТОРЕ СТРАНЫ  
FORMING A LOGISTIC CLUSTERS IN THE COUNTRY  
TRANSPORT SECTOR

С.М. Шарай, канд. техн. наук, доц., М.П. Рой, асс.,  
Д.А. Дехтяренко, асс.,  
Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина,  
S. Sharai, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,  
M. Roi, Assistant, D. Dekhtyarenko, Assistant,  
National Transport University, Kyiv, Ukraine

*Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, связанные с формированием транспортно-логистических кластеров, создание которых способствует повышению конкурентоспособности транспортной отрасли и ее интеграции в европейские и мировые транспортные и торговые сети.*

*Abstract. The questions, related to forming of transport-logistic clusters creation of that assists the increase of competitiveness of transport industry and her integration in European and world transport and trade networks, are considered in the article.*

*Ключевые слова: кластеризация, кластер, транспортно-логистический кластер.*

*Key words: clustering, cluster, transport-logistic cluster.*

## ВВЕДЕНИЕ

Координация и регулирование деятельности участников рынка транспортных услуг является одной из важных задач развития транспортного комплекса страны, состояние производственно-технической базы которого и уровень организации процесса перевозок не всегда соответствуют европейским стандартам качества предоставления транспортных услуг и потребностям их потребителей, что препятствует повышению эффективности функционирования транспортного сектора и требует его модернизации.

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

Формирование транспортно-логистических кластеров в транспортном секторе страны позволяет повысить эффективность деятельности предприятий транспортной отрасли за счет снижения затрат в сфере транспорта и логистики. Поэтому актуальными являются исследования основ и особенностей формирования транспортно-логистических кластеров в транспортном секторе страны.

### **КЛАСТЕРИЗАЦИЯ – ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ УЛУЧШЕНИЯ РАБОТЫ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ СЕКТОРОМ СТРАНЫ**

Кластеризация, как показывает мировой опыт, является процессом, объединяющим транспортно-логистические предприятия, правительственные структуры, учреждения и организации, обеспечивающие их деятельность с целью их взаимодействия, в результате чего ожидается развитие транспортной инфраструктуры страны, увеличение ее транзитного потенциала, улучшение качества процесса доставки грузов и перевозки пассажиров. Кластерная политика, направленная на повышение эффективности работы предприятий, входящих в состав кластерной единицы, путем снижения затрат в системе их логистики, включает управление информационными, финансовыми и нормативно-правовыми ресурсами.

Современные интеграционные процессы в транспортном секторе предполагают формирование транспортно-логистических кластеров. Они рассматриваются как комплекс предприятий, которые специализируются на услугах хранения грузов, сопровождения и выполнении процесса их доставки, и их инфраструктуры [1]. Создание транспортно-логистических кластеров предусматривает объединение в единую систему функционально и экономически связанных между собой логистических звеньев, таких как международные транспортные коридоры и пути сообщения различного уровня, транспортные узлы, транспортно-логистические центры, которая будет способствовать качественному логистическому сервису по доставке грузов при минимизации общих логистических затрат. Регионы страны с высоким транзитным потенциалом имеют предпочтительные предпосылки, возможности и перспективы для реализации процесса создания транспортно-логистических кластеров [2].

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

Основу для формирования транспортно-логистического кластера должны составлять транспортные, логистические и другие предприятия, которые выполняют функции по их обслуживанию, учреждения законодательной и исполнительной власти различных уровней.

На формирование транспортно-логистического кластера имеют влияние взаимосвязь и взаимодействие ряда секторов транспортной отрасли. К ним относятся производственный сектор, административный, транспортно-логистический, финансовый, юридический, государственный и инновационный [3]. Принципиально новым направлением является использование возможностей кластера в обеспечении информационно-просветительской деятельности, предполагающей создание на базе кластера учебных, научных и консультационных центров.

Методология формирования транспортно-логистического кластера включает в себя определение типа кластера и его состава, проведение количественного анализа кластера и структуры взаимосвязей его участников, выполнение анализа конкурентной среды и инновационной составляющей кластера, формирование его организационной структуры, исследование предполагаемой степени успешности кластера [4].

Разработка методологических основ формирования транспортно-логистических кластеров способствует конкурентоспособности региона его создания и позволяет реализовывать инновационные подходы в стратегии развития транспортного сектора страны.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение кластеризации в процессы управления деятельностью транспортной отрасли способствует формированию новой стратегии сотрудничества предприятий, входящих в состав транспортно-логистического кластера, повышению эффективности их функционирования, и, как результат – способствует развитию транспортного сектора страны.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Карпенко О. О., Механізм кластеризації транспортно-логістичних підприємств. транспорту / О.О. Карпенко, Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка" – №10, 2015 [Электронный



Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
ресурс] – Режим доступа: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/10\\_2015/73.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/10_2015/73.pdf).

2. Гриценко С.И. Транспортно-логистические кластеры в Украине: пути становления и развития: Монография / С.И. Гриценко. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ. – 2009. – 218 с.

3. Шарай С.М. Кластер як важлива складова транспортного сектору України / С.М. Шарай, М.П. Рой // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2018. Вип. 2 (41).

4. Николаев Ю. О. Структура транспортно-логістичного кластера та процес його формування [Текст] / Ю. О. Николаев // Вісник соціально-економічних досліджень. – 2012. – Вип. 1 (44). – С. 345– 350.

Представлено 11.03.2019

УДК 656 + 004.9

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ  
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ  
ЗАДАЧ ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКИ  
JUSTIFICATION OF THE POSSIBILITY OF USING SIMULATION  
IN SOLVING PROBLEMS OF TRANSPORT AND LOGISTICS

А.В. Бауэр, ст.преп.,  
ГОО ВПО «Донецкий институт железнодорожного транспорта»,  
г. Донецк, Украина  
A. Bauer, Senior Lecturer,  
Donetsk Institute of Railway Transport, Donetsk, Ukraine

*Аннотация. В работе показана эффективность применения имитационного моделирования при решении задач транспорта и логистики*

*Abstract. An algorithm has been developed for the investigation of vehicle operation processes using simulation modeling in solving problems of transport and logistics.*

*Ключевые слова: транспортное средство, моделирование, транспорт, логистика, имитационная модель.*

## ВВЕДЕНИЕ

Во многих задачах практики изучение объектов является довольно затруднительным. Это связано со следующими факторами: сложность объектов и условий их функционирования; длительность исследований; высокая стоимость; отсутствию объекта на этапе разработки и т.д.

В этих случаях и используется моделирование, которое заключается в замене исходного объекта его моделью, изучении модели и обобщении полученных при анализе характеристик.

## ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В МОДЕЛИРОВАНИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

В технике наиболее распространенными являются два вида моделирования: физическое, которое заключается в изучении объекта посредством анализа некоторого макета, сохраняющего физическую природу объекта, и математическое, которое заключается в описании исследуемых объектов с помощью математических формул, логических условий или алгоритмов.

Классификация математических моделей по различным признакам приведена на рисунке 2.1. По способу представления внутренних процессов в объекте эти модели подразделяются на аналитические, в которых процессы функционирования элементов объекта записываются в виде некоторых математических соотношений или логических условий, и имитационные, в которых осуществляется воспроизведение процесса функционирования элементов объекта во времени с сохранением их взаимосвязей, последовательности и алгоритмов.

С усложнением изучаемых объектов в качестве инструмента для построения и исследования имитационных моделей используют ЭВМ, при помощи которой воспроизводится процесс функционирования изучаемой модели и проводятся эксперименты с ней.

Вообще, имитационное моделирование используется в тех случаях, когда процессы в изучаемой системе являются слишком сложными, а аналитические модели становятся приближенными к действительности со слишком большой погрешностью. Возможности

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

имитационного моделирования при разработке транспортных моделей являются безграничными.

Имитационное моделирование позволяет учесть все многообразие транспортных ситуаций и их стохастическое проявление, что делает этот способ моделирования наиболее реалистичным [1–7].

Можно выделить следующие преимущества имитационного моделирования [2, 7]: имитационные модели позволяют анализировать системы и находить решения в тех случаях, когда такие методы, как аналитические вычисления и линейное программирование не справляются с задачей; - после того, как вы определитесь с уровнем абстракции, разрабатывать имитационную модель будет гораздо проще, чем аналитическую, поскольку процесс создания модели будет инкрементальным и модульным; структура имитационной модели естественным образом отображает структуру моделируемой системы; имитационная модель позволяет вам отслеживать все объекты системы, учтенные в выбранном уровне абстракции, добавлять метрики и проводить статистический анализ; одним из главных преимуществ имитационного моделирования является возможность проигрывать модель во времени и анимировать ее поведение, что будет неоспоримым преимуществом при демонстрации модели и может оказаться полезной для верификации модели и нахождения ошибок; имитационные модели намного убедительнее электронных таблиц. Имитационное моделирование позволяет находить оптимальные решения при организации мероприятий, связанных с дорожным движением, с перевозкой опасных грузов, с решением задач логистики и транспорта в целом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы выполнен обзор существующих транспортных моделей и обоснован выбор имитационного моделирования для решения задач транспорта и логистики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Программные продукты [Электронный ресурс] // Национальное общество имитационного моделирования, некоммерческое партнерство (НП «НОИМ»). – Режим доступа: <http://simulation.su/static/ru-soft.print>, свободный. – Загл. с экрана. (16.03.2019).

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

2. Volodarets, M., Gritsuk, I., Chygyryk, N., Belousov, E. et al., "Optimization of Vehicle Operating Conditions by Using Simulation Modeling Software," SAE Technical Paper 2019-01-0099, 2019.

3. Григорьев И. AnyLogic за три дня. Практическое пособие по имитационному моделированию / И. Григорьев // Санкт-Петербург. 2017. – 273 с.

4. Володарец, Н. В. Формирование в реальных условиях эксплуатации средств транспорта оптимальных параметров транспортного узла с использованием программного модуля AnyLogic / Н. В. Володарец // Автомобиле- и тракторостроение: материалы Международной научно-практической конференции / Белорусский национальный технический университет; редкол.: отв. ред. Д. В. Капский [и др.]. – Минск: БНТУ, 2018. – Т. 2. – С. 33–35.

5. Kerner B.S. Introduction to Modern Traffic Flow Theory and Control: The Long Road to Three. Springer, 2009. – 278 p.

6. Володарец, М.В. До питання оптимізації параметрів робочих процесів в транспортному вузлі за допомогою AnyLogic / М.В. Володарец // Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, Вінниця, 12-13 квітня 2018 р.: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – С. 45–47.

7. Володарец, Н.В. Имитационное моделирование рабочих процессов в транспортном узле в условиях эксплуатации / Н.В. Володарец // Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика: XLII Международная научно-практическая конференция, Алматы, 18 апреля, 2018 г.: материалы конференции – Алматы: КазАТК имени М. Тандышпаева, 2018. – т.1. – С. 137–140.

8. Володарец, Н. В. Разработка и создание имитационной модели для оптимизации дорожного движения в транспортном узле с учетом условий эксплуатации / Н. В. Володарец // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы XVIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 26–27 апр. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 557–559.

9. Семёнов В.В., Ермаков А.В. Исторический анализ моделирования транспортных процессов и транспортной инфраструктуры //

УДК 656 + 004.9

ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ Г. ДОНЕЦК  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ  
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ORGANIZATION OF TRAFFIC IN DONETSK USING  
SIMULATION TOOLS

С.А. Ткачѳв, студ.,  
Донецкая академия транспорта, г. Донецк, Украина  
S. Tkachov, Student,  
Donets academy of transport, Donetsk, Ukraine

*Аннотация. Разработана имитационная модель с визуализацией движения автомобильного транспорта, которая в дальнейшем может быть использована для решения проблем, связанных с организацией дорожного движения на улично-дорожной сети г. Донецк.*

*Abstract. A simulation model with the visualization of the movement of road transport was developed, which can later be used to solve problems related to the organization of traffic on the road network in Donetsk.*

*Ключевые слова: имитационное моделирование, дорожная сеть, оптимизация дорожного движения.*

*Keywords: simulation, road network, traffic optimization.*

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день многие крупные города испытывают трудности, связанные с увеличением количества как личных, так и общественных транспортных средств. К тому же наблюдается несоответствие развития дорожно-транспортной инфраструктуры (улично-дорожная сеть, методы организации дорожного движения и систем управления) относительно увеличения количества транспортных средств. Это влечет за собой перегруженность городских дорог, возникновение заторов и пробок, увеличение аварийности и т.д. [1].

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

В связи с этим возникает целый ряд проблем, таких как оптимальное планирование транспортных сетей, улучшение организации дорожного движения и его оптимизация. Качественное решение таких задач невозможно без применения современных методик и технологий. К таким можно отнести средства имитационного моделирования, которые позволяют исследовать транспортную систему на микро-, и на макроуровне. В результате чего может быть создана модель транспортной сети города, которая позволит решить задачу качественного и количественного развития улично-дорожной сети.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В качестве транспортного узла для создания имитационной модели было выбрано пересечение проспекта Ильича – ул. Марии Ульяновой – ул. Карпинского, расположенное в Калининском районе г. Донецка. Для создания модели было использовано программное обеспечение Anylogic которое активно используется для проведения мероприятий по организации дорожного движения [2–8].

Процесс создания модели был разбит на несколько этапов:

1. Сбор статистических данных на выбранном участке улично-дорожной сети

В течение дня проводились замеры интенсивности движения с различных направлений.

2. Построение графической модели движения транспортных средств в рассматриваемом узле в виде графа состояний с вероятностями переходов из одного состояния в другое (рисунок 1).

3. Построение имитационной модели

Процесс создания проходит в следующей последовательности. Была создана дорожная сеть (рисунок 2) исследуемого узла на основе исходных геометрических характеристик реального узла (рисунок 2). Затем создается диаграмма процесса, отображающая передвижение транспортных средств согласно графу состояний (рисунок 1).

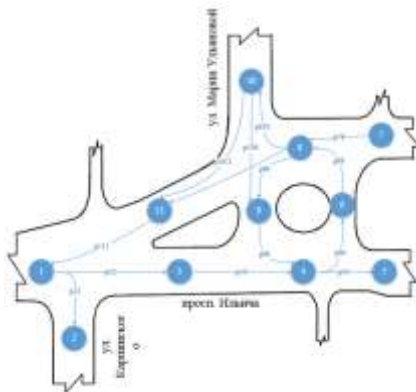


Рисунок 1 – Модель движения транспортных средств в транспортном узле

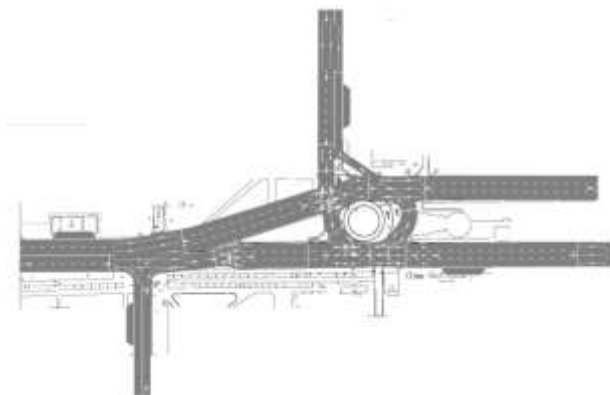


Рисунок 2 – Дорожная сеть транспортного узла в AnyLogic

## ВЫВОДЫ

Созданная модель может быть использована для мероприятий по организации дорожного движения на дорожной сети г. Донецк.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов. – М.: Логос, 2013.
2. Volodarets M., Gritsuk I., Chygyryk N., Belousov E., Golovan A., Volska O., Hlushchenko V., Pohorletskyi D., Volodarets O. Optimization

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

of vehicle operating conditions by using simulation modeling software SAE Technical, 2019-01-0099, 2019.

3. Григорьев И. AnyLogic за три дня. Практическое пособие по имитационному моделированию / И. Григорьев // Санкт-Петербург. 2017. – 273 с.

4. Володарец, Н. В. Формирование в реальных условиях эксплуатации средств транспорта оптимальных параметров транспортного узла с использованием программного модуля AnyLogic / Н. В. Володарец // Автомобиле- и тракторостроение: материалы Международной научно-практической конференции / Белорусский национальный технический университет; редкол.: отв. ред. Д. В. Капский [и др.]. – Минск: БНТУ, 2018. – Т. 2. – С. 33–35.

5. Kerner B.S. Introduction to Modern Traffic Flow Theory and Control: The Long Road to Three. Springer, 2009. – 278 p.

6. Володарец, М.В. До питання оптимізації параметрів робочих процесів в транспортному вузлі за допомогою AnyLogic / М.В. Володарець // Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, Вінниця, 12-13 квітня 2018 р.: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – С. 45–47.

7. Володарец, Н.В. Имитационное моделирование рабочих процессов в транспортном узле в условиях эксплуатации / Н.В. Володарец // Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика: XLII Международная научно-практическая конференция, Алматы, 18 апреля, 2018 г.: материалы конференции – Алматы: КазАТК имени М. Тандышпаева, 2018. – т.1. – С. 137–140.

8. Володарец, Н. В. Разработка и создание имитационной модели для оптимизации дорожного движения в транспортном узле с учетом условий эксплуатации / Н. В. Володарец // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы XVIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 26–27 апр. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 557–559.

Представлено 25.03.2019



*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*  
УДК 656.13.08:378.147.091.113 (075.8)  
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АВТОНОМНЫХ (БЕСПИЛОТНЫХ)  
ДОРОЖНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ  
PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS  
(UNCLEANED) ROAD VEHICLES

Д.В. Капский, д-р. техн. наук, доц.,  
А.Д. Лукьянчук, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
D. Kapsky, Doctor of Technical Sciences, Associate professor,  
A. Lukyanchuk, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. На основе анализа интернет-источников рассмотрены перспективы развития беспилотных дорожных транспортных средств, показаны их преимущества, а также наиболее передовые системы определения дорожной ситуации.*

*Abstract. On the basis of an analysis of Internet sources, the prospects for the development of unmanned road vehicles were considered, their advantages were shown, as well as the most advanced systems for determining the traffic situation.*

*Ключевые слова: беспилотные автомобили; датчик, система XFCD, лидар, ладар, видеосистема.*

*Keywords: unmanned vehicles; sensor, XFCD system, lidar, ladar, video system.*

## ВВЕДЕНИЕ

Человечеству необходимо иметь такой транспорт, который ездил бы автономно, а водитель мог наслаждаться отдыхом и спокойно добираться до нужного места, не прилагая при этом никаких усилий. Можно было бы в дороге спокойно спать и не волноваться по поводу выпитого алкоголя, ведь машина сама довезет домой. Желание добиться улучшения ситуации дорожного движения за счет автоматизации подтолкнуло ученых к разработке автономных автомобилей, способных передвигаться без участия человека.

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

В последние годы наблюдается рост интереса среди ученых и производителей автотранспорта к беспилотным автомобилям, способным перемещаться по дорогам без участия человека. По сравнению с машинами, управляемыми человеком, автономные обладают большей скоростью реакции на изменение дорожной ситуации и не подвержены влиянию человеческого фактора: усталости, психическое состояние и пр. Использование качественных систем автономной навигации позволит уменьшить количество ДТП и человеческих жертв, снизит стоимость транспортировки товаров, позволит экономить время, затрачиваемое сейчас на вождение транспортных средств. Даже при наличии водителя автономная система может взять управление на себя, в случае, например, если водителю станет плохо. Такие системы разрабатываются на основе платформ, конструктивно сходных с современными автомобилями и не свойственных другим робототехническим конструкциям.

#### 1. ПРЕДПОСЫЛКИ К РАЗРАБОТКЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Подобные разработки разрушают сложившееся представление о том, что создание полноценного автомобиля-робота теоретически невозможно, поскольку эта задача относится к классу AI-complete («совершенный искусственный интеллект»), то есть может быть решена, только если робот будет обладать интеллектом человека во всей его полноте. В случае, если интеллект робота уступает человеческому, всегда может возникнуть какая-то нештатная ситуация, в которой он окажется бессилён. С этой точкой зрения можно было бы согласиться, если бы не реальный интеллектуальный уровень многих современных водителей, и если не знать реальную ситуацию на дорогах.

Не вызывает сомнения, что если бы живые водители были столь же дисциплинированы, как и роботы, и не употребляли алкоголь и наркотики, а неизбежные несчастные случаи являлись бы только следствием нештатных ситуаций, оказавшимся роботам не под силу, то жертв на дорогах стало бы на порядки меньше.

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

В дальнейшем под беспилотным автомобилем будем понимать такое транспортное средство, которое оборудовано системой автоматического управления и которое может передвигаться по дорогам без непосредственного участия человека.

Таким образом, беспилотные автомобили – это следующий этап эволюции перевозок. Начавшийся с ручного перетаскивания, изобретения колеса и пройдя этот долгий путь, очевидным следующим этапом является исключение человека из этой схемы. Это несет ряд преимуществ:

- у людей с ослабленным зрением появится возможность самостоятельно перемещаться на автомобиле;
- сократится количество ДТП и человеческих жертв;
- возможность перевозки грузов в опасных зонах, во время природных и техногенных катастроф или военных действий;
- снижение стоимости транспортировки грузов и людей за счёт экономии на заработной плате водителей;
- более экономичное потребление топлива и использование дорог за счёт централизованного управления транспортным потоком;
- экономия времени, ныне затрачиваемого на управление автомобилем, позволяет заняться более важными делами или отдохнуть;
- повышение пропускной способности дорог за счёт сужения ширины дорожных полос.

Современный автомобиль активно роботизируется изнутри и сегодня оснащен целым рядом систем автоматизации. Помимо уже вошедших в обиход автоматических коробок передач, систем автоматической блокировки торможения и систем управления другими агрегатами плюс обычного круиз-контроля, существуют: система информирования о состоянии дорожного покрытия, особенно об оледенении; система адаптивного круиз-контроля, воспринимающая данные от систем обнаружения соседних автомобилей; система взаимного информирования автомобилей, снабженных системами GPS; средства слежения за дорожной разметкой; системы автоматизированной парковки; устройства для просмотра мертвых зон; системы контроля скорости на поворотах.

Логичным продолжением этого направления стали системы Internet для автомобилей. Каким бы совершенным ни был робот, он

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

эффективнее работает во взаимодействии с себе подобными. В системах могут использоваться совместно действующие объекты, обходящие то, что теперь называют «разумным роением»

Подобную систему Extended Floating Car Data-System (XFCD) представила компания BMW. Испытание проводилось на специальной тестовой трассе в SBC Park, и было призвано продемонстрировать возможности системы. Например, автомобиль попадает на скользкую дорогу. За считанные секунды система обрабатывает информацию и предупреждает в режиме реального времени следующий за ним автомобиль. Та же информация в то же самое время передается стационарным службам движения, которые статистически обрабатывают поступающие данные и рассылают их обратно другим участникам движения.

Система определения дорожной ситуации XFCD станет в будущем усовершенствованным последователем существующей системы Floating Car Data, что переводится как «данные с движущегося автомобиля». Уже сегодня с помощью FCD автомобили посылают свои данные о местонахождении в определенный момент времени на центральный пульт движения, который сопоставляет получаемые сообщения с сообщениями других автомобилей, оснащенных FCD, с целью распознавания дорожных и внештатных ситуаций. Система XFCD способна сама распознавать дорожную ситуацию, анализировать все имеющиеся данные в автомобиле и передавать обработанные данные на центральный пульт движения. Параллельно система способна через систему-коммуникатор «Авто-Авто» предупреждать другие автомобили в зоне действия передатчика.

Для разработанной автомобильной системы не требуется установки никаких дополнительных аппаратов. XFCD функционирует на базе имеющейся навигационной системы, и ее ввод в эксплуатацию заключается лишь в загрузке программы. Введение бортовой сети позволяет синхронно задействовать целый спектр возможностей. Встроенном таким образом современном автомобиле система получает доступ и совмещение с множеством других инфо-блоков управления. Это ближний и дальний свет, противотуманное освещение, термометр внешней среды и кондиционер, тормоза и навигационная система, сенсор дождя и омыватель стекла, а также прочие не менее важные мелочи. Все эти механизмы функционируют в зависимости

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

от дорожной ситуации. Так, на понижение температуры окружающей среды, лед или даже неожиданное появление масла на участке дороги автомобиль тут же отреагирует регулированием системы стабилизационного контроля (DSC) и скорости движения.

Еще одно неоспоримое преимущество системы XFCD заключается в возможности передачи сообщений напрямую другим автомобилям. Информация передается посредством Ad-hoc-сети всем автомобилям в ближайших окрестностях. Каждый автомобиль, в зависимости от ситуации, исполняет роль или отправителя, или получателя, или передатчика. Преимущество зарекомендовавшей себя технологии Multi-Hopping неоспоримо: Ad-hoc-сеть организуется автономно, обладает необходимой дальностью радиуса действия и не требует создания специальной инфраструктуры.

Система XFCD создана BMW Group в рамках концепта BMW ConnectedDrive. основополагающая идея концепта – связывание воедино трех информаторов автомобильного движения «водитель – автомобиль – внешняя среда» посредством телекоммуникационных, онлайн и автомобильных вспомогательных систем ради безопасности движения.

Теперь понятно, что ключевой системой беспилотного автомобиля робота и ITS является интегрированная система, которая является бортовым компьютером, параметров движения и навигационной системой одновременно и постоянно связанными между собой.

## **2. АВТОМОБИЛЬ, ВИДЯЩИЙ И КОММУНИЦИРУЮЩИЙ**

Перечисленные выше, уже созданные элементы автоматизации снимают технические проблемы управления агрегатами автомобиля. Остаются проблемы ориентации и взаимодействия с внешней средой. Для ориентации в пространстве могут использоваться разнообразные устройства, например, инфракрасные датчики, действующие на предельно близком расстоянии. Эти устройства хорошо известны.

Менее известен, так называемый, «ладар», который иногда еще именуют «лидаром» от английского названия Light-Imaging Detection and Ranging. Сначала он использовался как прибор для измерения атмосферных характеристик дистанционным способом лазерного зондирования. Позже усилиями компании SICK ладар стал составной частью системы измерения дистанции (Laser Measurement Sensor,

### Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

LMS). Идея ладара не оригинальна: LMS излучает несколько лучей и воспринимает отраженные данные. Лазеры монтируются в головке, вращающейся со скоростью несколько сотен оборотов в минуту. Наибольшая сложность заключается в том, что при движении по земле на коротких расстояниях с большой скоростью возникают большие угловые перемещения. Поэтому, несмотря на использование различного рода систем стабилизации и сложных подвесов, для обработки изображений в режиме реального времени требуется применение серьезной вычислительной мощности и соответствующего программного обеспечения. О масштабе решаемых задач можно судить по тому что, например, сканирующий ладар Velodyne's HDL-64E генерирует данные по 2,5 млн. точек в секунду и передает их в виде пакетов данных, используя Fast Ethernet.

Обладая в полной мере свойствами инерциальной навигационной системы с полным набором датчиков ориентации и перемещения (рисунок 1), интегрированная система способна определять все параметры движения транспортного средства: угловые скорости, ускорения, ударные и вибрационные воздействия, перегрузки.

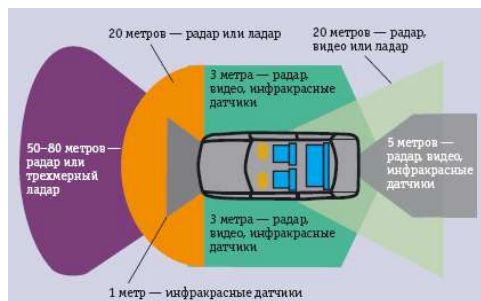


Рисунок 1 – Схема расположения датчиков.

При этом в отличие от традиционных блоков датчиков движения в интегрированной системе, реализован сложный математический аппарат пересчета воздействий в различные системы координат. Поэтому потребитель может использовать выходную информацию системы непосредственно для своих приложений без предварительной обработки.

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

Автомобиль обладает развитой видеосистемой, функционирующей как в режиме автоматического, так и ручного режимов работы. Сущность видеосистемы заключается в контроле «слепых» зон автомобиля. При этом изображение с видеокамер в реальном времени передаётся на монитор, установленный в салоне или на место боковых зеркал. Разрабатывается проект, в котором изображение проецируется непосредственно на лобовое стекло при этом, не мешая водителю. Видеокамеры в дорожных системах подкрепляются инфракрасными и ультразвуковыми датчиками, которые в случае опасности заранее предупреждают водителя. Во время поездки по городу камеры наблюдения фиксируют категории автомобилей, дорожную разметку и знаки. Например, автомобиль видит знак «Стоп» и предупреждает водителя о нем. Если же водитель не среагирует, то автомобиль остановится сам.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Внедрение беспилотных автомобилей позволит в будущем поправляться с красными огнями светофоров и дорожными знаками. Все автомобили будут оснащены датчиками, камерами и радаром, которые позволят контролировать трафик и не допустить аварий на дорогах. При этом скорость таких автомобилей сможет достигнуть 160 км в час уже к 2040 году. С развитием технологий, беспилотные автомобили смогут обеспечить быструю и безопасную поездку. В лучшем случае, мы больше никогда не будем опасаться за свою безопасность на дороге, сидя в таком автомобиле.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. <http://www.motor.ru/news/2012/01/13/auditjam>.
2. <http://www.inhabitat.com/fords-new-traffic-jam-assist-technology>.
3. <http://www.paves-the-way-to-self-driving-cars>.
4. <http://www.wired.com/2012/10/volvo-autonomous>.
5. <http://www.computerra.ru/89665/roboty-i-lyudi-na-ulitsah-gyoteborga>.
6. [http://www.vedomosti.ru/auto/news/5329411/volvo\\_ustanovit\\_na\\_serijnye\\_mashiny\\_avtopilot\\_dlya\\_probok\\_v](http://www.vedomosti.ru/auto/news/5329411/volvo_ustanovit_na_serijnye_mashiny_avtopilot_dlya_probok_v).
7. [http://www.en.wikipedia.org/wiki/Safe\\_Road\\_Trains\\_for\\_the\\_Environment](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Safe_Road_Trains_for_the_Environment).

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

8. [http://www.newsroom.aaa.com/wp-content/uploads/2011/11/2011\\_AAA\\_CrashvCongUpd.pdf](http://www.newsroom.aaa.com/wp-content/uploads/2011/11/2011_AAA_CrashvCongUpd.pdf).

9. <http://www.d2dt15nnlpfr0r.cloudfront.net/tti.tamu.edu/documents/mobility-report-2012-wappx.pdf>.

10. <http://www.technologyreview.com/view/525591/can-we-put-a-price-on-autonomous-driving>.

Представлено 25.03.2019

УДК 656.072

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПАССАЖИРСКИХ  
ПЕРЕВОЗКАХ НА РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТРАНСПОРТА  
INFORMATION TECHNOLOGIES IN PASSENGER  
TRANSPORTATION ON DIFFERENT TYPES OF TRANSPORT

А.В. Бауэр, ст. преп.,

Донецкий институт железнодорожного транспорта, г. Донецк

A. Bauer, Senior Lecturer,

Donetsk Institute of Railway Transport, Donetsk,

*Аннотация.* Рассмотрена необходимость применения информационных технологий в условиях комплексного транспортного обслуживания пассажиров.

*Abstract.* Considered the need to use information technology in an integrated transport service for passengers.

*Ключевые слова:* информационные технологии, комплексное транспортное обслуживание, пассажирские перевозки.

*Keywords:* information technology, integrated transport services, passenger transportation.

## ВВЕДЕНИЕ

Информационные технологии (ИТ) играют важную роль в повышении улучшения качества обслуживания пользователей услугами транспорта и обеспечении транспортной безопасности. В настоящее время на различных видах транспорта применяется множество информационных, информационно-справочных, аналитических и про-



### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

чих систем. Однако проблема комплексного транспортного обслуживания заключается в отсутствии единой информационной системы, объединяющей на своей платформе все виды магистрального пассажирского транспорта.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИТ В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ

Широко представлены ИТ на автомобильном транспорте. Информация о процессах по обслуживанию пассажиров предоставляется в режиме реального времени для получения пассажирами всех необходимых сведений [1]. Эти возможности реализуются посредством применения ИТ в управлении технологическими процессами (безопасность движения, соблюдение графика движения). Передача и обмен данными между участниками автотранспортной системы (автовокзалы, автостанции, автокассы, операторы транспортных услуг) осуществляется через Интернет. АСУ автомобильным транспортом наиболее доступны для совершенствования и модернизации, и, учитывая востребованность данного вида транспорта, обозначенные задачи являются всегда актуальными. В настоящее время разрабатываются информационно-логистические системы (ИЛС) пассажирских перевозок, которые смогут объединить разрозненные информационные потоки в едином информационном пространстве, а также взаимодействовать с другими видами пассажирского транспорта. Это позволит решать различные комплексы задач существенно быстрее. Например, по данным предварительной продажи билетов ИЛС может с высокой точностью прогнозировать дату, время и направление маршрута, в котором необходимо добавить дополнительные рейсы [1].

Железнодорожный транспорт наиболее востребован среди пассажиров, следующих на дальние расстояния. В условиях спроса он систематически совершенствует информационное поле деятельности. Основной информационной системой железнодорожников при обслуживании пассажиров является автоматизированная система управления «Экспресс-3» (АСУ «Экспресс-3»). Возможности системы «Экспресс-3» охватывают широкий спектр направлений и сфер, превращая ее в мультикомплекс. Через сети связи «Экспресс-

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

3» охватывает железные дороги Евразии, обеспечивая железнодорожные пассажирские перевозки государств СНГ, Литвы, Латвии, Эстонии, стран ЕС, Китая, Японии, Монголии, и предусматривает взаимодействие с информационными системами других видов транспорта. В соответствии с концепцией информатизации железнодорожного транспорта Российской Федерации система «Экспресс-3» по выполняемым функциям входит в комплексы ИТ управления перевозочным процессом, управления маркетингом, экономикой и финансами, управления инфраструктурой железнодорожного транспорта [2].

Основной платформой ИТ на воздушном транспорте в сфере обслуживания пассажиров в условиях конкуренции являются системы Amadeus в Европе [3] и «Сирена-3» в Российской Федерации. Amadeus формирует информацию о заказе, бронировании билетов через сеть Интернет на основании собственной базы данных, обеспечивает доступ к обширному выбору международных авиарейсов, предоставляет в режиме online расписание полетов более 400 авиалиний. Система позволяет бронировать места большинства крупнейших российских авиакомпаний, включая «Аэрофлот», S7, «Уральские авиалинии». Отечественным аналогом Amadeus на отечественном рынке авиаперевозок является АСУ «Сирена-3». Она реализована по модульному принципу, включает подсистемы обслуживания пассажиров, управления их нахождением и перемещением в аэропорту и учета выручки. «Сирена-3» может поддерживать не только расписание авиарейсов в СНГ, но и обеспечивает оформление и печать как российских, так и международных авиабилетов, а также предоставляет возможность бронирования гостиниц, пересадки на другие виды транспорта и заказа автомобилей, что является наиболее популярным европейским сервисом.

На водном транспорте разрабатываемые проекты и модели ориентируются на создание и использование новых ИТ для обеспечения перевозок, включая морские перевозки по логистическим принципам [4]. Реализуются такие проекты на территориях портов и на бортах морских и речных судов. Например, Европейский проект TRAPIST в качестве одного из средств повышения эффективности работы портов и их коммерческой привлекательности использует базу данных, которой могут пользоваться операторы портов и терминалов, а также

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

портовые фирмы, участвующие в перемещении грузов и пассажиров. Решение оперативных проблем осуществляется за счет их визуализации, позволяя оператору порта/терминала рассматривать альтернативные решения, используя так называемую «базу знаний», заложенную в инновационных системах поддержки принятия решений.

1. Суммарный комплексный эффект от реализации ИТ на автомобильном  $I_a$ , железнодорожном  $I_{жс}$ , воздушном  $I_в$  и водном  $I_{вод}$  видах транспорта, взаимодействующих в общем информационном поле, можно представить, как:

$$I = I_a + I_{жс} + I_в + I_{вод} \rightarrow \max . \quad (1)$$

2. Таким образом, суммарный эффект от усиления информационной составляющей при пассажирских перевозках должен стремиться к максимуму, выраженному в улучшении качества транспортного обслуживания пассажиров.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совершенствование существующих и дальнейшая разработка новых ИТ на транспорте является необходимым социально-экономическим условием настоящего времени, гарантирующим повышение качества обслуживания пассажиров, создание комфортных и безопасных условий поездки с минимальными затратами времени и средств, и дающим максимальный информационный эффект в условиях комплексного транспортного обслуживания.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко, Е.А. Информационные технологии транспортной логистики в междугородных пассажирских перевозках / Е.А. Кравченко, М.А. Голоскоков // *Фундаментальные исследования*. – 2007. – №12 (часть 3). – С. 509–510.

2. Система Экспресс-3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studopedia.ru/12\\_66698\\_ekspress-.html](https://studopedia.ru/12_66698_ekspress-.html).

3. Анализ информационных систем в авиaperевозках [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://izron.ru/articles/aktualnye-problemy-tekhnicheskikh-nauk-v-rossii-i-za-rubezhom-sbornik-nauchnykh-trudov-po-itogam-mezh/sektsiya-20-informatsionnye->

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*  
tekhnologii-spetsialnost-05-25-05/analiz-informatsionnykh-sistem-v-aviaperevozkakh/.

4. Борисова, Л.Ф. Анализ проблем информационного обеспечения морских транспортных процессов / Л.Ф. Борисова, Д.А. Скороходов, А.С. Поляков // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2012. – С. 19– 26.

Представлено 06.05.2019

УДК 656.025.2

ПРОВЕДЕНИЕ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ  
РАБОТЫ ПАССАЖИРСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ  
СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВОЙСТВ  
АДДИТИВНОСТИ ИНТЕГРАЛОВ  
CONDUCTING THE FACTOR ANALYSIS OF THE STABILITY  
OF WORK OF THE PASSENGER TRANSPORT SYSTEM USING  
THE PROPERTIES OF THE INTEGRAL ADDITIVITY

А.А. Михальченко, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский государственный университет транспорта,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
A. Mikhalchenka, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belarusian State University of Transport, Gomel, Republic of Belarus

*Аннотация. На основе анализа результатов экспериментальных исследований устойчивости функционирования пассажирских транспортных систем с выделением интегративных принципов целостности, системности, релятивности, универсальности, устойчивого развития.*

*Abstract. Based on the analysis of the results of experimental studies of the stability of passenger transport systems with the release of integrative principles of integrity, consistency, relativity, universality, sustainable development.*

*Ключевые слова: транспортные системы, устойчивость функционирования, факторный анализ.*

## ВВЕДЕНИЕ

Пассажирские транспортные системы в Республике Беларусь построены по принципу индивидуального предоставления транспортных услуг населению. Взаимодействие видов транспорта не отлажено, что приводит к несогласованности расписаний движения транспортных средств в крупных пересадочных узлах и на направлениях. Это привело к падению объемов перевозок пассажиров, низкой конкурентоспособности национальных видов транспорта в международном сообщении. Возникла необходимость проведения факторного анализа устойчивости работы пассажирской транспортной системы с использованием свойств аддитивности двойных и тройных интегралов, которые наиболее очно позволяют дать описание системы и её элементов и показать на научном уровне имеющиеся недостатки.

## ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ.

При фрагментарном рассмотрении устойчивости пассажирских транспортных систем (ПТС) предусматривается на теоретическом уровне условное разделение их на взаимодействующие элементы (компоненты) и исследование отношений между ними, выполняющих определенные функции по транспортной деятельности в области пассажирских перевозок. Элементом системы является структурная единица, имеющая черты, которые отражают главное её качество в целом, устойчивые взаимоотношения и технологические связи с другими элементами [1]. В целях правильной интерпретации устойчивого развития ПТС при исследовании используются различные уровни абстрагирования, для каждого из которых рассматриваются фрагментарные принципы факторного анализа устойчивости ПТС [2].

Фрагментарные принципы факторного анализа устойчивости ПТС предусматривают:

– целостность: ПТС проявляет свою целостность, как объект транспортной деятельности в области пассажирских перевозок на

### Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

всех видах транспорта страны, у которого есть предельные и качественные свойства;

– системность: ориентирует ПТС на целостное представление исследуемых объектов и процессов пассажирского транспорта при его работе в различных условиях;

– релятивность: указывает, что любое множество пассажирских транспортных объектов можно рассматривать как систему и вне системы;

– универсальность: всегда можно найти такой аспект в транспортных процессах при перевозке пассажиров, который можно точно описывать как ПТС;

– устойчивое развитие: непрерывное соотнесение и согласование внешней и внутренней детерминант ПТС в период ее существования или функционирования.

С использованием приведенных принципов можно выделить свойство аддитивности функционирования ПТС, которое оценивается по значению установленного на государственном уровне эксплуатационного показателя по двум факторам – входным параметрам для каждого вида транспорта ( $a_i$ , количество поступивших в систему пассажиров) и выходным ( $Al$ ) $_i$  – выполненные пассажиро-километры [3].

$$\begin{aligned} \iint_D [f_1(a, Al) + f_2(a, Al) + \dots + f_n(a, Al)] dt = \\ = \iint_D [f_1(a, Al)] dt + \iint_D [f_2(a, Al)] dt + \dots + \iint_D [f_{n1}(a, Al)] dt \end{aligned}$$

где  $D$  – диаметр структуры ПТС;  $t$  – период учёта.

С учётом ресурсов ПТС, используемых в перевозочном процессе при переходе процесса  $\sum_{k=1}^K a_k(t) \rightarrow \sum_{k=1}^K [Al]_i(t)$  изначального в конечное состояние с учётом используемого ресурса ПТС на выполнение перевозки пассажиров используются свойства тройного интеграла от функции результативности  $f_i(a_i, [Al]_i, r_i)$  для  $i$ -го вида транспорта, включенного в ПТС:

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

$$\begin{aligned} & \iiint_E [f_1(a, Al, r_i) + f_2(a, Al, r_i) + \dots + f_n(a, Al, r_i)] dE = \\ & = \iiint_E [f_1(a, Al, r_i)] dE \pm \dots \pm \iiint_E [f_n(a, Al, r_i)] dE; \\ & \iiint_E \Phi f_1(a, Al, r_i) dE = \Phi \iiint_E [f_n(a, Al, r_i)] dE; \end{aligned}$$

с учётом того, что  $E = E_1 \bigcup_{i=1}^m E_{2,m}$  и  $E_1 \mid E_2 = \emptyset$ ,

$$\iiint_E f_i(a, Al, r_i) dE = \iiint_{E_1} [f_i(a, Al, r_i)] dE + \iiint_{E_2} [f_i(a, Al, r_i)] dE,$$

где  $E_1$  – финансовая оценка ресурсов ПТС по  $i$ -му виду транспорта, направляемых непосредственно на перевозочный процесс;  $E_2$  – финансовая оценка ресурсов ПТС по  $i$ -му виду транспорта, [4, 6].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

С использованием свойств аддитивности интегралов можно создать математическое обеспечение модели расчетов оптимальной потребности в ресурсах на выполнение пассажирских перевозок, особенно в городских агломерациях при использовании нескольких видов транспорта. Вместо суммирования ресурсов и вариантов их потребления имеется возможность их интеграции для всех ПТС.

Факторный анализ позволяет определить направления достижения рентабельности функционирования каждого элемента ПТС [5].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Болтенко, Ю. А. Характеристика системы общественного пассажирского транспорта г. Омска / Ю. А. Болтенко // *Фундаментальные и прикладные науки – основа современной инновационной системы: сб. докл. междунар. науч.-практ. конф.* – Омск, 2015. – С. 217–223.
2. Шевченко, В. А. Декомпозиция сложной динамической системы с сетевой архитектурой на базе диакоптики крона / В. А. Шевченко, М. Ю. Медведев, А. С. Назаркин // *Инженерный вестник Дона.* – Ростов-на-Дону, 2018. – № 3 (50). – С. 86–88.

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

3. Маслов, Е. С. Системный анализ и моделирование транспортных и пассажиропотоков / Е. С. Маслов // Мир транспорта. – 2016. – № 4 (71). – С. 146–151.

4. Булатова, Н. Н. теоретические подходы к исследованию региональной транспортной инфраструктуры / Н. Н. Булатова // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 12-4 (89). – С. 449–455.

5. Фараонов, А. В. Математическая модель взаимодействия элементов дорожно-транспортной системы / А. В. Фараонов, Н. А. Орешин, С. Н. Лазарев // Управление деятельностью по обеспечению безопасности дорожного движения: сб. тр. конф. – Орёл, 2017. – С. 387–392.

Представлено 14.05.2019

УДК 629.113.003.121

РАСЧЁТ ФИЗИЧЕСКОГО (ЕСТЕСТВЕННОГО) ИЗНОСА  
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ МЕТОДОМ  
ЭФФЕКТИВНОГО ВОЗРАСТА  
CALCULATION OF PHYSICAL (NATURAL) WEAR  
OF VEHICLES BY THE EFFICIENT AGE METHOD

В.Л. Шабека, канд. экон. наук, доц.,  
М.Г. Карасёва, маг. экономики, ст. преп.,  
Белорусского национального технического университета,  
г. Минск, Республика Беларусь  
U. Shabeka, Ph.D. in Economic, Associate professor,  
M. Karaseva, Master of Economics, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Рассматривается одна из техник расчёта и обоснования величины физического износа для нужд независимой оценки стоимости на примере автотранспортного средства.*

*Annotation. One of the techniques for calculating and justifying the amount of physical depreciation for the needs of an independent valuation is considered on the example of a motor vehicle.*

*Ключевые слова: расчёт физического износа, оценка стоимости.*  
*Keywords: calculation of physical depreciation, valuation.*



## Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

### ВВЕДЕНИЕ

В СТБ 52.6.01-2017 Оценка стоимости объектов гражданских прав. Оценка стоимости транспортных средств и прилагаемом к нему ТКП 52.6.01-2015 в качестве одного из методов определения величины физического износа дорожных транспортных средств называется метод экономической жизни [1, 2] или, как его частный случай, метод эффективного возраста согласно иным источникам [3, 4].

Вместе с тем нормативные документы содержит лишь общие определения для таких ключевых понятий как эффективный возраст объекта оценки и его экономический срок службы без конструктивных рекомендаций по обоснованию их количественных характеристик. При этом данный метод обоснования величины физического износа имеет ряд существенных преимуществ относительно иных известных, что определяет практическую актуальность разработки его методических составляющих и выявление информационных источников для получения необходимых данных, чему и посвящены эти тезисы.

### АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА ЭФФЕКТИВНОГО ВОЗРАСТА НА ПРИМЕРЕ ОБОСНОВАНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА МАССОВОГО ОБЪЕКТА ОЦЕНКИ

В качестве объекта оценки принят легковой автомобиль Mercedes-Benz А-Класс W168, 2001г.в., 1700см<sup>3</sup>Д, ПАКПП. Для расчётов использован 22 объекта-аналога, доступных по состоянию на дату оценки из источника [5]. В сводной таблице 1 представлен алгоритм обоснования величины физического износа с примечаниями к каждому из этапов и указанием использованных источников.

Таблица 1 – Алгоритм метода эффективного возраста

№ п/п	Показатель	Значение показателя	Примечания
1	2	3	4
1	Первоначальная стоимость объекта (далее ОО), принята по стоимости нового объекта-аналога (ОА), €	32 864 €	Современный аналог Mercedes-Benz А 200 Hatchback. Источник, доступно 20.03.2019: <a href="https://www.mercedes-benz.by/">https://www.mercedes-benz.by/</a>

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
2	Дата оценки (далее ДО)	20.03.2019	Фактический показатель
3	Дата выпуска ОО	31.01.2001	Ист.:Fahrzeugbrief№СЕ604924
4	Возраст фактический (хронологический, календарный) ОО на ДО, лет	18,18	Расчётное значение: округл. (([2]-[3])/364,25);2)=[20.03.2019] - [31.01.2001]
5	Наработка/ пробег у объекта оценки на дату оценки, км	248 256	Фактический показатель исправного одометра ОО на ДО
6	Среднегодовая наработка/ среднегодовой пробег у объекта оценки на дату оценки, км.	<b>13 655</b>	Расчётное значение: округл (([5] / [4]);2) = 248'256 / 18.18.
7	Дата выпуска наиболее долго эксплуатирующегося из 21-го "дальних" ОА на ДО, позиционирующихся на вторичном рынке как исправный, принят оценщиком в качестве БАЗОВОГО АНАЛОГА (далее БА).	01.07.1997	Фактический показатель. Mercedes-Benz А-Класс W168, 1997, 1600смЗБ, МКПП. Источник, доступно 20.03.2019: <a href="https://cars.av.by/mercedes-benz/a-klass/14327920">https://cars.av.by/mercedes-benz/a-klass/14327920</a> , тел. + 375 29 575 88 17
8	Фактический возраст БА, принятый оценщиком за ЭКОНОМИЧЕСКИЙ СРОК СЛУЖБЫ ОО	21,78	Расчётное значение: округл(( [2] - [7])/364,25);2) = [20.03.2019] - [01.07.1997]
9	Наработка/ пробег у наиболее долго эксплуатирующийся объекта - аналога на дату оценки	315 000	Фактический показатель. Источник, доступно 20.03.2019: см. [7].
10	Среднегодовая наработка/ пробег у БА на ДО.	<b>14 463</b>	Расчётное значение: округл ( ([9] / [8]);0) = 315'000 / 21,78
11	Прогнозный расчёт ЭФФЕКТИВНОГО ВОЗРАСТА ОО с учётом корректировки на режим интенсивности эксплуатации, в годах	17,16	Расчётное значение: округл(( [6] / [10])*[4]);2) = 13'655 / 14'463 x 18,18. Режим интенсивности эксплуатации – шадящий: L ОО 13'655 < L БА 14'463
12	Износ физический ОО (естественный, неустранимый), %	78,79	Расчётное значение: округл(( ([11] / [8]) *100%);2) = 17,16 / 21,78 x 100%
13	Износ физический ОО (естественный, неустранимый), €	25 894 €	Расчётное значение: округл(( ([1] * [12]) /100%);0) = 32'864€ x 78,79% / 100%

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
14	Физический ресурс ОО при допущении о сохранении прежнего режима интенсивности эксплуатации, в км	66 744	Расчётное значение: [9] - [5] = 315'000км - 248'256км
15	Физический ресурс ОО при допущении о сохранении прежнего режима интенсивности эксплуатации, в годах	4,62	Расчётное значение: [8] - [11] = 21,78 - 17,16
16	Физический ресурс ОО при допущении о сохранении прежнего режима интенсивности эксплуатации, в €	6 970 €	Расчётное значение: [1] - [13] = 32'864€ - 25'894€

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные источники данных и предлагаемые приёмы их интерпретации позволяют получить адекватные результаты расчёта величины физического износа методом эффективного возраста.

### ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 52.6.01-2017 Оценка стоимости объектов гражданских прав. Оценка стоимости транспортных средств.
2. ТКП 52.6.01-2015 Оценка стоимости объектов гражданских прав. Оценка стоимости транспортных средств.
3. Захаров С.А Методы определения физического износа при оценке стоимости недвижимости / Портал «Оценщик.ру» компании ООО «Атлант Оценка», г. Москва. Доступно 16.05.2019: <http://www.ocenchik.ru/docs/943.html>
4. В.Ю. Белопашенцев Виды износа. Методы определения степени физического износа машин при оценке / Портал «Estimatica. Наука оценивать» компании ООО "Электронные системы оценки", г. Екатеринбург. Доступно 16.05.2019: <http://www.estimatica.info/assessment/transport/3-vidy-iznosa-metody-opredeleniya-stepeni>.
5. А-Класс/ Mercedes-Benz// Автомобили с пробегом/// Продажа транспорта /// Портал «AV.BY» компании ООО «Автоклассифайд», г. Минск. Доступно 20.03.2019: <https://cars.av.by/mercedes-benz/a-klass>.

Представлено 16.05.2019

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
УДК 629.113.003.121

РАСЧЁТ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО (МОРАЛЬНОГО) ИЗНОСА  
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ МЕТОДОМ  
СОСТАВЛЯЮЩИХ ФАКТОРОВ  
CALCULATION OF FUNCTIONAL (MORAL) WEAR  
OF VEHICLES BY THE COMPONENT FACTORS METHOD

В.Л. Шабeka<sup>1</sup>, канд. экон. наук, доц.,

В.С. Ионин<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.,

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники, г. Минск, Республика Беларусь

U. Shabeka<sup>1</sup>, Ph.D. in Economic, Associate professor,

<sup>1</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

V. Ionin<sup>2</sup>, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

<sup>2</sup>Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,  
Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Рассматривается одна из техник расчёта и обоснования величины функционального износа для нужд независимой оценки стоимости на примере автотранспортного средства.*

*Annotation. One of the techniques for calculating and justifying the amount of functional depreciation for the needs of an independent valuation is considered on the example of a motor vehicle.*

*Ключевые слова: расчёт функционального износа, оценка стоимости.*

*Keywords: calculation of functional depreciation, valuation.*

## ВВЕДЕНИЕ

Функциональный износ (моральное устаревание) при очевидности его проявления, тем не менее не достаточно раскрыт для применения в практике независимой оценки стоимости урвне.

Его составляющие прозрачны, но техника расчёта и обоснования его величины не раскрыта в базовых нормативно- методических документах [1] по оценочной деятельности.

В данной работе представляется техника расчёта и обоснования его величины на основе доступных инструментов и источников.

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*  
**АЛГОРИТМ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА СОСТАВЛЯЮЩИХ  
 КОМПОНЕНТОВ НА ПРИМЕРЕ ОБОСНОВАНИЯ  
 ВЕЛИЧИНЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИЗНОСА  
 МАССОВОГО ОБЪЕКТА ОЦЕНКИ**

Объектом оценки (далее ОО) принят легковой автомобиль Mercedes-Benz А-Класс W168, 2001г.в., 1700смЗД, ПАКПП. В качестве факторов, составляющих функционал и соответствующих типу ОО по признаку его функционального назначения (легковое транспортное средство коммерческого класса «А») предлагается использовать: 1) экономичность (расход топлива на 100 км); 2) рейтинг безопасности «\*» или количество элементов пассивной и активной безопасности; 3) экологичность (класс экологичности силовой установки по классификации «Евро №»); 4) комфорт (количество N элементов комплектации в салоне или «класс комплектации» Mercedes-Benz: Classic, Elegance, Avangarde. В сводной таблице 1 представлен алгоритм обоснования величины функционального износа с учётом удельных весов компонентов, определённых техникой парных сравнений с примечаниями к каждому из этапов и указанием использованных источников. Примечание «\*» в строке 13: в случае, если показатель компонента и рыночная стоимость ОО находятся в обратной зависимости ( $\nearrow \searrow$ ) (например, расход топлива на 100 км в литрах), то разница определялась вычитанием от значения показателя ОО значения показателя объекта-аналога (далее ОА), а при прямом характере влияния показателя компонента на стоимость ( $\nearrow \nearrow$ ) - наоборот.

Таблица 1 – Алгоритм метода составляющих компонентов

№ п/п	Примечания	Составляющие факторы $X_i$				
		3	4	5	6	7
1	2	3	4	5	6	7
2	Составляющие факторы $X_i$	X1 Экономичность	X2 Без-опасность	X3 Эко-логич-ность	X4 Ком-форт	$\Sigma$
3	Экономичность (X1)	*	X2	X1	X1	2

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
4	Безопасность (X2)	X2	*	X2	X2	3
5	Экологичность (X3)	X3	X2	*	X3	2
6	Комфорт (X4)	X1	X2	X4	*	1
7	Рейтинг фак-в по столбцам, баллы	1	3	0	0	-
8	Рейтинг фак-в по строкам, баллы	2	3	2	1	-
9	Суммарный рейтинг, баллы	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>12</b>
10	Удельный вес $X_i, k_i$	0,2500	0,5000	0,1667	0,0833	1
11	Значения признака для ОО	7	5	3	2412	-
12	Значения признака для ОА	4,5	8	5	60	-
13	Разница в значениях показателей ОО и ОА*	2,5	3	2	36	-
14	Принятое за Базу значение (современного) ОА	4,5	8	5	60	-
15	Коэффициент устаревания (функционального несоответствия) по показателю $X_i$	0,5556	0,3750	0,4000	0,6000	-
16	Функциональное устаревание по комплексу показателей $X_i$ с учётом величин удельных весов их значимости	0,1389	0,1875	0,0667	0,0500	-
17	Коэффициент функционального устаревания по комплексу показателей с учётом их значимости					0,4431
18	Функциональный износ (неисправимый) с учётом отставания ОО от современного ОА по комплексу показателей с учётом их значимости, %					44,31

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*  
 В таблице 2 представлен итоговый расчёт накопленного износа.

Таблица 2 – Итоговый расчёт накопленного износа

№ п/п	Показатель	Значения	Примечания
1	Первоначальная стоимость ОО, €	32 864	Источник: www.mercedes-benz.by
2	Износ физический объекта оценки, %	78,79	См. строку 12 Табл.1 пред-ей публикации
3	Износ физический объекта оценки, €	25 894	Расчётное значение: 32'864·78,79%/100%
4	База для определения функционального износа, €	6 970	Расчётное значение: 32864–6970
5	Функциональный износ объекта оценки, %	44,31	см. строку 18 Табл.1 этой публикации
6	Функциональный износ объекта оценки, €	3 088	Расчётное значение: 6'970·44,31%/100%
7	Износ накопленный (при допущении об отсутствия внешнего износа, €	28 982	Расчётное значение: 25'894+3'088
8	Износ накопленный – Ин (при допущении об отсутствия внешнего износа, %	0,8819	Расчётное значение: 28'982 / 32'864
9	Проверочный расчёт $k_{\text{нак}} = 1 - (1 - I_{\text{физ}}/100\%) \cdot (1 - I_{\text{функц}}/100\%)$	0,8819	Расчётное значение: 1 - (1-78,79)·(1-44,31)
10	Рыночная стоимость с учётом проявлений $I_{\text{физ}}$ и $I_{\text{функц}}$ , €	3 882	Расчётное значение: 32'864–28'982
11	Цена предложения на дату оценки мин и макс, €	2 498 4 015	Источник: av.by на 20.03.2019

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итоговый расчёт адекватен рыночным ценам предложения: 2 498 < 3 882 < 4 015, а техника расчёта применима на практике.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 52.6.01-2015 Оценка стоимости объектов гражданских прав. Оценка стоимости транспортных средств.

Представлено 16.05.2019

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА JUNCTIONS 9  
ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ  
APPLICATION OF THE JUNCTIONS 9 SOFTWARE PRODUCT  
IN MODELING MOVEMENT ON CROSSROADS

Д.П. Ходоскин, маг., Л.Г. Дулуб, студ., Я.В. Ильючик, студ.,  
Белорусский государственный университет транспорта,  
г. Гомель, Республика Беларусь

D. Khodoskin, M.Sc., L. Dulub, Student, Y. Ilyuchik, Student,  
Belarusian State University of Transport, Gomel, Republic of Belarus

*Аннотация. Описывается сфера применения программного продукта Junctions 9 – имитационное моделирование перекрестков, в частности нерегулируемых пересечений различных типов. Рассматривается специфика работы с программой, на примере четырехстороннего перекрестка и особенности работы при моделировании дорожного движения.*

*Abstract. Describes the scope of application software Junctions 9 – simulation of intersections, in particular unregulated intersections of various types. We consider the specifics of working with the program, on the example of a four-way intersection and features of work in the simulation of road traffic.*

*Ключевые слова: моделирование, перекресток, пешеходные переходы, транспортный поток, уровень обслуживания.*

*Key words: modeling, intersection, pedestrian crossings, traffic, level of service.*

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из эффективных программ по имитационному моделированию перекрестков является программный продукт Junctions 9, предназначенный для моделирования нерегулируемых пересечений различных типов (стандартных четырехсторонних, мини-кольцевых (с диаметром центрального островка менее 4 м), Т-образных и др.), а также создания сети нерегулируемых перекрестков включая пешеходные переходы. Пакет позволяет анализировать пропускную спо-



### Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

способность, задержки, параметры очереди, рассчитать влияние геометрии каждого входа на величину задержек, уровень обслуживания, моделировать и анализировать влияние пешеходных переходов.

## ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ JUNCTIONS 9 ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЕСТКАХ

Программа используется инженерами-транспортниками при оценке существующих моделей или при анализе воздействия предлагаемых мероприятий на общее состояние организации движения на участке [1–4]. Программное обеспечение приводится на английском языке и предоставляет довольно обширный набор инструментов. Интерфейс программы приведен на рисунке 1.

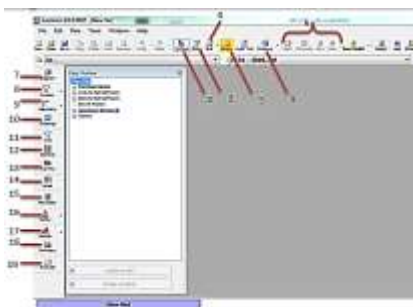


Рисунок 1 – Интерфейс программного продукта Junctions 9



Рисунок 2 – Окно выбора типа моделируемого перекрестка

Основными инструментами пакета являются: Window Manager, Data Outline, Data Editor, DataGrids, Errors and warnings, Navigation (back/forwards), Diagram, Junction Selector, Junction Geometry, Pedestrian Crossings, Traffic Demand, Traffic Flows, Vehicle MIX, Lane Simulation, Geometric Delay, Accident Prediction, Result, Summary Results, Analyser [1–4].

При выборе какой-либо команды в меню (рисунок 1) появляются соответствующие подрежимы. Списки входных и выходных переменных (данных) используются практически для всех режимов, хотя определенные элементы и столбцы становятся недоступными или могут исчезать в зависимости от выбранного режима [3, 4].

### Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

На примере построения модели четырёхстороннего перекрёстка рассмотрим возможности данного программного продукта.

При запуске программы появляется окно, в котором имеется возможность выбрать тип моделируемого перекрёстка (рисунок 2): Roundabout – кольцевой; Mini-Roundabout – кольцо с диаметром центрального островка менее 4 м; T-junction – Т-образный; Crossroads – обычный четырехсторонний; Right – left stagger и Left – Right stagger – четырехсторонний, со смещенными входами (с различными вариантами).

После выбора типа перекрёстка – кнопка Ок и выбирается в меню слева команда Diagram. На экран выводится интерактивная диаграмма с базовой компоновкой перекрёстка, таким образом, получается почти готовый четырехсторонний перекрёсток (рисунок 3).

При нажатии на кнопку на панели слева Geometry появляется окно, в котором имеется возможность задать значение расстояния видимости для каждого из имеющихся входов  $A-D$  (т.е. это максимальное расстояние, на котором водители с конкретного входа имеют зрительный контакт с автомобилями с других входов) (рисунок 4).



Рисунок 3 – Диаграмма с базовой компоновкой четырехстороннего перекрёстка

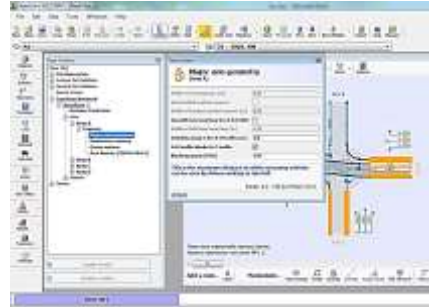


Рисунок 4 – Определение расстояния видимости для каждого входа перекрёстка

Также возможно выбрать вкладку «Pedestrian Crossings» («пешеходный переход») и задать необходимые для его моделирования параметры (рисунок 5). Возможно установить «Crossing length» – длину пешеходного перехода и «Crossing time» – «время пересечения» (в

### Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

секундах) указывается автоматически, после того как задана длина пешеходного перехода.

Следующий этап – распределение транспортных потоков по направлениям. Выбирается иконка Origin – destination data на панели инструментов и заполняется матрица количества транспортных средств, пересекающих перекресток с каждого из входов с учетом право- и левоповоротных траекторий (рисунок 6).

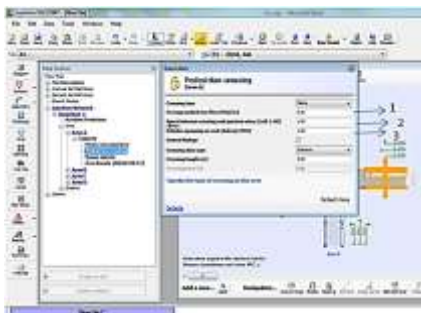


Рисунок 5 – Выбор параметров пешеходного перехода  
(1 – интенсивность; 2, 3 – количество транспортных средств, которое находится в интервале между пересечением и входом / которые останавливаются при выезде со входа)

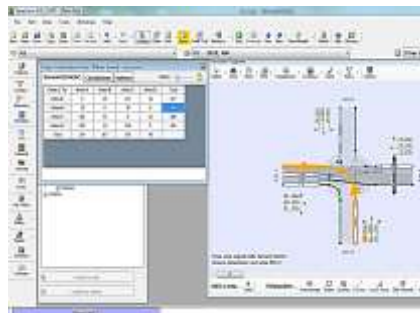


Рисунок 6 – Установление параметров интенсивности транспортного движения по перекрестку (выбор команды Traffic Demand)

Имеется также возможность ввести процент состава транспортного потока по каждому из входов с помощью вкладки Vehicle MIX (рисунок 7).

При выборе команды Major arm geometry имеется возможность задать ширину проезжей части (по главной дороге) для каждого из входов в метрах (рисунок 8).

При выборе команды Minor arm geometry имеется возможность задать ширину полос и их количество (по второстепенной дороге) для каждого из входов и расстояние видимости в метрах (рисунки 9, 10).

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

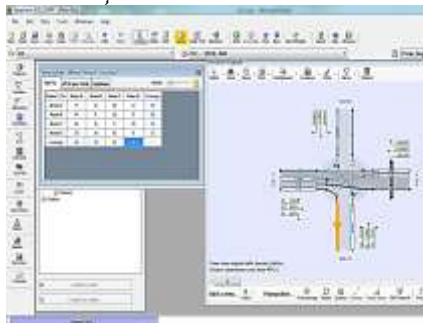


Рисунок 7 – Установление параметров состава транспортного потока по входам перекрестка

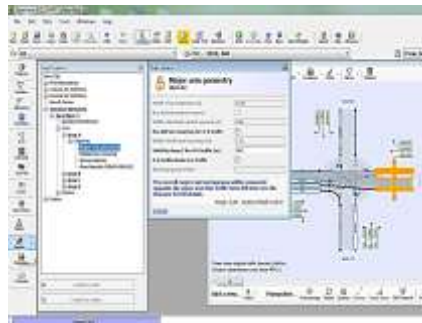


Рисунок 8 – Установка ширины каждого из входов перекрестка по главной дороге

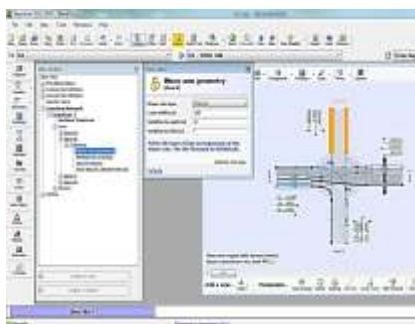


Рисунок 9 – Установка ширины полос и их количества на входе *B* перекрестка по второстепенной дороге (выбор команды *Minor arm geometry*)

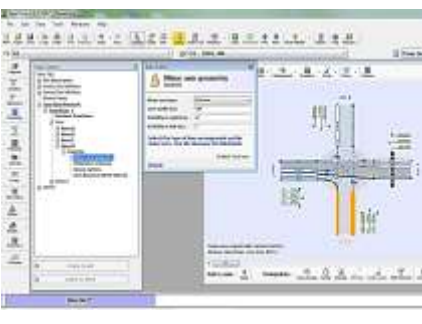


Рисунок 10 – Установка ширины полос и их количества на входе *D* перекрестка по второстепенной дороге

Для отображения общих результатов по моделированию необходимо выбрать команду *Summary Results*, после чего в отдельном окне отобразятся результаты (рисунок 11).



Рисунок 11 – Окно вывода результатов моделирования на четырехстороннем перекрестке

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам уровень обслуживания всего перекрёстка – *D*. Транспортный поток при данном уровне характеризуется высокой транспортной нагрузкой, который приводит к значительным сложностям для водителей при маневрировании, что приводит к большому количеству конфликтов между участниками движения. Состояние транспортного потока все еще стабильно.

Представляется возможным использование визуализации и анимации, что значительно упрощает интуитивное восприятие проблемного участка дорожной сети.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Modular software package for modelling and analysing roundabouts and priority junctions. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tekchile.cl/wp-content/uploads/2015/07/Junctions-9-New-Features.pdf>. / Дата доступа: 13.05.2019 г.

2. Junctions 9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.advanceduninstaller.com/Junctions-9-5aa9c82335582f98adbdd329e3df32a9-application.htm>. / Дата доступа: 09.05.2019 г.

3 Junctions 9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trlsoftware.co.uk/> / Дата доступа: 03.05.2019 г.

4. Junctions 9 Features. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://trlsoftware.co.uk/products/junction\\_signal\\_design/junctions\\_9/junctions\\_9\\_features/](https://trlsoftware.co.uk/products/junction_signal_design/junctions_9/junctions_9_features/) / Дата доступа: 13.05.2019 г.

Представлено 17.05.2019

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
УДК 656

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОМБИНАТОРИКИ  
В ТЕОРИИ ЛОГИСТИКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ  
ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК  
THE USING OF COMBINATORIAL ELEMENTS  
IN THE THEORY OF LOGISTICS OF RAIL  
PASSENGER TRAFFIC

О.А. Ходоскина, канд. экон. наук,  
Белорусский государственный университет транспорта,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
O. Hodoskina, Ph. D. in Economic,  
Belarusian state university of transport, Gomel, Republic of Belarus

*Аннотация.* В данной статье определены возможности использования в теории логистики пассажирских перевозок математического аппарата теории исследования операций и элементов комбинаторики.

*Abstract.* This article identifies the possibilities of using the mathematical apparatus of the theory of research of operations and elements of combinatorics in the theory of logistics of passenger traffic.

*Ключевые слова:* пассажирские перевозки, логистика, железнодорожный транспорт.

*Key words:* passenger traffic, logistics, rail transport, combinatorics.

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня логистика как наука и как практическая деятельность имеет довольно широкую сферу применения – кроме складской логистики активно развивается логистика транспортная, инвестиционная, банковская и т.д. При этом расширение сферы ее применения не в последнюю очередь связано с развитием научной базы – применением элементов моделирования, математических зависимостей, теории транспортных потоков и систем. Использование элементов комбинаторики в изучении железнодорожных пассажирских перевозок и моделировании транспортно-логистической системы на железнодорожном транспорте также является важным теоретическим аспектом.

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*  
КОМБИНАТОРИКА В ТЕОРИИ ЛОГИСТИКИ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Использование комбинаторики в теории логистического обеспечения выполнения пассажирских перевозок предусматривает применение простейших комбинаций, которые можно составить из элементов конечного множества, установив в нём ожидаемый порядок размещения его структурных элементов. Комбинаторика используется при формировании матрицы отнесения расходов на перевозки пассажиров по видам логистики пассажирских перевозок в зависимости от функциональной формы их выполнения. В этом случае используются следующие формулы комбинаторики:

– перестановки – комбинации информационных блоков технологического и экономического характера, состоящие из однородных элементов и отличающиеся только порядком их расположения: без повторений и с повторениями;

– размещения – комбинации информационных блоков, составленные из элементов, аналогичных перестановкам, которые отличаются либо их структурой, либо порядком расположения;

– сочетания – комбинации информационных блоков в модели, составленные из различных элементов, имеющих отличия [1].

При построении модели пассажирских перевозок по видам их выполнения применяются перестановки без повторений – по бизнес-классу, эконом-классу и бюджетные. При формировании расписания пассажирских поездов возможна перестановка элементов расписания (поездов) различными способами, оставляя без изменения количество поездов, но меняя только порядок их расположения в расписании:

$$Z(n) = n \cdot (n - 1) \cdot (n - 2) \cdot \dots \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = n! \quad (1)$$

Например, на направлении Минск-Гомель расписанием предусмотрено движения пассажирских поездов одного класса (допустим эконом-класса). Они отличаются только порядком следования, количеством остановок и временем прибытия на конечную станцию. Для пассажира в течение значительного периода времени рассматриваются перестановки порядка отправления поездов одинакового класса без повторений ( $Z(6) = 6! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 = 720$  вариантов). Они отра-

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

жаются в модели с соответствующими им экономическими показателями. Если включить в перевозочный процесс поезда различного класса (предположим бизнес-класса), то имеет место вариант комбинаций перестановки в модели с повторениями:

$$\overline{Z}_n(n_1, \dots, n_k) = \frac{n!}{n_1! \dots n_k!}. \quad (2)$$

При этом если среди  $n$  элементов есть  $n_1$  элементов одного вида,  $n_2$  элементов другого вида и т.д.,  $n_k$  элементов  $k$ -го вида, то имеют место перестановки с повторениями. Для тех же 6 поездов, но различного класса:

- для бизнес-класса –  $n=3, k=2, n_1=2, n_2=1$ , модель будет иметь количество повторений, равное  $\overline{Z}_3(2,1) = 3!/(2! \cdot 1!) = 6/2 = 3$ ;

- для эконом-класса  $n=10, k=6, n_1=2, n_2=3, n_3=2, n_4=n_5=n_6=1$ , модель будет иметь количество повторений, равное

$$\overline{Z}_{10}(2,3,2,1,1,1) = 10!/(2! \cdot 3! \cdot 2!) = 2 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 9 \cdot 10 = 134400$$

Для получения завершеного исследования логистики железнодорожных пассажирских перевозок и формализации элементов комбинаторики количество вариантов моделирования может быть определено как

$$M_n^k = \frac{n!}{(n-k)!}. \quad (3)$$

Для варианта, когда существует выбор из двух видов класса обслуживания пассажиров (эконом- или бизнес-класс)

$$M_n^k = \frac{6!}{(6-2)!} = 30,$$



### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

что гораздо меньше имеет вариантов для исследований. В результате при моделировании логистики железнодорожных перевозок требуется значительно меньшее количество рассматриваемых вариантов.

В дополнение к перестановкам и размещению используются сочетания, которые системно можно представить в виде экономико-технологической модели:

$$\iint_{\partial v} N_n dydz + Q_k dz dx + S_m dx dy = \iiint_v \left( \frac{\partial N}{\partial x} + \frac{\partial Q_k}{\partial y} + \frac{\partial S_m}{\partial z} \right) dx dy dz, \quad (4)$$

где  $N_n$  – технологические предложения перевозчика;  $Q_k$  – ресурсные возможности по тяговому обеспечению;  $S_m$  – инфраструктурное обеспечение [1].

Использование оптимизационных методов требует построения математической модели, которая представляет собой отражение реального технологического объекта или процесса, связанных с пассажирскими железнодорожными перевозками. Для логистики пассажирских перевозок она состоит из:

- совокупности неизвестных величин, воздействуя на которые, совершенствуется система пассажирских перевозок можно;
- целевой функции, которая позволяет выбрать наилучший вариант из множества возможных для получения оптимального решения функционально-экономических задач;
- системы ограничений, налагаемых на неизвестные величины, которые следуют из ограниченности ресурсов, которыми объект исследования располагает в рассматриваемый период времени – ресурсы могут быть материальными, трудовыми и финансовыми. Совокупность ограничений образует область допустимых решений – область экономических возможностей.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, в логистике пассажирских перевозок достаточно широко возможно использование математического аппарата теории исследования операций и элементов комбинаторики, включая:

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

– экономико-математическое моделирование в логистической системе пассажирских перевозок для принятия решений в сложных ситуациях;

– изучение взаимосвязей исследуемой системы организации пассажирских перевозок и оценку логистической эффективности их выполнения, что позволяет оценить преимущества того или иного варианта – по минимальной стоимости и (или) максимальному финансовому результату.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ходоскина, О. А. Формирование логистики железнодорожных пассажирских перевозок / О. А. Ходоскина // «Новости науки и технологий» №1(40), Мн.: Изд-во ГУ «БелИСА», 2017. – С. 11–19.

2. Кремер, Н.Ш. Исследование операций в экономике: учеб. пособие / Н.Ш. Кремер [и др.]. – М.: Юрайт, 2013. – 438 с.

Представлено 17.05.2019

УДК 656

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИКОЙ ТУРИЗМА  
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК  
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ  
FEATURES OF MANAGEMENT OF A LOGISTICS SYSTEM  
IN TOURISM LOGISTICS AT ACCOMPLISHMENT  
OF PASSENGER TRAFFIC ON A RAIL TRANSPORT

О.А. Ходоскина, канд. экон. наук, Ю.В. Анасович, студ.,  
Белорусский государственный университет транспорта,  
г. Гомель, Республика Беларусь

O. Hodoskina, Ph. D. in Economic, Y. Anasovich, Student,  
Belarusian state university of transport, Gomel, Republic of Belarus

*Аннотация.* В данной статье определена роль железнодорожного транспорта в развитии туризма в Республике Беларусь, рассмотрены понятия логистики и туризма, а также выявлена их взаимосвязь, определены основные положительные стороны при перевозке пассажиров железнодорожным транспортом.

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

*Abstract. This article defines the role of rail transport in the development of tourism in the Republic of Belarus, examines the concepts of logistics and tourism, and identifies their relationship, identifies the main positive aspects in the transport of passengers by rail.*

*Ключевые слова: туризм, логистика, железнодорожный транспорт, виды сообщений, перевозка, пассажиры.*

*Key words: tourism, logistics, rail transport, types of messages, transportation, passengers.*

## ВВЕДЕНИЕ

Железнодорожный транспорт играет важную роль в функционировании и развитии товарного рынка страны и удовлетворении потребности населения в передвижении. С помощью железнодорожного транспорта по Республике Беларусь, а также за ее пределы осуществляется перевозка пассажиров с целью туризма. Развитие туризма является одним из приоритетных направлений социально-экономического развития Республики Беларусь. Таким образом, моделирование транспортно-логистического обеспечения и управление им в туристической сфере с использованием логистики железнодорожных пассажирских перевозок является достаточно новым и малоизученным направлением в транспортной логистике. Поэтому изучение этого вопроса и его особенностей в Республике Беларусь представляется довольно актуальным. [1]

## ЛОГИСТИКА ТУРИЗМА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Применение логистики при организации пассажирских перевозок в наиболее туристически развитых странах ушло значительно вперед, в то время как в Республике Беларусь этот этап развития только начинается.

Логистика в туризме – это наука о планировании, контроле и управлении операциями, совершаемыми в процессе формирования труда, доведения готовой продукции до потребителя в соответствии с интересами и требованиями последнего, а также в процессе передачи, хранения и обработки соответствующей информации [2].

Итак, основные правила логистики находят свое применение и здесь. В первую очередь, что касается логистики пассажирских перевозок, «в

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

нужном объеме, в нужное время» переложив на специфику оказания транспортной услуги получаем перевозку пассажира в нужное время, в нужное место и с желаемым уровнем сервиса. То есть мы получаем соответствующую комбинацию технологической (принятой из форм отчетности по результатам выполнения технологических операций в пассажирских перевозках) и экономической (принятой из форм отчетности по результатам экономической деятельности в пассажирских перевозках) информации, которая должна служить для максимально качественного удовлетворения потребностей пассажира. Например, при организации и осуществлении туристической поездки турфирма (выступающая также и в качестве транспортно-логистического оператора) использует все виды транспорта, осуществляя на каждом этапе логистическую поддержку в рамках жизненного цикла данной туристической услуги. Например, для клиента, проживающего в центральной части европейского континента (Республика Беларусь) осуществляется трансфер автотранспортом (от дома) до аэропорта, осуществляется авиаперелет, затем – трансфер автомобильным или железнодорожным транспортом до посадочного терминала в порту (место посадки на круизный лайнер). И аналогично в обратном направлении. Причем при происшествии непредвиденной поломки транспортно-логистический оператор организует быструю замену транспортного средства с компенсацией потерь времени в пути. Либо при происшествии других задержек в пути – берет на себя все дополнительные издержки и формальности, связанные с оказанием транспортной услуги.

Вместе с тем, высокий уровень сервиса при оказании транспортной услуги пассажиру (или туристу) не может базироваться только на практическом (интуитивном) опыте. Поэтому в рамках теоретического развития логистики разработаны основы теории туристического продукта, определено место пассажирских перевозок в составе туристского продукта различных уровней, описаны всевозможные виды перевозок туристов, использование транспортных средств в этих целях. Вводится базовая терминология и понятийные статьи в номенклатуру расходов и транспортных рисков выполнения туристских пассажирских перевозок, особенно международного туризма.

На ряду с вышеизложенным существует устоявшееся мнение, что любая железнодорожная поездка, тем более продолжительная, – утомительна и неприятна. Трудно даже представить, что она может быть не просто перемещением из одного пункта в другой, а увлекательнейшим

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

путешествием. Однако эту истину уже давно осознали зарубежные, а с недавних пор и отечественные туроператоры и турагенты, предлагающие специализированные железнодорожные туры. На официальном сайте Белорусской железной дороги размещены предложения о железнодорожных экскурсионных турах по таким странам как Россия, Болгария и Украина.

Большинство стран мира охвачены сетью железных дорог, обеспечивающих доступность практически всех географически и исторически интересных для туристского освоения районов. Благодаря этому имеется значительный потенциал для развития и роста популярности железнодорожного туризма. Под железнодорожным туризмом понимается путешествие, совершаемое физическими лицами по железной дороге на специализированном железнодорожном транспортном средстве, продолжительностью от 24 часов до одного года либо менее 24 часов, но с ночевкой, в оздоровительных, познавательных, профессионально-деловых, религиозных и иных целях, не связанных с оплачиваемой деятельностью.

Повышение конкурентоспособности белорусского туризма на международном уровне и снижение экономического риска могут быть обеспечены лишь при использовании основополагающих теоретических и практических разработок и рекомендаций логистики. Однако, это не несет в себе никаких нововведений и не противоречит внутренней политике организации, но вносит в нее свои дополнения, выводя фирму на более высокий уровень. Логистика в туризме – это управление материальными потоками туристических предприятий, включающее рациональную организацию формирования, сбыта и организации потребления туристического продукта и сопровождения этих процессов прохождения информационных потоков.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В заключение отметим преимущества железнодорожного транспорта при осуществлении дальних туристских перевозок: большая провозная способность; возможность преодолевать большие расстояния; скорость перевозки; регулярность перевозок, независимо от погодных-климатических условий, сезона года и времени суток; возможность широкого обзора местности и комфортные условия и др.

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

Таким образом, стоит отметить основополагающую роль железнодорожного транспорта в логистической системе туризма Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ходоскина, О. А. Логистика пассажирских перевозок как объект экономико-математического моделирования / О. А. Ходоскина // Актуальные вопросы и перспективы развития транспортного и строительного комплексов: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. Ч. 2 / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д., Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. Ю.И.Кулаженко. – Гомель: БелГУТ, 2018. – С.303–304.

2. Янковенко, В.А. Логистика в туризме: учеб.-метод. пособие / В.А. Янковенко. – Минск: РИПО, 2014. – 47с.

Представлено 17.05.2019

УДК 656

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОГИСТИКИ ИНВЕСТИЦИОННОГО  
ПРОЦЕССА В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
USE OF LOGISTICS OF INVESTMENT PROCESS  
IN ACTIVITY OF RAILWAY TRANSPORT

О.А. Ходоскина, канд. экон. наук, Ю.В. Анасович, студ.,  
Белорусский государственный университет транспорта,  
г. Гомель, Республика Беларусь

O. Hodoskina, Ph. D. in Economic, Yu. Anasovich, Student,  
Belarusian state university of transport, Gomel, Republic of Belarus

*Аннотация.* В данной статье определена роль железнодорожного транспорта в развитии Республики Беларусь, рассмотрено понятие инвестиционного процесса, его этапы, взаимосвязь логистики инвестиционного процесса и деятельности железнодорожного транспорта. Рассмотрен возможный вариант использования логистики инвестиционного процесса.

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

*Abstract.* This article defines the role of rail transport in the development of the Republic of Belarus, discusses the concept of the investment process, its stages, the relationship of logistics of the investment process and railway transport activities. Considered a possible use of logistics investment process.

*Ключевые слова:* логистика, инвестиции, инвестиционный процесс, железнодорожный транспорт, виды сообщений.

*Key words:* logistics, investments, investment process, rail transport, types of messages.

## ВВЕДЕНИЕ

Транспорт является одной из базовых отраслей народного хозяйства и важнейшей составной частью производственной инфраструктуры. Основу транспортного комплекса Республики Беларусь составляет железнодорожный транспорт – единый производственно-технологический комплекс, где сочетаются территориальный, производственно-отраслевой и функциональный принципы управления.

Отдельного упоминания стоит важность роли железнодорожного транспорта при транзитных перевозках через территорию Республики Беларусь, особенно учитывая выгодное экономико-географическое положение на пути движения грузо- и пассажиропотоков с Востока на Запад, с Юга на Север и обратно.

## ЛОГИСТИКА ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЦЕССА В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Устойчивое и эффективное функционирование железнодорожного транспорта является необходимым условием стабильного развития всей экономики страны, обеспечения национальной безопасности, улучшения условий и уровня жизни населения. Другим ключевым фактором экономического и инновационного развития государства является высокая инвестиционная активность, способствующая обеспечению экономического роста и повышению благосостояния общества. Она находит свое выражение в инвестиционной деятельности логистических систем.

Применяя логистический принцип интеграции, который заключается в возможности получения синергетического эффекта, предлагается рас-

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

смотреть возможность использования логистики инвестиционного процесса в деятельности железнодорожного транспорта. Инвестиционный процесс состоит из трёх основных этапов:

- подготовительный – включает определение целей инвестирования, выбор направления и способов их реализации, выбор объектов инвестиций, которые в сила решить стоящие перед ними задачи. В завершение подписывается договор о капиталовложении.

- инвестиционный – подразумевает осуществление всех необходимых практических действий по воплощению инвестиционного проекта в жизнь. Эта стадия выражает финансирование выбранного проекта и его реализацию. В результате участники процесса получают готовый объект инвестиционной деятельности.

- эксплуатационный – непосредственное осуществление введения предприятия в использование, контроль и управление его ходом. Соблюдение всех необходимых норм и устранение возникших проблем, мешающих реализации инвестиционной идеи. Результатом его является компенсирование инвестиционных издержек и получение прибыли.

Развитие логистики инвестиционного процесса на транспорте в условиях повышенного риска, связанного с неопределенностью пассажирских перевозок и оптимизацией логистической деятельности приобретает важное значение в условиях повышенной конкуренции видов транспорта на рынке транспортных услуг. Основные направления исследования этого вида логистики следующие:

- планирование и моделирование инвестиционных проектов развития логистической инфраструктуры – построение теоретических моделей управления инвестициями в логистике при выборе оптимальных производственных программ транспортных организаций, анализ эффективности проектов создания инфраструктуры, управление оборотным капиталом при проведении закупок материальных ресурсов в логистике;

- управление логистической системой, особенно во внешнеэкономической деятельности и в логистике туризма, при выполнении пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте;

- управление логистической системой в условиях повышенного риска с использованием элементов логистической концепции управления, позволяющей обеспечить конкурентоспособность транспортным организациям. Важное значение приобретает использование новых



### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

принципов управления логистикой железнодорожных пассажирских перевозок при реформировании организаций железнодорожного транспорта – получили развитие основные аспекты деятельности специалистов-логистов, предлагаются новые инструменты не только стратегического планирования, но и повседневной оперативной практики управления логистикой.

Сегодня инвестиционная деятельность на БЖД регламентирована Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 28.04.2016 № 345 утверждена Государственная программа развития транспортного комплекса Республики Беларусь на 2016—2020 годы, которой предусмотрена подпрограмма «Развитие железнодорожного транспорта Республики Беларусь».

Основными направлениями подпрограммы являются: развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта; электрификация железнодорожных линий; приобретение тягового и моторвагонного подвижного состава; развитие пассажирских перевозок; энергосбережение и увеличение доли местных видов энергоресурсов в котельно-печном топливе; реализация мероприятий, направленных на модернизацию подвижного состава и повышение эффективности функционирования железнодорожного транспорта. Целевыми показателями по отношению к 2015 году являются: рост грузооборота – до 106,6 %; увеличение пассажирооборота – до 100,9 %; снижение потребления топлива на тягу поездов – на 15,3 %; снижение износа основных средств – до 51 %. [1]

Изучив основные направления и целевые показатели, а также существующие проблемы, следует сделать упор на инвестирование и развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта и приобретение тягового и моторвагонного подвижного состава. Данные аспекты взаимосвязаны и их совершенствование позволит достичь сразу нескольких целей: развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта, что подразумевает расширение сети железнодорожных путей, позволит увеличить охват территории для пассажироперевозок, тем самым разгрузив магистральные пути для осуществления по ним международных транзитных пассажиро- и грузопотоков. Таким образом увеличится грузо- и пассажирооборот на территории республики, а также решится проблема недостаточной развитости сети железных дорог и завышенного штата персонала всех категорий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отметим, что возможность использования логистики инвестиционного процесса в деятельности железнодорожного транспорта, базируется на логистическом принципе интеграции. Важно применение новых принципов управления логистикой железнодорожных пассажирских перевозок, где получили развитие основные аспекты деятельности специалистов-логистов, новые инструменты как стратегического планирования, так и оперативной практики управления логистикой.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Инвестиционная политика и энергосбережение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.rw.by/corporate/Republic of Belarusian\\_railway/investment\\_policy/](https://www.rw.by/corporate/Republic_of_Belarusian_railway/investment_policy/) Дата доступа: 04.05.2019 г.
2. Кучевский, Н.Г. Регулирование развития транспорта: опыт зарубежных стран и его использование в Республике Беларусь / Н.Г. Кучевский / Белорусская экономика: анализ, прогноз, регулирование. – 2006. – № 1.

Представлено 17.05.2019

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
УДК 656.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОДКИ СРЕДНЕСТАТИСТИЧЕСКИХ  
ГОДОВЫХ ПРОБЕГОВ ЛЕГКОВЫХ И ГРУЗОВЫХ  
ДТС ДЛЯ НУЖД ОЦЕНКИ  
DETERMINATION OF THE SUMMARY OF AVERAGE  
STATISTICAL ANNUAL RUNNING OF THE PULMONARY  
AND CARGO DTS FOR THE NEEDS OF ASSESSMENT

В.В. Павлова<sup>1</sup>, канд. экон. наук, доц., М.Г. Карасева<sup>1</sup>, ст. преп.,  
Е.А. Хомич<sup>2</sup>, специалист по оценке,

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>ЗАО «Центр транспортной оценки»,  
г. Минск, Республика Беларусь

V. Pavlova<sup>1</sup>, PhD in Economy, Associate Professor,

M. Karasiova<sup>1</sup>, Senior Lecturer, E. Khomich<sup>2</sup>, Evaluator,

<sup>1</sup>Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>ZAO «Centr transportnoi ocenki», Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. На основе исследования вторичного рынка легковых и частично грузовых автомобилей в Республике Беларусь были проанализированы различные категории пробегов, получена сводка среднестатистических пробегов для рассматриваемых ДТС, позволяющая повысить достоверность независимой оценки и точность расчета страховых выплат.*

*Abstract. Based on a study of the secondary market of passenger cars and partially trucks in the Republic of Belarus, various categories of runs were analyzed, a summary of the average runs for the considered TPA was obtained, which allows to increase the reliability of the independent estimate and the accuracy of calculation of insurance payments.*

*Ключевые слова: дорожно-транспортное средство (ДТС), оценочная деятельность, пробеги, категории пробегов.*

*Key words: road vehicle, estimated activity, mileage, category of mileage.*

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в условиях многочисленных изменений экономической ситуации в стране, изменчивости как внешних, так и внутренних факторов, всё более остро встаёт проблема определения действительного размера страховой выплаты, а также получение достоверных значений независимой оценки транспортных средств. Существует огромное количество разных факторов, влияющих на рыночную стоимость транспортного средства. Одним из важнейших факторов является его режим интенсивности эксплуатации.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОДКИ СРЕДНЕСТАТИСТИЧЕСКИХ ГОДОВЫХ ПРОБЕГОВ

Среднестатистический пробег определяется в соответствии с категорией пробега по таблице среднестатистических пробегов автомобилей, эксплуатируемых в Республике Беларусь, размещённой в информационных справочниках.

Для определения нормативного пробега, существует показатель «категория пробега». Это условная величина, которая устанавливается производителем в зависимости от среднестатистического пробега автомобиля, его ресурса, надёжности и грузоподъёмности. Категория пробега определяется согласно справочникам.

Был исследован вторичный рынок различных категорий пробегов и частично грузовых автомобилей. Поиск информации осуществлялся на белорусских интернет ресурсах [abw.by](http://abw.by) и [av.by](http://av.by), на которых представлены предложения по продаже легковых автомобилей. За основу исследования был взят вторичный рынок легковых автомобилей различных категорий пробега, бортовых грузовых автомобилей, седельных тягачей и самосвалов. Рассчитанные значения среднегодовых пробегов для каждого из выбранных автомобилей соответствующей категории были обработаны, сгруппированы и сведены в общие таблицы.

Полученная выше информация о средних величинах пробегов для различных категорий пробега транспортных средств позволила сформировать окончательную единую таблицу среднегодовых пробегов исследуемых транспортных средств (таблица 1). Используя исследуемые данные была оформлена диаграмма сравнения пробегов различных автомобильных марок (рисунок 1).

## Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

Нормативные пробеги, рассчитанные по данным современного белорусского рынка представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Среднегодовые пробеги исследуемых транспортных средств

Категория пробега	Среднегодовой пробег, км
*.1 -.2	17 190
*.3	20 270
*.4	21 930
*.6	28 630
Бортовые грузовые автомобили свыше 3,5 тонн	49 000
Седельные тягачи	105 000
Самосвалы	30 000

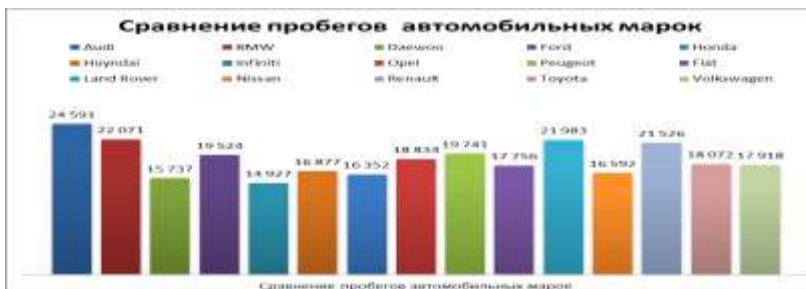


Рисунок 1 – Сравнение среднегодовых пробегов различных автомобильных марок

Таблица 2 – Нормативный пробег транспортного средства

Категория пробега	Возраст транспортного средства, лет											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2,1	14910	29830	44740	59650	74570	89480	104390	119310	134220	149130	164050	178960
2,2	18720	37450	56170	74890	93610	112340	131060	149780	168500	187230	205950	224670
3,2	17320	34630	51950	69270	86580	103900	121220	138530	155850	173170	190490	207800
3,3	15140	30280	45420	60570	75710	90850	105990	121130	136270	151410	166550	181700
4,2	17820	35640	53460	71280	89100	106920	124740	142570	160390	178210	196030	213850
4,3	20040	40070	60110	80150	100180	120220	140260	160300	180330	200370	220410	240440
5,3	21470	42950	64420	85900	107370	128840	150320	171790	193260	214740	236210	257690
5,4	22700	45400	68100	90800	113500	136200	158900	181600	204290	226990	249690	272390
6,3	24410	48820	73230	97630	122040	146450	170860	195270	219680	244080	268490	292900
6,6	28630	57260	85890	114510	143140	171770	200400	229030	257660	286290	314910	343540
категория пробега	Возраст транспортного средства, лет											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2,1	193870	208790	223700	238610	253520	268440	283350	298260	313180	328090	343000	357920
2,2	243390	262120	280840	299560	318280	337010	355730	374450	393180	411900	430620	449340
3,2	225120	242440	259750	277070	294390	311700	329020	346340	363650	380970	398290	415600
3,3	196840	211980	227120	242260	257400	272550	287690	302830	317970	333110	348250	363390
4,2	231670	249490	267310	285130	302950	320770	338590	356410	374230	392050	409870	427700
4,3	260480	280520	300550	320590	340630	360670	380700	400740	420780	440810	460850	480890
5,3	279160	300630	322110	343580	365050	386530	408000	429480	450950	472420	493900	515370
5,4	295090	317790	340490	363190	385890	408590	431290	453990	476690	499390	522090	544790
6,3	317510	341720	366130	390530	414940	439350	463760	488170	512580	536990	561390	585800
6,6	372170	400800	429430	458060	486690	515310	543940	572570	601200	629830	658460	687090

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После проведения исследования белорусского рынка были определены среднегодовые пробеги легковых и грузовых ДТС, на основе которых можно говорить об анализе влияния различных факторов на пробег:

- влияние автомобильной марки на пробег автомобиля;
- зависимость возраста от пробега ТС.

Представленный анализ может стать основой для внедрения среднегодовых пробегов легковых и грузовых ДТС в практику оценочной деятельности, так как на данный момент при определении перепробегов и недопробегов транспортного средства используются нормативные пробеги из справочников, которые неактуальны к условиям вторичного рынка легковых автомобилей Республики Беларусь по состоянию на период проведения исследований. А это приводит к искажению расчета страховых выплат.

## ЛИТЕРАТУРА

1. О.С. Назаров Оценка рыночной стоимости машин и оборудования / О.С. Назаров // под ред. Э.А. Третьякова; Дело. -: Москва, 1998.
2. Дронов П. В. Методика оценки машин и оборудования / Дронов П. В // Дело. – Москва, 2005.
3. Государственный стандарт Республики Беларусь «СТБ 52.0.02–2011 Оценка стоимости объектов гражданских прав. Термины и определения»;
4. А.П. Ковалев, А.А. Оценка стоимости машин, оборудования и транспортных средств / А.П. Ковалев // Учебник / Интерреклама. – Москва, 2003.

Представлено 10.05.2019

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
УДК 656.13.072

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕГУЛЯРНОСТЬ  
ДВИЖЕНИЯ НАЗЕМНОГО ГОРОДСКОГО  
МАРШРУТИЗИРОВАННОГО ТРАНСПОРТА  
MAIN FACTORS INFLUENCING THE REGULARITY OF MOVE-  
MENT OF GROUND-WIDE CITY ROAD TRANSPORT

С.П. Якубович, асп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
S. Yakubovich, Post-graduate,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Описан ряд основных факторов, оказывающих наибольшее влияние на обеспечение регулярности движения наземного городского маршрутизированного транспорта.*

*Abstract. A number of main factors are described that have the greatest influence on ensuring the regularity of movement of the urban transport.*

*Ключевые слова: маршрутизированный транспорт, регулярность движения, пассажиры.*

*Key words: routed transport, regularity of movement, passengers.*

## ВВЕДЕНИЕ

Обслуживание пассажиров наземным городским маршрутизированным транспортом (далее – НГМТ) организуется с обязательным соблюдением регулярности движения транспортных средств (далее – ТС). Обычно движение на городских маршрутах считается регулярным, если интервалы следования ТС соответствуют расписанию и соблюдаются равными на всем протяжении маршрута. Население уверено в надежной работе НГМТ. Регулярность движения является одним из наиболее важных показателей качества работы перевозчика и меры по ее поддержанию на высоком уровне рассматривают как один факторов повышения качества транспортного обслуживания населения.

## ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕГУЛЯРНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Теоретические исследования и практический опыт работы на городских маршрутах показывают, что при регулярном движении значительно улучшает качество обслуживания пассажиров за счет более равномерного распределения пассажиров между всеми ТС работающими на маршруте и, наоборот, при нерегулярном движении качество обслуживания пассажиров ухудшается, так как интервалы не выдерживаются и ТС распределяются по маршруту неравномерно вследствие чего часть из них перегружена, пассажиры отказываются от поездки на короткие расстояния, и перевозчик не добирает часть выручки от продажи билетов. Нерегулярность движения и неравномерная загрузка ТС вызывает повышенные затраты времени на посадку и высадку пассажиров отдельными ТС на одних и тех же остановочных пунктах, чем создаются задержки ТС при подъездах к ним, нарушается режим вождения ТС, повышается расход топлива и снижается эксплуатационная скорость ТС.

На регулярность движения НГМТ оказывает влияние ряд основных организационно-технических факторов.

### 1. Расписание движения и его выполнение.

Залог регулярности движения НГМТ – составление обоснованного расписания движения ТС на маршрутах перевозок пассажиров и точность его соблюдения всеми без исключения водителями ТС. Небольшие отклонения от расписания движения НГМТ, связанные с общими нарушениями уличного движения (задержки у светофоров, непредвиденные остановки и др.), неизбежен и чем крупнее город, тем напряженнее улично-дорожное движение и выше вероятность задержек. Возможность задержек предусмотрена в Республике Беларусь на законодательном уровне. Согласно Правилам автомобильных перевозок пассажиров (п. 227) и Правилам перевозок пассажиров городским электрическим транспортом (п. 47) при выполнении городских и пригородных перевозок пассажиров в регулярном сообщении НГМТ допустимы отклонения от расписания движения от -3 до +5 минут. [1, 2]

Основой для составления расписания движения служат сведения о сложившихся либо проектируемых пассажиропотоках на маршру-



### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

тах. Они обуславливают выбор типа ТС и организацию его движения, являются основой для определения интервала и частоты движения ТС по часам суток и направлениям (прямое-обратное). Выбор типа ТС для определенного пассажиропотока должен производиться не только из соображений экономической целесообразности, но и с учетом обеспечения приемлемого интервала как с точки зрения качества обслуживания пассажиров, так и с точки зрения организации движения.

#### 2. Трасса маршрута.

При выборе трассы маршрута должны рассматриваться варианты, обеспечивающие наименьшее время простоя ТС на ж/д переездах и сложных перекрестках, и прохождение трассы по благоустроенным улицам населенного пункта. Протяженность самого маршрута играет немаловажную роль, установлено, что чем длиннее маршрут, тем ниже степень регулярности движения на нем. Возрастает вероятность задержек движения, при этом любая задержка неизбежно влечет за собой нарушение графика движения ТС по всему маршруту.

#### 3. Время рейса на маршруте.

Одним из основных мероприятий по улучшению транспортного обслуживания населения является снижение затрат времени пассажира на передвижение. Оно может быть достигнуто за счет повышения скоростей сообщения НГМТ и уменьшения времени рейса. Время рейса состоит из времени движения и времени простоев на промежуточных пунктах. [3] Время движения определяется с учетом требований Правил дорожного движения (ПДД) и обеспечения безопасности перевозок. Время рейса может быть установлено как с запасом времени в часы пик, так и при нормальных условиях улично-дорожного движения, т.е. без учета задержек.

#### 4. Условия движения на маршруте.

Регулярность движения ТС может нарушаться из-за изменений условий, при которых время движения, заданное в расписании, обеспечить не представляется возможным. Это могут быть: внезапное ухудшение погодных условий, спонтанное повышение интенсивности и плотности транспортного потока, заторы вследствие нарушения работы светофоров или ДТП, проведение работ по ремонту и благоустройству улично-дорожной сети и т.п. Огромное влияние на снижение степени регулярности движения на маршруте оказывают

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

дорожные условия: неудовлетворительное состояние проезжей части; наличие значительного количества искусственных неровностей; снижение сцепных качеств дорожного покрытия; наличие примыканий необустроенных улиц и дорог, приводящие к интенсивному загрязнению дорожного полотна главной дороги; наличие нерегулируемых перекрестков и ограниченная видимость на них из-за размещения стоянок автомобилей на проезжей части улиц; отсутствие тротуаров; наличие пересечений в одном уровне с железнодорожными путями; применение светофорного регулирования и технических средств организации дорожного движения без учета приоритета НГМТ; недостаточное освещение улиц в темное время суток.

Значительное влияние на регулярность движения оказывает обрудование остановочных пунктов и их пропускная способность. Вследствие недостаточной пропускной способности остановочного пункта и нарушения расписания перевозчиком на таком остановочном пункте будут скапливаться пассажиры, что значительно увеличит время посадки-высадки, при этом недостаточная длина или отсутствие посадочной платформы не позволит одновременно обслуживать несколько ТС, что в конечном итоге может привести к нарушению расписания и регулярности движения на нескольких маршрутах.

#### 5. Техническое состояние ТС.

Неудовлетворительное состояние ТС приводит к внезапному и серьезному нарушению регулярности движения. Несвоевременный или неполный выпуск ТС на маршруты и простои их на маршруте из-за неисправностей увеличивают интервалы движения и ухудшают регулярность движения. Основной причиной невыполнения запланированного количества рейсов является техническая неисправность ТС. Принимаемые при этом оперативные меры диспетчерского регулирования лишь незначительно исправляют ситуацию.

#### 6. Диспетчерское управление.

Обеспечение регулярности движения в немалой степени зависит от работы диспетчерской службы. Ее деятельность ориентирована на поддержание высокой регулярности движения ТС на всем протяжении маршрута. Для обеспечения высокой степени регулярности движения на НГМТ важны степень подготовки и опыт работы диспетче-

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

ров, так как недостаточные квалификация и требовательность работников диспетчерской службы отрицательно влияют на качество управления движением ТС на маршрутах.

Регулярность движения в огромной степени зависит от наличия технических средств связи и контроля. Так, например, в г. Пинске диспетчерское управление работой ТС на маршрутах города осуществляется с помощью автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) «Азимут-2». Контроль и оперативное управление работой автобусов на городских маршрутах с учетом рекомендаций АСДУ осуществляется центральной диспетчерской ОАО «Пинский автобусный парк», расположенной в главном корпусе на территории автобусного парка, и четырьмя диспетчерскими пунктами, расположенными на конечных пунктах городских маршрутов. Диспетчерские пункты размещены в приспособленных сооружениях постоянного и временного типа, на территориях, прилегающих к диспетчерским пунктам, оборудованы площадки для межрейсового отстоя автобусов. Такая организация диспетчерского управления позволяет обеспечивать величину коэффициента выполнения рейсов на маршрутной сети на уровне 0,998, а коэффициента регулярности движения – 0,95. Указанные величина коэффициентов свидетельствует о высокой степени устойчивости функционирования маршрутной сети [4].

#### 7. Водители ТС.

Важнейшей составляющей в степени повышения регулярности движения на НГМТ является роль водительского состава. Только профессиональное мастерство, квалификация и опыт водителя позволяют в полной мере использовать все технические возможности современных ТС.

Организация труда и отдыха водителей чрезвычайно важна для обеспечения выполнения расписания и поддержания регулярности движения на высоком уровне. При этом продолжительность рабочего дня водителя должна отвечать требованиям законодательства. Наиболее благоприятным режимом труда в большинстве стран признан восьмичасовой рабочий день при пятидневной рабочей неделе. Основа рационального режима – это правильное чередование работы и отдыха. Для обеспечения высокой работоспособности водителей

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

им должны предоставляться перерывы для отдыха и питания, а также дополнительные специальные перерывы для отдыха от управления.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Степень регулярности движения на маршрутах перевозок пассажиров является одним из наиболее важных показателей качества работы перевозчика на маршрутах НГМТ и меры по ее поддержанию на высоком уровне рассматриваются как один из параметров качества транспортного обслуживания населения. При обеспечении высокой степени регулярности движения значительно улучшается качество обслуживания пассажиров за счет более равномерного распределения пассажиров между всеми ТС, работающими на маршруте и, наоборот, при низкой регулярности движения качество обслуживания пассажиров ухудшается, так как интервалы не выдерживаются и ТС распределяются по маршруту неравномерно, пассажиры отказываются от поездки на короткие расстояния, и перевозчик не добывает часть выручки от продажи билетов. На степень регулярности движения на НГМТ оказывает влияние ряд основных факторов: расписание движения, время рейса, условия движения, техническое состояние ТС, диспетчерское управление, квалификация и опыт водителей ТС, а также обеспечение режима их труда и отдыха.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Правила автомобильных перевозок пассажиров (в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь от 31.08.2018 № 636).
2. Правила перевозок пассажиров городским электрическим транспортом (утверждены постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22.11.2014 № 1088).
3. Перевозки грузов и пассажиров автомобильным транспортом. Термины и определения: СТБ 1487-2004. – Минск: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2004. – 29 с.
4. Отчет о НИР «Исследование и разработка предложений по совершенствованию маршрутной сети городского пассажирского транспорта города Пинска», № гос.рег. 20170893 / БелНИИТ «ТРАНСТЕХНИКА», 2017.

Представлено 10.05.2019

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
УДК 656.13.072

ОЦЕНКА РЕГУЛЯРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НАЗЕМНОГО  
ГОРОДСКОГО МАРШРУТИЗИРОВАННОГО ТРАНСПОРТА  
EVALUATION OF THE REGULARITY OF MOTION  
OF GROUND-TERM CITY ROUTED TRANSPORT

С.П. Якубович, асп., В.Н. Седюкевич, канд.техн.наук, доц.  
Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

S.Yakubovich, Post-graduate,

U. Sedziukevich, Ph.D. in Engineering, Associate professor  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Предложены и обоснованы новые подходы при использовании показателя регулярности движения для оценки качества работы наземного городского маршрутизированного транспорта.*

*Abstract. Proposed and justified new approaches in application of the index of regularity of movements to assess the quality of surface public transport routed.*

*Ключевые слова: маршрутизированный транспорт, регулярность движения, пассажиры.*

*Key words: routed transport, regularity of movement, passengers.*

## ВВЕДЕНИЕ

Поддержание регулярности движения пассажирских транспортных средств (ТС) по наземным городским маршрутам создает у населения уверенность в своевременности и точности осуществления ими поездки, чем оказывает положительное влияние на оценку пассажирами качества работы наземного городского маршрутизированного транспорта и транспортного обслуживания населения. Однако методология оценки регулярности движения, основанная на сопоставлении отклонений фактического времени перемещения транспортных средств от заложенного в расписании, не отражает действительного характера движения. Меры по поддержанию регулярности движения необходимо рассматривать как один из факторов повышения качества транспортного обслуживания.

## ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РЕГУЛЯРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Правилами перевозок пассажиров [1] определено, что автомобильный перевозчик при выполнении автомобильных перевозок пассажиров обязан своевременно подавать транспортное средство и обеспечивать перевозку пассажиров в регулярном сообщении при городских и пригородных автомобильных перевозках пассажиров – не ранее чем за 3 мин и не позже чем на 5 мин относительно времени по расписанию движения. Таким образом, регулярность движения может быть оценена отношением количества рейсов, выполненных точно по расписанию (или с допустимыми отклонениями) к общему количеству рейсов.

Коэффициент регулярности движения является показателем, принятый в транспортной практике для количественной оценки регулярности движения [2].

В общем случае коэффициент регулярности движения на маршруте  $k_{рд}$  может быть рассчитан по формуле:

$$k_{рд} = N_p / N_{пл}, \quad (1)$$

где  $N_p$  – количество рейсов, выполненных на маршруте по расписанию с допустимыми отклонениями;  $N_{пл}$  – количество рейсов по плану на маршруте.

В случае если коэффициент регулярности движения определяется для группы маршрутов или в целом по маршрутной сети  $k_{рдс}$ , то он может быть рассчитан по формуле:

$$k_{рдс} = \sum_{i=1}^s N_{pi} / \sum_{i=1}^s N_{пли}, \quad (2)$$

где  $N_{pi}$  – количество рейсов, выполненных на  $i$ -ом маршруте по расписанию с допустимыми отклонениями группы маршрутов или на маршрутной сети;  $N_{пли}$  – количество рейсов по плану на  $i$ -ом маршруте группы маршрутов или на маршрутной сети;  $s$  – общее количество маршрутов в группе или на маршрутной сети.

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

На практике также применяется другой подход к определению регулярности движения [3] – по коэффициенту регулярности выполненных рейсов на маршруте  $k_{рдф}$ . Коэффициент  $k_{рдф}$  определяется отношением количества рейсов, выполненных с допустимыми отклонениями от расписания к фактическому количеству выполненных рейсов:

$$k_{рдф} = N_p / N_{фр}, \quad (3)$$

где  $N_{фр}$  – фактическое количество выполненных рейсов на маршруте.

В случае если показатель регулярности движения определяется для группы маршрутов или в целом по маршрутной сети  $k_{рдфс}$ , то он может быть рассчитан по формуле аналогичной приведенной выше (формула (2)) с учетом того, что в знаменателе формулы должно быть количество фактически выполненных рейсов на  $i$ -ом маршруте группы маршрутов или маршрутной сети.

Вышеприведенные показатели регулярности движения ТС при перевозках пассажиров применяются для оценки работы водителей и перевозчиков, а также для оценки качества обслуживания пассажиров при перевозках на маршрутах по расписанию, доводимому до пассажиров.

### **ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ВАРИАНТЫ ОЦЕНКИ РЕГУЛЯРНОСТИ ДВИЖЕНИЯ**

Подходы, используемые при оценке показателя регулярности движения, имеют немаловажное значение. Кроме расчетных методов определения коэффициента регулярности движения значение указанного коэффициента на конкретном маршруте можно получить по данным контроля. При различных вариантах организации контроля регулярности движения один и тот же рейс может быть зафиксирован как выполненный по расписанию, так и с его нарушением. Контроль регулярности движения может быть организован: только на одном (начальном, конечном или промежуточном) пункте маршрута; на двух (начальном и конечном) пунктах маршрута; на начальном, конечном и одном или нескольких (в зависимости от протяженности маршрута) промежуточных пунктах (контрольных точках). Чем

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

больше пунктов контроля регулярности движения, тем точнее контроль и тем сложнее для водителя ТС соблюдать расписание движения.

Необходимо учитывать, что при обслуживании маршрутной сети населенного пункта могут сложиться различные ситуации, при которых план перевозок по отдельным маршрутам не выполняется, например, ТС вообще не выходит в запланированный рейс из-за длительных заторов на улично-дорожной сети, из-за поломки ТС или внезапной болезни водителя без возможности его замены и т.п. При этом фактически выполненные рейсы выполнены точно по расписанию или с допустимыми отклонениями. В такой ситуации о качестве транспортного обслуживания населения говорить не приходится, несмотря на то, что коэффициент регулярности движения может приближаться к максимальному значению по показателю, рассчитанному по формуле (3). Для объективной оценки качества работы пассажирского транспорта помимо показателя регулярности движения важным является показатель, позволяющий учесть степень выполнения плана перевозок. Таким показателем, может быть коэффициент выполнения рейсов  $k_{\text{вып}}$ , рассчитываемый по формуле:

$$k_{\text{вып}} = N_{\text{ф}} / N_{\text{пл}}, \quad (4)$$

где  $N_{\text{ф}}$  – количество рейсов, фактически выполненных на маршруте.

Коэффициент выполнения рейсов  $k_{\text{вып}}$  определяет оценку работы перевозчиков, а также качество обслуживания пассажиров при перевозках на маршрутах по установленному интервалу, доводимому до пассажиров. При снижении  $k_{\text{вып}}$  не обеспечивается провозная возможность на маршруте, возникают отказы пассажирам в услуге из-за превышения вместимости транспортного средства и возрастает время ожидания пассажирами поездки из-за увеличения до двух и даже более раз интервалов движения транспортных средств при срыве предыдущего планового рейса.

Автоматизация диспетчерского управления перевозками пассажиров – использование перевозчиками или операторами пассажирских перевозок автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) позволяет применять более объективные показатели



*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

для оценки регулярности движения транспортных средств, как по отдельным маршрутам, так и по группам маршрутов и в целом по маршрутной сети.

Перевозки пассажиров наземным городским маршрутизированным транспортом могут быть организованы по расписанию и по установленному интервалу движения.

Для оценки регулярности перевозок пассажиров по расписанию предлагается использовать:

- среднее значение отклонения (оценка математического ожидания отклонения)  $\Delta t_{\text{cp}}$  от расписания по всем контрольным пунктам;
- среднее значение превышения допускаемых отклонений от расписания (оценка математического ожидания превышения допускаемого отклонения)  $\Delta t_{\text{cnp}}$  по всем контрольным пунктам в случаях, когда имело место превышение допускаемого отклонения от расписания;
- значение коэффициента регулярности движения по расписанию  $k_{\text{np}}$ ;
- значение среднеквадратического (стандартного) отклонения превышений допускаемых отклонений от расписания  $S_{\text{np}}$ .

Фактические значения показателей  $\Delta t_{\text{cp}}$ ,  $\Delta t_{\text{cnp}}$ ,  $k_{\text{np}}$  и  $S_{\text{np}}$  рассчитываются по формулам:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta t_{\text{pi}} ; \quad (5)$$

$$\Delta t_{\text{cnp}} = \frac{1}{n_{\text{n}}} \sum_{i=1}^n \Delta t_{\text{np}i} ; \quad (6)$$

$$k_{\text{np}} = n_{\text{n}} / n ; \quad (7)$$

$$S_{\text{np}} = \sqrt{\frac{1}{n_{\text{n}}-1} \sum_{i=1}^{n_{\text{n}}} (\Delta t_{\text{np}i} - \Delta t_{\text{cnp}})^2} , \quad (8)$$

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

где  $\Delta t_{cpi}$  – значение отклонения от установленного момента времени прохождения ТС контрольного пункта по расписанию, зарегистрированное в контрольном пункте ( $i$  - е отклонение),  $\Delta t_{cpi} \geq 0$ ;

$\Delta t_{при}$  – значение превышения допустимого отклонения от установленного момента времени прохождения контрольного пункта по расписанию, зарегистрированное в контрольном пункте ( $i$  - е превышение допусаемого отклонения),  $\Delta t_{при} \geq 0$ ;

$n$  – общее число зарегистрированных случаев контроля выполнения расписания движения ТС во всех контрольных пунктах;

$n_{п}$  – общее число случаев превышения допустимого отклонения от установленного расписания движения ТС по зарегистрированным случаям контроля во всех контрольных пунктах.

При выполнении перевозок по установленному интервалу движения, регулярность перевозок предлагается оценивать по значению среднего превышения (математического ожидания превышения)  $\Delta t_{ин}$  интервала движения ТС на маршруте от установленного, значению коэффициента регулярности движения по интервалу  $k_{ри}$  и средне-квадратическому (стандартному) отклонению  $S_{пн}$  превышений установленных интервалов движения ТС.

Степень отклонения фактических интервалов движения на маршруте от установленных в определенной степени оценивается коэффициентом  $k_{вып}$ . При  $k_{вып} = 1$  значение оценки математического ожидания интервалов движения ТС на маршруте приближается к среднему плановому значению.

Фактические значения показателей  $\Delta t_{ин}$ ,  $k_{ри}$  и  $S_{пн}$  определяются по формулам:

$$\Delta t_{ин} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m_n} \Delta t_{иi} ; \quad (9)$$

$$k_{ри} = m_{п} / m ; \quad (10)$$

$$S_{пн} = \sqrt{\frac{1}{m_{п}-1} \sum_{i=1}^{m_n} (\Delta t_{иi} - k_{ри} \Delta t_{ин})^2} , \quad (11)$$

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

где  $\Delta t_{ni}$  – превышение значения фактического интервала движения ТС над установленным, зарегистрированное в контрольном пункте ( $i$  – значение превышения интервала движения ТС),  $\Delta t_{ni} \geq 0$  (при отсутствии превышения  $\Delta t_{ni} = 0$ );

$m$  – общее число зарегистрированных значений интервалов движения ТС во всех контрольных пунктах;

$m_{\text{п}}$  – общее число случаев превышения установленного интервала движения ТС, зарегистрированных во всех контрольных пунктах.

Таким образом, степень регулярности движения ТС при перевозках пассажиров наземным городским маршрутизированным транспортом рекомендуется оценивать следующими показателями:

1) при выполнении перевозок на маршрутах по расписанию, доводимому до пассажиров, показателями  $\Delta t_{\text{ср}}$ ,  $\Delta t_{\text{спр}}$ ,  $k_{\text{пр}}$  и  $S_{\text{пр}}$ ;

2) при выполнении перевозок по установленному интервалу, доводимому до пассажиров, показателями  $k_{\text{вып}}$ ,  $\Delta t_{\text{ин}}$ ,  $k_{\text{ри}}$  и  $S_{\text{пи}}$ .

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из показателей, позволяющих наиболее объективно оценить качество работы наземного городского маршрутизированного транспорта, является регулярность движения. Однако методология оценки регулярности движения, основанная на сопоставлении отклонений фактического времени перемещения транспортных средств от заложенного в расписании, не отражает действительного характера движения.

Для оценки регулярности перевозок пассажиров при организации движения ТС по расписанию предлагается использовать: среднее значение отклонения  $\Delta t_{\text{ср}}$  от расписания по всем контрольным пунктам; среднее значение превышения допускаемых отклонений от расписания  $\Delta t_{\text{спр}}$  по всем контрольным пунктам в случаях, когда имело место превышение допускаемого отклонения от расписания; значение коэффициента регулярности движения по расписанию  $k_{\text{пр}}$ ; значение среднеквадратического отклонения превышений допускаемых отклонений от расписания  $S_{\text{пр}}$ .

При выполнении перевозок по установленному интервалу движения, регулярность перевозок предлагается оценивать по значению среднего превышения  $\Delta t_{\text{ин}}$  интервала движения ТС на маршруте от

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

установленного, значению коэффициента регулярности движения по интервалу  $k_{ри}$  и среднеквадратическому отклонению  $S_{пи}$  превышений установленных интервалов движения ТС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила автомобильных перевозок пассажиров (в редакции постановления Совета Министров Республики Беларусь 31.08.2018 № 636).

2. Спирин И.В. Перевозки пассажиров городским транспортом: Справочное пособие. – М: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 413 с.: ил.

3. Отчет о НИР «Исследование и разработка предложений по совершенствованию маршрутной сети городского пассажирского транспорта города Пинска», № гос.рег. 20170893 / БелНИИТ «ТРАНСТЕХНИКА», 2017.

Представлено 10.05.2019

УДК 656.086

ОЦЕНКА ОРГАНИЗОВАННОСТИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ  
ASSESSMENT OF ORDERLINESS OF ROAD SAFETY  
REGIONAL SYSTEMS IN REPUBLIC OF BELARUS

А.И. Петров, канд. техн. наук, доц.,  
Тюменский индустриальный университет,  
г. Тюмень, Российская Федерация  
A. Petrov, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation

*Аннотация.* В статье представлены результаты расчета величин относительной энтропии (2018) – характеристики системной организованности – для региональных систем обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь.

*Abstract.* Results of calculation of relative entropy (2018) – characteristics of system orderliness – for the road safety regional systems in Belarus Republic are presented in article.

## *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

*Ключевые слова:* безопасность дорожного движения, дорожно-транспортная аварийность, Республика Беларусь, регионы, организованность, информационная энтропия, относительная энтропия, результаты оценки.

*Key words:* road safety, road accident rate, Republic of Belarus, regions, orderliness, information entropy, relative entropy, results of assessment.

## ВВЕДЕНИЕ

Оценивать качество управления человеко-техническими системами корректно и без субъективизма весьма сложно. Особенно это касается систем сложных, с множеством системных связей. Транспортные системы относятся к их числу. Характеристик функционирования транспортных систем – множество, а факторов, влияющих на их состояние еще больше. В этой связи поиск и последующее использование некой универсальной характеристики состояния системы является важной задачей и решение ее сулит весьма широкие перспективы.

## ПОНЯТИЕ ОРГАНИЗОВАННОСТИ СИСТЕМНЫХ ПРОЦЕССОВ

В Тюменском индустриальном университете разработана теория организованности систем обеспечения безопасности дорожного движения (БДД) [1, 2, 3, 4] и соответствующее методическое обеспечение по расчету относительной энтропии  $H_n$ , как характеристики этой организованности.

Под организованностью понимается некое свойство системы, идентифицирующее результат практической реализации действия совокупности правил, запретов, структурирующих систему и ограничивающих свободу её изменений. Если проще, то это система ограничений, способствующая снижению уровня хаоса в системе, что снижает вероятность проявления конфликтов всех видов и, соответственно, частоту негативных проявлений этих конфликтов на физическом уровне.

Применительно к сфере безопасности дорожного движения (БДД), организованность это «степень жесткости» управления процессом функционирования транспортной системы, некая «стро-

### Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»

гость», некая характеристика «степени свободы» элементов транспортной системы. Чем выше организованность, тем ниже уровень хаоса в системе и наоборот. Из определения становится понятным, что характеристиками оценки организованности систем обеспечения БДД могут быть как относительная энтропия  $H_n$ , так и ее обратная величина негэнтропия  $(1 - H_n)$  [5].

## МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ И ДАННЫЕ

Научное наполнение и конкретные методики оценки организованности человеко-технических систем (на примере систем обеспечения БДД) ранее рассмотрены в работах [1, 2, 3, 4], в связи с чем в данной статье представлены лишь результаты оценки Относительной энтропии  $H_n$  систем обеспечения БДД в регионах Республики Беларусь (2018 гг.). Главное, что надо отметить в рамках данных тезисов, методика основана на использовании основ теории информации К. Шеннона [6, 7] и причинно-следственного механизма информационной трансформации в рамках цепочки «Население» – «Парк транспортных средств» – «Дорожно-транспортные происшествия (ДТП)» – «Число пострадавших в ДТП» – «Число погибших в ДТП» [1].

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В таблице 1 приведена статистика, необходимая для расчета относительной энтропии систем обеспечения БДД в регионах Беларуси.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета организованности региональных систем обеспечения БДД в Республике Беларусь

Области Республики Беларусь (РБ)	Численные значения (2018)				
	Население, тыс. чел.	Парк транспортных средств, ед.	Число ДТП, ед.	Число пострадавших в ДТП, чел.	Число погибших в ДТП, чел.
1	2	3	4	5	6
Брестская	1380,3	481736	516	639	91
Витебская	1171,6	383031	332	397	66
Гомельская	1409,9	412027	409	498	73
Гродненская	1039,3	396580	341	439	58
г. Минск	1992,7	672418	498	562	29
Минская	1428,5	513560	784	1033	173

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Могилевская	1052,9	327619	426	536	58
Итого по РБ	9475,2	3186971	3306	4104	548

Примечание. Представленные данные получены путем аппроксимации на годовой интервал данных по итогам 9 месяцев 2018 г. [<http://dtpgazeta.by/statistika-2/>] и, возможно, несколько (но незначительно) отличаются от официальных.

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ЭНТРОПИИ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БДД

В таблице 2 приведены результаты расчета таких характеристик организованности систем обеспечения БДД, как энтропия  $H$  и относительная энтропия  $H_n$  для каждой области Республики Беларусь и для страны в целом. Наиболее организованной, среди других, является региональная система обеспечения безопасности дорожного движения Витебской области ( $H_n = 0,630$ ). Напротив, худшей с позиций организованности, является система обеспечения безопасности дорожного движения Могилевской области ( $H_n = 0,682$ ). Рассматривая вопрос о рациональном уровне организованности систем обеспечения БДД надо отметить, что на этот счет до сих пор не сформировалось четкое понимание. Философия дуальности подразумевает, что в нашем мире всегда есть место как порядку, так и хаосу. С позиции оценки организованности системы важно соотношение между ними.

Философски соотношение между хаосом, характеристикой которого является энтропия  $H_n$  и порядком, оцениваемым негэнтропией ( $1 - H_n$ ), наверное, можно оценивать через «золотое сечение», равное 0,618. Очевидно, что порядка в высокоорганизованной системе должно быть больше (0,618), чем хаоса ( $1 - 0,618 = 0,382$ ), т.е. значение  $H_n$  для идеально высокоорганизованной системы должно быть на уровне 0,382.

Как установлено в результате анализа статистики дорожно-транспортной аварийности в регионах Республики Беларусь, относительная энтропия  $H_n$  региональных систем обеспечения БДД находится в диапазоне 0,630–0,682. Казалось бы, до желаемого уровня  $H_n =$

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

0,382 далеко, однако все познается в сравнении. К примеру, в Российской Федерации относительная энтропия систем обеспечения БДД  $H_p$  в последние годы (2016–2018 гг.) находится в диапазоне 0,727–0,732. Таким образом, в сфере организованности систем обеспечения БДД Республика Беларусь в целом и ее отдельные регионы в частности находятся на более высоком уровне, чем Российская Федерация.

Таблица 2 – Результаты расчета характеристик организованности систем обеспечения БДД в регионах Республики Беларусь

Области Республики Беларусь (РБ)	Расчетные значения информационной энтропии региональных систем обеспечения БДД в РБ (2018)	
	Энтропия $H$	Относительная энтропия $H_p$
Брестская	0,898	0,648
Витебская	0,874	0,630
Гомельская	0,910	0,656
Гродненская	0,891	0,643
г. Минск	0,912	0,658
Минская	0,918	0,662
Могилевская	0,945	0,682
Итого по РБ	0,907	0,654

## ОБЪЯСНЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Конечно, важно понимать, за счет чего в Республике Беларусь удается обеспечивать более высокий уровень организованности систем обеспечения БДД по сравнению с Россией. У автора под влиянием трудов М.Я. Блинкина [8] сложилось мнение о весьма существенном влиянии на изучаемые процессы институциональных особенностей организации общественной жизни. Известно, что Индекс Джини, как характеристика расслоения общества по признаку финансовой и материальной обеспеченности, в Республике Беларусь составляет всего 0,26, в то время как для России этот показатель достигает почти 0,42 [9]. А это значит, что в Республике Беларусь значительно более здоровая общественная атмосфера, более благожелательные отношения между людьми. Это весьма благотворно влияет на поведенческие реакции, в том числе и в транспортной сфере, в частности – при формировании БДД.



ЛИТЕРАТУРА

1. Kolesov, V. Cybernetic modeling in tasks of traffic safety management / V. Kolesov, A. Petrov // *Transportation research procedia*. – 2017. – № 20. – P. 305–310.
2. Petrov, A. Entropic analysis of dynamics of road safety system organization in the largest Russian cities / A. Petrov, V. Kolesov // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2018. – Vol. 177. – 012015.
3. Kolesov, V. System dynamics of process organization in the sphere of traffic safety assurance / V. Kolesov, A. Petrov // *Transportation research procedia*. – 2018. – № 36. – P. 286–294.
4. Петров, А.И. / А.И. Петров, С.А. Евтюков // *Вестник гражданских инженеров*. – 2019. – № 1. – С.
5. Schrödinger, E. *What is Life – the Physical Aspect of the Living Cell*. Cambridge University Press. – 1944.
6. Shannon, C. A. *Mathematical Theory of Communication* // *Bell System Technical Journal*. – 1948. – Vol. 27. – P. 379–423 and 623–656.
7. Shannon, C. *Communication Theory of Secrecy Systems* // *Bell System Technical Journal*. – 1949. – Vol. 28. – P. 656–715.
8. Блинкин, М.Я. *Безопасность дорожного движения. История вопроса, международный опыт, базовые институции* / М.Я. Блинкин, Е.М. Решетова // – М.: Изд. дом ВШЭ. – 2013. – 240 с.
9. *The WORLD FACTBOOK* [Электронный ресурс]: URL: <https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/geos/bo.html> (дата обращения: 14.05.2019).

Представлено 16.05.2019

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
УДК 656.13.05

СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ТРОЛЛЕЙБУСОВ И ЭЛЕКТРОБУСОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗОК  
ПАССАЖИРОВ В ГОРОДАХ  
A COMPARATION OF THE USE OF TROLLEY BUSES  
AND ELECTRIC BUSES FOR PASSENGER  
TRANSPORTATION IN CITIES

Д.В. Капский, д-р техн. наук, доц.,  
Е.Н. Кот, канд. техн. наук, доц., С.С. Семченков, маг.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
D. Kapski, Doctor of technical Science, Associate Professor,  
E. Kot, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,  
S. Semchenkov, Master,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. В статье рассматриваются виды городского электрического транспорта, применяемые в городах, даётся подробная классификация и сравнение доступных транспортных средств.*

*Abstract. The article discusses the types of urban electric transport used in cities, gives a detailed classification and comparison vehicles.*

*Ключевые слова: троллейбус, электробус, пассажиры, автономный ход.*

*Key words: trolleybus, electric bus, passengers, a stand-alone course.*

## ВВЕДЕНИЕ

В мировой практике известны и широко применяются различные виды городского электрического транспорта. В настоящее время в Республике Беларусь налажено собственное производство трамваев, троллейбусов, троллейбусов-электробусов и электробусов.

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*  
СРАВНЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ТРОЛЛЕЙБУСОВ И ЭЛЕКТРОБУСОВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗОК  
ПАССАЖИРОВ В ГОРОДАХ

Троллейбусы в классическом и привычном потребителю представлении являются транспортными средствами с постоянным питанием в движении – IMF (In-Motion-Feeding).

Преимущества данного решения состоят в распределённой нагрузке на электрическую сеть в течение всего дня, электрическом отоплении и кондиционировании транспортных средств, отсутствии дополнительных простоев для подзарядки на конечных станциях или в депо, большей пассажировместимости при равной с другими решениями массе транспортного средства за счёт отсутствия автономных бортовых источников энергии.

Недостатками троллейбусов IMF является необходимость строительства контактной сети (далее – КС) по всей длине маршрута, необходимость строительства вдоль трассы маршрута нужного количества тяговых подстанций, осуществляющих получение электроэнергии из энергосистемы, преобразование и подачу напряжения в КС троллейбуса, необходимость прокладки кабельных сетей, «привязка» маршрутов троллейбуса к построенной КС, низкая манёвренность, невозможность отклонения от маршрута. В Республике Беларусь троллейбусы IMF используются в Минске, Гомеле, Гродно, Могилёве, Бресте, Витебске, Бобруйске.

Разновидностью троллейбуса IMF является дуобус, транспортные средства которого оснащены двигателем внутреннего сгорания, используемым как генератор электрической энергии для электродвигателей при следовании транспортного средства по участкам, не оборудованным КС.

Преимуществами данного решения являются высокая мобильность и отсутствие жёсткой привязки к КС, возможность изменения трассы маршрута, распределённая нагрузка на электрическую сеть в течение всего дня, электрическое отопление и кондиционирование салонов транспортных средств, отсутствие дополнительных простоев для подзарядки.

К недостаткам данного решения можно отнести применение двигателя внутреннего сгорания, увеличение массы транспортного средства, необходимость заправки его топливом и перевозки топлива в

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

топливном баке на борту троллейбуса, дополнительные затраты на обслуживание двигателя внутреннего сгорания и генератора электрической энергии. В Республике Беларусь дуобусы используются в Бресте, имеется опыт эксплуатации в Бобруйске.

Намного больший интерес в настоящее время представляют троллейбусы-электробусы, реализованные по схеме ИМС (In-Motion-Charging) с подзарядкой в движении (далее – троллейбусы ИМС). Преимущества данного решения: распределённая нагрузка на электрическую сеть в течение всего дня, работа автономных бортовых источников энергии в щадящем режиме, электрическое отопление и кондиционирование, зарядка автономных бортовых источников энергии во время движения по маршруту без простоев транспортных средств на конечных станциях или в депо. В частности, в АКСМ-32100D запас автономного хода составляет 15 км при времени зарядки 15 мин. Таким образом, для полной зарядки автономного бортового источника энергии необходимо, чтобы перед участком без КС троллейбус ИМС не менее 15 мин. следовал по участку, оборудованному КС. Такое комбинированное решение позволяет значительно расширить географию использования троллейбусов ИМС за счёт возможности включения в маршруты их движения участков маршрутов, не оборудованных КС.

Троллейбусы ИМС на регулярных маршрутах эксплуатируются в районах, в которых отсутствует КС: в Гродно (маршрут № 20 в район «Вишневец»), в Витебске (маршрут № 12 в р-н «Билево», № 13 на ул. Титова); по участку в середине маршрута, на котором отсутствует КС: в Гомеле (маршрут № 24 через район «Шведская горка»).

Известен, разработанный троллейбусным управлением Гродно проект, который предусматривает приобретение троллейбусов ИМС и организацию четырёх маршрутов (М-н «Ольшанка» – ТЦ «Trinity», М-н «Ольшанка» – ОАО «Гродно Азот», М-н «Ольшанка» – Комбинат строительных материалов – как два маршрута с различными вариантами движения вокруг исторического центра).

Электробус – вид электрического транспорта, транспортные средства которого двигаются по дорогам, приводятся в движение электрическими двигателями, получающими электрическую энергию от автономного бортового источника (зарядка бортового источника

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

производится во время нахождения электробуса на специальных зарядных станциях и требует определённого времени).

Электробусы с подзарядкой на маршруте на специально оборудованных зарядных станциях, реализованные по схеме ОС (Opportunity Charging), в Беларуси в настоящее время применяются в Минске. Применение в качестве автономного источника электрической энергии молекулярных накопителей позволяет производить ультрабыструю зарядку на конечных станциях маршрута. Однако высокие зарядные токи (до 400 А) и потребность генерации больших мощностей на конечных станциях вызывают «скачкообразную» нагрузку на электрическую сеть, что, в свою очередь, оказывает негативное влияние на энергосистему. Электробусы ОС не предусматривают строительство КС, но требуют строительства тяговых подстанций, получающих электрическую энергию от электростанций и подающих её на зарядные станции, которые осуществляют непосредственную зарядку автономного источника электрической энергии электробуса ОС (время зарядки составляет 9 мин., обеспечивается запас хода 12,5 км). К недостаткам электробусов ОС также следует отнести необходимость в наличии дизельного отопителя, ограничение длины и конфигурации маршрута из-за необходимости зарядки, увеличенное время стоянки на каждой конечной станции для выполнения зарядки, что существенно снижает среднюю эксплуатационную скорость, влечёт повышение эксплуатационных затрат в связи с необходимостью в дополнительных транспортных средствах, водителях и т.д. для сохранения параметров работы маршрута.

Электробусы с межсменной зарядкой ОНС (OverNight Charging) в Республике Беларусь используются в Могилёве (время полной зарядки составляет 2 ч, обеспечивается запас хода 150 км).

К преимуществам данной схемы относится отсутствие необходимости строительства зарядных станций на конечных или промежуточных точках маршрута, повышение эксплуатационной скорости за счёт сокращения времени стоянки на конечных станциях, больший, чем у электробусов ОС запас хода. К недостаткам схемы ОНС можно отнести большой вес батарей, меньшую пассажировместимость электробуса, большое время простоя, необходимое для выполнения зарядки, повышенную точечную нагрузку на электросеть, необходи-

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

мость больших мощностей тяговых подстанций в депо, ограниченное время эксплуатации. Организация бесперебойной работы маршрута может быть сопряжена с необходимостью дополнительного количества транспортных средств ОНС и ростом нулевых пробегов.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

С учётом изложенного, перспективным является направление дальнейшего увеличения доли электротранспорта в городах за счёт организации движения троллейбусов ИМС на маршрутах с наличием контактной сети и расширением маршрутной сети за счёт возможности движения по участкам, не имеющим контактную сеть.

Представлено 16.05.2019

УДК 656.13.05

**ИЗМЕНЕНИЕ ОКРАСКИ ТРАМВАЙНЫХ ВАГОНОВ  
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИХ ВИДИМОСТИ ВОДИТЕЛЯМИ  
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ПЕШЕХОДАМИ  
THE COLOR CHANGE OF TRAM CARS TO IMPROVE  
THEIR VISIBILITY BY DRIVERS OF VEHICLES  
AND PEDESTRIANS**

Д.В. Капский, д-р техн. наук, доц.,

Е.Н. Кот, канд. техн. наук, доц., С.С. Семченков, маг.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

D. Kapski, Doctor of technical Science, Associate Professor,

E. Kot, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,

S. Semchenkov, Master,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. В статье рассматриваются проблемы цветовой различимости маршрутных транспортных средств и выносятся предложения по изменению окраски для улучшения видимости с целью повышения безопасности и надёжности работы транспортной системы.*

*Abstract. The article deals with the problems of color distinctiveness of vehicles of route passenger transport and makes proposals to change*

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
the color of trams to improve their visibility in order to improve the reliability of the tram system and traffic safety.*

*Ключевые слова: трамвай, видимость, окраска, безопасность.*

*Key words: tram, visibility, painting, safety.*

## ВВЕДЕНИЕ

Инвентарный парк трамваев г. Минска по состоянию на 01.05.2019 включает 131 трамвай АКСМ-60102, 1 сочленённый трамвай АКСМ-743 и 5 сочленённых трамваев АКСМ-843. Все 137 трамваев изготовлены на заводе «Белкоммунмаш» в г. Минске.

Для окраски кузовов трамваев модели АКСМ-60102, которая составляет 96% инвентарного парка трамваев, эксплуатирующим предприятием был выбран бирюзовый цвет. Однако этот цвет обладает «маскировочным» эффектом, что значительно повышает вероятность столкновений трамваев с автомобилями из-за ошибок восприятия трамвая водителями автомобилей, вовремя не увидевшими приближающийся трамвай (особенно в пасмурную погоду, а также в период утренних или вечерних сумерек, в солнечную погоду при движении «против солнца»). Это создаёт дополнительные проблемы при эксплуатации трамваев в г. Минске, особенно на участках с совмещённым трамвайным полотном.

## ИЗМЕНЕНИЕ ОКРАСКИ ТРАМВАЙНЫХ ВАГОНОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИХ ВИДИМОСТИ ВОДИТЕЛЯМИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ПЕШЕХОДАМИ

В основу научной разработки наружного цветового оформления маршрутных транспортных средств, которые должны быть различимы на значительных расстояниях, следует положить принцип максимальной дальности видимости цветов и их сочетаний. Разумеется, наряду с этим принципом должен учитываться и эстетический фактор.

Необходимо также иметь в виду, что степень поглощения света воздухом зависит от цвета. Так, значения среднего коэффициента видимости лучей, проходящих через атмосферу, показывают, что фиолетовый, индиго и сине-зелёный цвета (длина волн соответственно 0,410, 0,436 и 0,486 мк), а также красные цвета (длина волн от 0,638 мк) очень невыгодны для целей сигнализации [2].

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

Сведения о состоянии дорожно-транспортной аварийности в Республике Беларусь содержат анализ распределения дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) с участием транспортных средств различных цветов кузова. В соответствии с данными анализа наибольшее количество ДТП зарегистрировано с транспортными средствами синего цвета и оттенков серого цвета. Наименьшее количество ДТП произошло с транспортными средствами жёлтого, оранжевого цвета и многоцветными окрасками.

Проблема дальности видимости разных цветов и сочетаний связана со многими областями науки и техники (физиологией, физиологической оптикой, светотехникой, метеорологией и др.).

Исследованиями установлены количественные зависимости коэффициента видимости объектов от цвета фона. На этом основании определены три группы цветов:

– к первой группе отнесены цвета, обладающие самой большой дальностью видимости – к этим цветам относят красный, оранжевый, чёрный и белый.

– ко второй группе отнесены цвета со средней дальностью видимости – к таким цветам относят жёлтый и зелёный.

– к третьей группе отнесены цвета с низкой дальностью видимости – к данным цветам отнесены голубой и синий [1].

Также выстроен ряд сочетания ахроматических и хроматических цветов, расположенные по мере ухудшения дальности видимости: белый на чёрном – чёрный на белом – жёлтый на чёрном – чёрный на жёлтом – белый на синем – синий на белом – белый на красном – красный на белом – зелёный на белом – белый на зелёном – красный на зелёном – синий на зелёном [1].

Известно, что если требуется, чтобы предмет на фоне неба у горизонта выделялся слабее, то надо окрашивать его серой краской того или иного оттенка. Примером может служить серо-голубая краска, которой покрывают военные корабли, чтобы они были возможно менее визуально заметны [3].

В то же время в г. Минске для трамваев АКСМ-60102 выбрана и применяется много лет окраска бирюзового цвета, обладающая, с учётом изложенного, ярко выраженным «маскирующим эффектом», особенно в условиях пониженной освещённости (рисунок 1, а).

При выборе окраски маршрутных транспортных средств должны



### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

быть приняты во внимание условия видимости. Известно, что если необходимо, чтобы предмет был виден как можно дальше, то лучше всего его окрасить в белый цвет, если на него приходится смотреть со стороны солнца в ясную погоду, и наоборот в чёрный цвет, если требуется, чтобы предмет был хорошо виден в тумане или в стороне солнца [3]. Учитывая то, что маршрутные транспортные средства должны быть хорошо заметны с разных сторон и при разной погоде, часто целесообразно применение различных цветовых комбинаций.



Рис. 1 – Условия различимости трамвайного вагона:  
а) с существующей окраской; б) с предлагаемыми дополнениями

При цветовом оформлении наружных поверхностей кузовов маршрутных транспортных средств можно пользоваться также цветами, обладающими средней дальностью видимости, но с обязательным применением контрастных маркировочных линий, окрашенных в цвета с максимальной дальностью видимости [1].

В сложившейся ситуации с целью повышения надёжности работы трамвайной системы и безопасности дорожного движения в качестве оперативного решения целесообразно нанесение на переднюю и заднюю части кузова трамвая дополнительных полос жёлтого цвета, выполненных из световозвращающих материалов (рисунок 1, б).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При наружном цветовом оформлении маршрутных транспортных средств не рекомендуется пользоваться синим цветом и его оттен-

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

ками вследствие его низкой дальности видимости. Более того, следует помнить, что тёплые цвета всегда кажут более близкими, а холодные — более удалёнными от наблюдателя. Из насыщенных цветов хроматического ряда наибольшей способностью приближать поверхность обладают оранжевый и жёлтый цвета, а наибольшей способностью удалять поверхность обладают синий и бирюзовый цвета. Для исправления сложившейся ситуации в г. Минске рекомендуется нанесение на переднюю и заднюю части трамвая дополнительных световозвращающих полос жёлтого цвета.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Эстетика на железнодорожном транспорте / под ред. В.И. Сергеева – Москва: «Транспорт», 1977 – 376 с.
2. Штернфельд, А.А. Введение в космонавтику / Штернфельд А.А. – Москва: «Наука», 1974 – 240 с.
3. Шаронов, В.В. Наблюдение и видимость / Шаронов В.В. – Москва: «Издательство академии наук СССР», 1943 – 82 с.
4. Johann Wolfgang von Goethe. Zur Farbenlehre Taschenbuch / Johann Wolfgang von Goethe – Altenmünster: Jazzybee Verlag, 2015 – 440 с.
5. Harald Braem. Die Macht der Farben / Harald Braem – Stuttgart: Wirtschaftsverlag Langen Müller F.A. Herbig, 2009 – 228 с.

Представлено 16.05.2019

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
УДК 656.13.05

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИОРИТЕТНОГО ДВИЖЕНИЯ  
МАРШРУТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ  
В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ  
СИСТЕМАХ ГОРОДОВ  
PRIORITY OF ROUTE VEHICLES IN THE INTELLIGENT  
TRANSPORT SYSTEMS OF CITIES

С.А. Рынкевич, д-р техн. наук, проф., С.С. Семченков, маг.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
S. Rynkevich, Doctor of Technical Science, Associate professor,  
S. Semchenkov, Master,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. В статье рассмотрены направления применения интеллектуальных транспортных систем для создания систем обеспечения приоритетного проезда маршрутных транспортных средств.*

*Abstract. The article deals with the application of intelligent transport systems to create systems to ensure the priority passage of route transport.*

*Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система, приоритетный проезд, скорость движения.*

*Key words: intelligent transport system, priority travel, speed.*

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из направлений применения интеллектуальных транспортных систем является использование их для создания систем обеспечения приоритетного проезда маршрутных транспортных средств (далее – МТС) на перекрёстках, оборудованных светофорным регулированием.

В свою очередь, предоставление приоритета позволит обеспечивать основные условия соблюдения расписания движения МТС.

Понятие приоритета в данном контексте подразумевает предоставление МТС определённого преимущества на перекрёстках со

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

светофорным регулированием, путём изменения режима работы светофорного объекта таким образом, чтобы МТС могли как можно быстрее и с минимальными задержками проследовать перекрёсток.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИОРИТЕТНОГО ДВИЖЕНИЯ МАРШРУТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ ГОРОДОВ

Сложность при решении данной проблемы всегда будет состоять в том, что режим движения МТС априори значительно отличается от режима движения транспорта, формирующего основной транспортный поток. Речь идёт, в первую очередь, о средней скорости движения МТС: её значительный разброс со скоростями движения основного транспортного потока обусловлен наличием остановочных пунктов и соответственно временем, которое затрачивается на высадку и посадку пассажиров, а также большой степенью влияния со стороны других транспортных средств. Значительное различие данных скоростей приводит к тому, что МТС в принципе тяжело включить в систему координированного управления транспортными потоками, в основу расчёта которой положены характеристики основного транспортного потока, формируемого более-менее однородными транспортными средствами со схожими техническими характеристиками. В результате частыми получаются ситуации, когда МТС, начиная движение на предыдущем светофорном объекте в составе группы немаршрутных транспортных средств, за счёт задержки при высадке-посадке пассажиров на остановочном пункте, расположенном на перегоне между светофорными объектами, прибывает к следующему светофорному объекту, включённому в систему координированного управления, после окончания такта разрешающего сигнала в следуемом направлении.

При этом стоит заметить, что длительность задержек МТС на светофорных объектах, составляет большую долю в длительности всех задержек при движении по маршруту (экспериментальные исследования показывают, что для трамвая в г. Минске эта доля составляет до 60% длительности всех задержек).

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

Принимая во внимание особенности технологии работы МТС, можно выстроить ряд стратегий обеспечения приоритета при построении интеллектуальных транспортных систем городов, основывающихся на предоставлении МТС пассивного или активного приоритетов. Также названные стратегии можно разделить по характеру управляющих воздействий на стратегии с абсолютным и условным приоритетом.

В основу обеспечения пассивного приоритета положена разработка режимов светофорного регулирования на основе статистического обследования режимов движения маршрутных транспортных средств. На основании данных обследований составляется диаграмма движения маршрутного транспортного средства по перегону.

Светофорное регулирование при реализации данного направления рассчитывается на основании диаграммы таким образом, чтобы учесть наиболее вероятный момент прибытия МТС к светофорному объекту, полученный на основе анализа времени движения. Стоит заметить, что методы данного направления никогда не будут учитывать фактическое местонахождение МТС в режиме реального времени, а будут только предполагать его. К основным методам реализации пассивного приоритета относятся изменение продолжительности цикла светофорного регулирования, деление фаз (выделение специальных фаз для МТС), изменение продолжительности фазы с учётом скорости МТС, изменение порядка фаз (с учётом скорости МТС), выделение специальных полос движения, создание «ускоренных» маршрутов объезда для МТС.

В основу обеспечения активного приоритета положена разработка режимов светофорного регулирования на основе адаптивного управления с вызывными устройствами и специальными детекторами, идентифицирующими МТС. Программы светофорного регулирования предусматривают различные варианты включения, причём управляющим воздействием в данных схемах всегда будет являться сигнал о приближении МТС, поступающий от детектора. Таким образом управление в данных системах ведётся в режиме реального времени. Методологически обеспечение активного приоритета МТС возможно путём оперативного увеличения продолжительности фазы (основного такта), опережения разрешающего сигнала («выпуск»

### *Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*

МТС перед основным потоком), применения специальной «монопольной» фазы (обеспечения проследования светофорного объекта МТС при одновременном включении запрещающего сигнала для других транспортных средств во всех направлениях), исключения определённых фаз из текущего цикла для «приближения» времени включения фазы разрешающей проезд МТС. В случае применения некоторых из данных методов в последующих циклах при отсутствии в них МТС целесообразно предусматривать применение мер компенсационного воздействия (удлинение фаз для немаршрутных транспортных средств и т.д.).

В то же время по характеру управляющих воздействий можно выделить абсолютный и условный приоритеты. В случае предоставления абсолютного приоритета система управления светофорным объектом не учитывает маршрут, наполняемость салона, отклонение от расписания МТС и т.п. В случае предоставления условного приоритета интеллектуальная система управления дорожным движением учитывает названные факторы и определяет необходимость и очерёдность предоставления приоритета.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перспективным направлением для обеспечения приоритетного движения маршрутных транспортных средств в интеллектуальных транспортных системах городов является использование именно активного приоритета маршрутных транспортных средств с условным или абсолютным характером управляющих воздействий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. О мерах по повышению безопасности дорожного движения: Указ Президента Республики Беларусь от 28 ноября 2005 г. № 551.
2. О дорожном движении: Закон Республики Беларусь от 05.01.2008 № 313-З (ред. от 13.07.2016).
3. Тарасик, В.П. Интеллектуальные системы управления автотранспортными средствами: монография / В.П. Тарасик, С.А. Рынкевич – Минск: Технопринт, 2004. – 511 с.
4. Трамвайная система г. Минска – проблемы и перспективы / Е.Н. Кот, С.С. Семченков, В.Ю. Ромейко // Социально-экономические проблемы развития и функционирования транспортных систем горо-

*Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»*  
дов и зон их влияния: материалы XXIV Международной (XXVII Екатеринбургской, II Минской) научно-практической конференции / международная редколлегия: Д.В. Капский (председатель) и др. – Минск: БНТУ, 2018. – С. 197–222.

Представлено 16.05.2019

Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»  
УДК 657.47:336.74:004

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ  
МАЙНИНГА КРИПТОВАЛЮТЫ  
ECONOMIC EXPENSIBILITY OF MINING CRYPTOVA

Г.Г. Виногоров, канд. экон. наук, доц.,  
Белорусский государственный экономический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
G. Vinogorov, Candidate of economic Sciences, Associate professor,  
Belarusian state University of Economics, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. В статье рассматриваются новые понятия, которые входят в практику работы белорусских субъектов хозяйствования, такие как: криптовалюта, блокчейн, токен, биткоин, майнинг и другие. Впервые приводится структурно-логическая модель факторной системы рентабельности затрат на майнинг и излагается оригинальная методика её анализа. Делаются конкретные рекомендации, направленные на повышение эффективности функционирования совместного предприятия.*

*Abstract. The article deals with new concepts that are included in the practice of Belarusian business entities, such as cryptocurrency, blockchain, token, bitcoin, mining and others. For the first time, a structural and logical model of the factor system of profitability of mining costs is presented and the original method of its analysis is presented. Specific recommendations aimed at improving the efficiency of the joint venture are made.*

*Ключевые слова: криптовалюта, майнинг, эффективность, рентабельность, затраты, майнинг-ферма.*

*Keywords: cryptocurrency, mining, efficiency, profitability, costs, mining farm.*

## ВВЕДЕНИЕ

Декрет Президента Республики Беларусь №8 «О развитии цифровой экономики» вступил в силу 28 марта 2018 года и дал сильный импульс росту резидентов Парка высоких технологий. Почти 50% из них стали резидентами в 2018 году. Тем самым этот правовой акт



### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

внес очень существенный вклад в повышение инвестиционной привлекательности Беларуси и цифровизацию ее экономики. Цифровая экономика – экономика инноваций, развивающаяся за счет эффективного внедрения передовых информационных технологий.

Исследуемая автотранспортная организация образовала совместное предприятие с ИТ – фирмой (СП), зарегистрированной в качестве резидента в Парке высоких технологий (ПВТ). В стратегии развития данного СП было принято решение о майнинге криптовалюты, а также о дополнительном транспортировании грузов необходимых для деятельности ряда организаций, уже зарегистрированных в ПВТ. Встал вопрос об экономической целесообразности майнинга криптовалюты.

В настоящей статье автор рассматривает экономическую целесообразность майнинга криптовалюты.

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ МАЙНИНГА КРИПТОВАЛЮТЫ

Криптовалюта – это внутренняя расчетная единица любого публичного блокчейна (Public blockchain), т.е. блокчейна, в котором используется майнинг (в виде P-o-W или P-o-S). Майнинг – необходимый и важный процесс в публичном блокчейне и криптовалюта выступает в роли стимула для майнеров. Таким образом, майнинг – процесс добычи новых единиц криптовалют. Его главная цель – получение прибыли.

Автору не известны какие-либо литературные источники, где бы рассматривалась проблематика, исследуемая в данной статье. По его мнению в самом общем виде экономическую целесообразность майнинга криптовалюты можно определить через показатель рентабельности:

$$P_m = \frac{\Pi}{3(C)} \cdot 100,$$

где  $P_m$  – рентабельность майнинга;  $\Pi$  – прибыль, полученная от реализации криптовалюты;  $3(C)$  – затраты, связанные с процессом майнинга.

### Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»

В свою очередь усеченную себестоимость можно представить, как совокупность затрат на электроэнергию, амортизацию оборудования, ремонт оборудования, заработную плату основную персонала, заработную плату дополнительную персонала, налоги, отчисления в бюджет и во внебюджетные фонды, отчисления местным органам власти.

Следовательно, рентабельность майнинга можно записать следующим образом:

$$P_m = \frac{П}{С} \cdot 100 = \frac{Ц - (\mathcal{E} + A + PO + ZO + ЗД + NO)}{\mathcal{E} + A + PO + ZO + ЗД + NO} \cdot 100,$$

где Ц – продажная цена реализованной криптовалюты; Э – затраты электроэнергии; А – амортизация оборудования; PO – затраты на ремонт оборудования; ZO – заработная плата основная персонала; ЗД – заработная плата дополнительная персонала; NO – налоги, отчисления в бюджет и во внебюджетные фонды, отчисления местным органам власти.

С этих позиций автором впервые разработана структурно-логическая модель факторной системы рентабельности затрат на майнинг (рисунок 1).



Рисунок 1 – Структурно-логическая модель факторной системы рентабельности затрат на майнинг

Имеем кратный тип модели факторной системы. Для расчета влияния факторов используется прием цепных подстановок.

Расчет влияния факторов следующий:

*Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

$$P^I - P_0 = \Delta P_{\text{Ц}}; P^{II} - P^I = \Delta P_{\text{Э}}; P^{III} - P^{II} = \Delta P_{\text{А}};$$

$$P^{IV} - P^{III} = \Delta P_{\text{РО}}; P^V - P^{IV} = \Delta P_{\text{З0}}; P^{VI} - P^V = \Delta P_{\text{ЗД}};$$

$$P_1 - P^{VI} = \Delta P_{\text{НО}}; \dots\dots\dots P_1 - P_0 = \Delta P.$$

По исследуемому СП имеются следующие данные (таблица 1). Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что за отчетный период по зарегистрированному СП общая экономия составила 16,8 тыс.руб., что составляет 2,6 % от планового уровня. При этом затраты на ремонт оборудования возросли на 12 тыс. руб. или на 30 %. Это обусловлено тем, что произошла непредвиденная серьезная поломка дорогостоящего оборудования, и процесс майнинга какое-то время не осуществлялся. Электроэнергия не потреблялась, поэтому имеется экономия по этой статье затрат на 22 тыс. руб. или на 4,23 % от планового уровня. Непродолжительное время штат персонала был не укомплектован, вследствие чего имеется экономия по заработной плате основной персонала в сумме 6 тыс. руб., что составляет 12,5 % от плана.

Таблица 1 – Данные для анализа рентабельности затрат на майнинг (тыс. руб.)

Наименование статей затрат	По плану (базе)	Фактически	Отклонения (+/-)
1. Затраты на электроэнергию	520	498	-22
2. Амортизация оборудования	24	24	-
3. Затраты на ремонт оборудования	40	52	+12
4. Заработная плата основная персонала	48	42	-6
5. Заработная плата дополнительная персонала	1	1	-1
6. Налоги, отчисления в бюджет и во внебюджетные фонды, отчисления местным органам власти	11	10,2	-0,8
Итого	644	627,2	-16,8

Продажная цена реализованной криптовалюты (при условии прямого списывания общехозяйственных затрат и расходов на реализацию на сч. 90-5 «Доходы и расходы по текущей деятельности» - «Управленческие расходы» и сч. 90-6 «Доходы и расходы по текущей деятельности» - «Расходы на реализацию» соответственно) планировалась на уровне 740,6 тыс. руб., а фактическая составила 784 тыс.руб. Показатели для анализа рентабельности затрат на майнинг приведены в таблице 2.

*Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

Расчет факторов, повлиявших на изменение рентабельности затрат на майнинг представлен в таблице 3.

Таблица 2 – Показатели для анализа рентабельности затрат на майнинг

Показатели	Расчет показателей	Уровень рентабельности%
1	2	3
1. По плану (базе)	$\frac{740,6 - 644}{644} * 100$	15
2. По плану при фактической продажной цене реализованной криптовалюты	$\frac{784 - 644}{644} * 100$	21,74
3. По плану при фактических: продажной цене реализованной криптовалюты и затратах на электроэнергию	$\frac{784 - (498 + 24 + 40 + 48 + 1 + 11)}{498 + 24 + 40 + 48 + 1 + 11} \cdot 100$	26,1
4. По плану при фактических: продажной цене реализованной криптовалюты, затратах на электроэнергию и амортизацию оборудования	$\frac{784 - (498 + 24 + 40 + 48 + 1 + 11)}{498 + 24 + 40 + 48 + 1 + 11} \cdot 100$	26,1
5. По плану при фактических: продажной цене реализованной криптовалюты, затратах на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования	$\frac{784 - (498 + 24 + 52 + 48 + 1 + 11)}{498 + 24 + 52 + 48 + 1 + 11} \cdot 100$	23,66
6. По плану при фактических: продажной цене реализованной криптовалюты, затратах на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и заработной плате основной персонала	$\frac{784 - (498 + 24 + 52 + 42 + 1 + 11)}{498 + 24 + 52 + 42 + 1 + 11} \cdot 100$	24,84

Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»

Продолжение таблицы 1

1	2	3
7. По плану при фактических: продажной цене реализованной криптовалюты, затратах на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования, заработной платы основной и дополнительной персонала	$\frac{784 - (498 + 24 + 52 + 42 + 1 + 11)}{498 + 24 + 52 + 42 + 1 + 11} \cdot 100$	24,84
8. Фактически	$\frac{784 - 627,2}{627,2} \cdot 100$	25

Таблица 3 – Расчет факторов, повлиявших на изменение рентабельности затрат на майнинг

Факторы	Расчет уровня влияния	Уровень влияния, %	Структура факторов, %
1. Изменение продажной цены реализованной криптовалюты	21,74 – 15	+6,74	+67,4
2. Изменение затрат на электроэнергию	26,1 – 21,74	+4,36	+43,6
3. Изменение затрат на амортизацию оборудования	26,1 – 26,1	0	-
4. Изменение затрат на ремонт оборудования	23,66 – 26,1	-2,44	-24,4
5. Изменение затрат на заработную плату основную персонала	24,84 – 23,66	+1,18	+11,8
6. Изменение затрат на заработную плату дополнительную персонала	24,84 – 24,84	0	-
7. Изменение затрат на налоги, отчисления в бюджет и во внебюджетные фонды, отчисления местным органам власти	25 – 24,84	+0,16	+1,6
Итого	25 – 15	+10	+100

В таблице 3 наглядно представлены уровни влияния всех факторов и их структура. Результаты приведенных расчетов свидетельствуют о том, что наиболее существенное влияние на увеличение уровня рентабельности затрат на майнинг оказал рост продажной

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

цены реализованной криптовалюты на 43,4 тыс. руб., что привело к росту рентабельности на 6,74% или на 67,4% от изменения результативного показателя. Благодаря снижению затрат на электроэнергию на 22 тыс. руб. рентабельность возросла на 4,36% или на 43,6% от общего изменения результативного признака. В тоже время вследствие роста затрат на ремонт оборудования на 12 тыс. руб. рентабельность снизилась на 2,44% или на 24,4% от изменения результативного показателя. Требуется уделить должное внимание своевременной профилактике работы действующего оборудования. Использование предложенной методики на практике поможет субъектам хозяйствования оперативно выявлять негативные моменты в ходе процесса майнинга и принимать, при необходимости, соответствующие управленческие решения.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей статье впервые представлена методика анализа рентабельности затрат на майнинг. Исследование показало целесообразность майнинга криптовалюты для данного СП.

Использование предложенной методики на практике поможет субъектам хозяйствования оперативно выявлять негативные моменты в ходе процесса майнинга и принимать, при необходимости, соответствующие управленческие решения.

### ЛИТЕРАТУРА

1. О развитии цифровой экономики: декрет Президента Республики Беларусь от 21 декабря 2017 года №8 [электронный ресурс] – Режим доступа: [http://president.gov.by/ru/official\\_documents\\_ru/view/dekret-8-ot-21-dekabrja-2017-g-17716/](http://president.gov.by/ru/official_documents_ru/view/dekret-8-ot-21-dekabrja-2017-g-17716/) – Дата доступа: 28.03.2019.

Представлено 29.03.2019

Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»  
УДК 338.242.2

ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА – ВАЖНЫЙ ЭЛЕМЕНТ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕГИОНОМ  
LOGISTICS SYSTEM IS AN IMPORTANT ELEMENT  
OF THE SYSTEM OF MANAGEMENT OF THE REGION

Е.Л. Шишко, асс.,  
Брестский государственный технический университет,  
г.Брест, Республика Беларусь  
E. Shishko, Assistant,  
Brest state technical University, Brest, Republic of Belarus

*Аннотация: Динамичный темп развития разного рода потоков в логистической системе региона с учетом неторопливого изменения параметров, его характеризующих, в настоящее время привел к формированию комплекса проблем, которые требуют решения.*

*Abstract: The dynamic rate of development of different kinds of flows in the logistics system of the region, taking into account the leisurely changes in the parameters that characterize it, has now led to the formation of a complex of problems that need to be solved.*

*Ключевые слова: логистика, регион, логистическая система, элемент, система, управление.*

*Keywords: logistics, logistics system, region, element, system, management.*

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время комплекс проблем жизнеобеспечения жителей региона является злободневным, для решения которого необходимо внедрять логистическую концепцию не только в работу всей системы регионального управления, но и в жизнь каждого отдельного взятого человека, сформировав логистический уровень культуры на всех уровнях деятельности.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Регион является механизмом с высокой степенью концентрации большого количества логистических потоков: материальных, транспорта, пассажиропотоков, финансов, торговли, культуры, администрации, политики, энергии, менеджмента, воды, отходов и других.

Ежегодно степень концентрации этих потоков увеличивается, причем стоит заметить, что существенно изменяются и параметры региона как сложной логистической системы [1].

В этой системе осуществляется прирост объема и скорости движения, в первую очередь, информационных потоков, которые проявляют инициативу динамичного роста других потоков. В конечном итоге складывается комплекс проблем, требующий для нахождения решения как раз логистического подхода на уровне регионального управления.

В частности, стремительный рост частного автотранспорта обуславливает заторы на дорогах.

Эта проблема типична как для белорусских регионов, так и для зарубежных мегаполисов.

Стоит заметить, что многие специалисты, исследуя логистику регионов, фиксируют свой интерес в частности на проблеме транспортного характера, которая, с их точки зрения, стоит особенно остро [2].

Вместе с тем нельзя оставлять без внимания и другие не менее существенные стороны региональной логистики.

Региональная логистика – совокупность логистических решений, процессов, действий, целью которых является оптимизация управленческих решений администрации, потоков людей, знаний, материалов, финансов, транспортных средств, информации, энергии в масштабе подсистем региона и его инфраструктуры.

Целью региональной логистики является:

- удовлетворение потребностей жителей региона;
- разумная организация во времени и в пространстве материального и социального потоков, которая обеспечивает максимальную установку всей производственно-хозяйственной деятельности региональных предприятий на удовлетворение потребностей населения [3].

Задачами региональной логистики являются:

- объединение региона в единую логистическую систему;



### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

- формирование логистической культуры и образованности в обществе;
- совершенствование материальных и социальных потоков;
- максимизация загрузки производственных мощностей предприятий;
- сбережение материальных ресурсов на всех этапах движения материального потока;
- оптимизация издержек на производство и продажу готовой продукции и услуг населению;
- сокращение выбросов токсичных и парниковых газов в окружающую среду [4].

В целом основными проблемами любого региона являются:

- перегруженность транспортом центральных районов,
- удаленность складов от мест розничных продаж,
- отсутствие и недостаточное количество мест для парковки,
- создание оптимальных маршрутов движения,
- нерациональное размещение предприятий осуществляющих розничную торговлю,
- низкий уровень логистической культуры производителей, посредников и жителей региона [5].

В целом, проводя исследование проблем логистики региона необходимо выделить общий характер их решения:

- создание системы целостного логистического администрирования на уровне региона;
- разработка и внедрение программ логистической образованности на различных уровнях;
- вовлечение в решение логистических проблем региона крупных белорусских и зарубежных компаний, которые работают на территории региона [6].

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Как следствие и вывод, только создание логистических моделей сотрудничества всех индивидов, принимающих участие в жизни региона, а также построение единого логистического пространства и образованности в сфере логистики среди жителей разрешат находить оптимальные результативные решения ряда цепочки логистических проблем региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шишко Е.Л. Стратегии формирования цепей поставок в производстве / Е.Л. Шишко // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2018. – Вып. 7. – С. 314–320.

2. Шишко Е.Л. Использование имитационного моделирования при оценке рисков в логистической системе региона / Е.Л. Шишко // Логистический аудит транспорта и цепей поставок: Материалы межд. науч.-практ. конференции / ТИУ. – Тюмень, 2018. – С.441–449.

3. Шишко Е.Л. Влияние рисков на осуществление транспортно-экспедиционной деятельности Республики Беларусь / Е. Л. Шишко // «Комплексное развитие территориальных систем и повышение эффективности региональной управления в условиях цифровизации экономики»: Материалы национальной науч.-практ. конференции / Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева. – Орел, 2018. – С.499–507.

4. Шишко Е.Л. Риск как фактор экономического развития хозяйствующих субъектов / Е.Л. Шишко // Стратегические направления социально-экономического и финансового обеспечения развития национальной экономики: материалы II междунар. науч.-практ. конференции. Под редакцией В.В. Пузикова / БГУ. – Минск, 2018. – С. 118–119.

5. Шишко Е.Л. Концепция Lean Production и возможности ее применения в Республике Беларусь / Е.Л. Шишко // Актуальные проблемы экономики и управления на предприятиях машиностроения, нефтяной и газовой промышленности в условиях инновационно-ориентированной экономики: сборник научных статей / Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – Пермь, – 2016. – С. 249–261.

6. Шишко Е.Л. Риск-менеджмент как эффективный инструмент управления предприятием / Е.Л. Шишко // Интеграция науки и образования как основа эволюции Евразийского экономического союза: сб. ст. из материалов Евразийского научного форума 08 декабря 2017г. / Общ. научн. ред. М.Ю. Спириной. Часть IV. – СПб.: Университет при МПА ЕврАзЭС, 2018. – С. 334–341.

Представлено 28.02.2019г.

ИНВЕСТИЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ АВТОТРАНСПОРТНОЙ  
ОРГАНИЗАЦИИ

INVESTMENT STRATEGY MOTOR TRANSPORT  
ORGANIZATION

Т.Л. Якубовская, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
T. Yakubovskaya, Senior Lecturer,  
Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. В данной статье рассматриваются принципы и направления формирования инвестиционной стратегии автотранспортных организаций в Республике Беларусь.*

*Abstract. This article discusses the principles and stages of the formation of the investment strategy of transport organizations in the Republic of Belarus.*

*Ключевые слова: инвестиционная стратегия, ресурсы, финансы, автотранспортное предприятие.*

*Key words: investment strategy, resources, finance, transport company.*

## ВВЕДЕНИЕ

Эффективная инвестиционная стратегия организации является основой ее успешного развития, определяя источники формирования инвестиционных ресурсов и последовательность реализации долгосрочных инвестиционных целей в соответствии с общей экономической стратегией организации. Однако руководителями белорусских автотранспортных предприятий уделяется недостаточное внимание процессам стратегического планирования из-за отсутствия кадров требуемой квалификации, несоответствия корпоративной культуры организаций рыночным реалиям, сложности прогнозирования современных экономических процессов; вместо обоснования стратегических целей основные усилия направлены на краткосрочную выживаемость организаций, что приводит к потере конкурентных преимуществ в перспективе.

*Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*  
НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ  
СТРАТЕГИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Инвестиционная стратегия включает систему долгосрочных целей инвестиционной деятельности предприятия, определяемых стратегией развития организации и выбор наиболее эффективных путей достижения этих целей.

Сформированная инвестиционная стратегия должна отвечать основным принципам стратегического управления, обеспечивая согласованность со стратегическими целями, адаптивность к изменениям факторов внешней среды, выбор оптимального уровня риска инвестиционной деятельности, соответствующего требуемому уровню доходности инвестиций.

Выбор и обоснование инвестиционной стратегии осуществляется на основе исследования факторов внутренней и внешней среды организации, включая правовые условия инвестиционной деятельности и их стабильность, конъюнктуру рынка, потенциал организации. На основе сопоставления угроз и возможностей внешней среды с особенностями организации (технологическими, финансовыми, организационными) производится стратегическая оценка и выбор сценариев развития с выделением ключевых факторов развития, таких как удовлетворенность клиентов, лидерство по качеству обслуживания и др. При этом выбираются критерии оценки эффективности выбранной стратегии исходя из условия максимизации благосостояния собственников организации, основываясь на общепринятой методике UNIDO, включающей определение показателей чистой приведенной стоимости, внутренней ставки доходности, периода возврата инвестиций, индекса прибыльности.

Эффективным инструментом, трансформирующем миссию и общую стратегию компании в систему четко поставленных целей и задач, а также показателей, определяющих степень достижения данных установок, является сбалансированная система показателей (ССП). Структура модели СПП может быть представлена цепочкой взаимосвязанных блоков факторов («стратегических перспектив»): «инновации (развитие) – внутренние процессы – удовлетворенность клиента – финансы» [1].

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

Для автотранспортного предприятия перспектива ССП «развитие» может быть представлена стратегической целью «Совершенствование навыков продвижения и продаж», в результате чего ожидается сокращение показателя «процент отказов клиентов в сотрудничестве». Это потребует дополнительных инвестиций в процесс обучения, развитие персонала. Перспектива «процессы» может включать следующие цели: «Устранение ошибок в заданиях для водителей», «Максимальная загрузка подвижного состава», что, возможно, повлечет за собой необходимость инвестирования в совершенствование информационного обеспечения предприятия и системы мотивации персонала и соответствующую корректировку инвестиционной стратегии.

Стратегия крупных автотранспортных предприятий (перспектива ССП «клиенты») может быть направлена на расширение видов оказываемых услуг, что актуально для организаций, «переросших» уровень 2 PL-оператора, и стремящихся к увеличению своей доли на рынке транспортно-логистических услуг. При этом компании помимо транспортировки и экспедирования могут выполнять функции управления запасами, оказывать складские услуги, осуществлять услуги таможенного брокера, проектировать и поддерживать информационные системы клиентов. Это предполагает инвестиции в изменение инфраструктуры организации (приобретение, переоборудование или аренда складских комплексов); приобретение качественно нового подвижного состава; модернизацию программного обеспечения и внедрение информационных систем, которые в состоянии связать воедино всю деятельность (транспорт, складское хозяйство, распределение и др.) и управлять ею исходя из принципов единого информационного пространства; повышение квалификации персонала и оптимизацию организационно структуры предприятия. Перспектива «финансы» должна отражать требования собственников организации к доходности капитала в соответствии с приемлемым уровнем риска, что непосредственно связано с целями остальных трех перспектив системы сбалансированных показателей.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Выбор инвестиционной стратегии должен производиться на основе анализа ее согласованности с общей стратегией организации,

Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»  
финансовой и технологической реализуемости, оценке уровня риска инвестирования и показателей экономической эффективности инвестиций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Логистика. Теория и практика: управление цепями поставок / Б.А. Аникин [и др.]; под ред. Аникина Б.А., Родкиной Т.А. – М: Проспект, 2015 г. – 213 с.

Представлено 28.02.2019г.

УДК 658.5.012.7

### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ RESEARCH OF METHODS OF MANAGEMENT OF EXPENSES OF THE MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE

Т.Л. Якубовская, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
T. Yakubovskaya, Senior Lecturer,  
Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. В данной статье рассматриваются современные тенденции и факторы, влияющие на выбор методов управления затратами автотранспортных организаций в Республике Беларусь.*

*Abstract. This article discusses the current trends and factors affecting the choice of methods of cost management of motor transport organizations in the Republic of Belarus.*

*Ключевые слова: автотранспортное предприятие, затраты, методы управления.*

*Key words: road transport enterprise, costs, management methods.*

#### ВВЕДЕНИЕ

В последние годы динамика финансовых результатов автотранспортных организаций Республики Беларусь, осуществляющих перевозки грузов, имеет выраженную негативную тенденцию: средняя рентабельность перевозок сократилась с 15,4% в 2011 г. до 8,3% в

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

2017 г., при этом в 2016 г. наблюдалось падение этого показателя до уровня 2,8% [1]. Учитывая сдержанные тенденции развития рынка международных автомобильных перевозок в 2019 г. не имеет смысла рассчитывать на рост дохода и прибыли транспортно-логистических компаний за счет повышения тарифов. Поэтому для достижения успеха необходимо оптимизировать свои процессы, повышая их эффективность и снижая себестоимость оказываемых услуг. Таким образом, возникает необходимость в разработке эффективных методов управления затратами как важнейшего элемента системы управления автотранспортным предприятием, обеспечивающим эффективное использование различных видов ресурсов, которые необходимы для успешного функционирования предприятия.

### ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Выбор метода управления затратами автотранспортного предприятия тесно связан с учетной системой, используемой в организации. При этом современные учетные системы должны не только удовлетворять требованиям внешних пользователей информации, но и давать возможность собирать информацию для принятия управленческих решений. Эти две основные цели функционирования учетной системы практически невозможно реализовать при использовании одного единственного метода управления затратами. В Республике Беларусь для предоставления информации внешним пользователям, включая налоговые органы, вышестоящие министерства и ведомства применяются следующие методы учета затрат:

*«котловой»*, используется, если организация осуществляет операции, прибыль от которых освобождается от налога на прибыль или подлежит обложению налогом на прибыль по пониженным налоговым ставкам. При этом *все* косвенные затраты распределяются между операциями пропорционально выбранной базе распределения (для автотранспортного предприятия базой чаще всего является сумма выручки или фонда оплаты труда водителей);

*метод поглощения* (Absorption costing), или *метод учета полных затрат* – наиболее часто используемый метод – основан на включении в себестоимость отдельных видов продукции (услуг) помимо прямых затрат, всех производственных накладных расходов.

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

Накладные расходы делятся между объектами учета пропорционально базе распределения. Метод прост для реализации, но его использование может привести к искажению информации и неэффективным управленческим решениям, т.к. различные элементы производственных накладных расходов могут зависеть в большей степени от факторов, отличных от выбранной базы распределения (например, списочного количества автомобилей, площади здания, количества заявок на перевозку и др.)

*метод учета прямых затрат* (Direct costing), согласно которому себестоимость отдельных видов продукции (услуг) планируется и учитывается только в части переменных затрат; постоянные расходы списывают непосредственно на уменьшение прибыли предприятия. Этот метод признан наиболее прогрессивным, т.к. учитывает то, что накладные производственные расходы более тесно связаны со способностью содействовать производству, а не с выпуском конкретных единиц продукции. Поэтому метод учета прямых затрат может быть использован для принятия обоснованных управленческих решений, связанных с формированием тарифов на перевозки, выбором наиболее выгодных оказываемых услуг, определения резервов снижения затрат.

Однако метод учета прямых затрат имеет смысл использовать, если производственные накладные расходы занимают небольшой удельный вес в структуре затрат автотранспортного предприятия. Но в последнее время клиенты автотранспортных организаций стали отдавать предпочтение комплексному оказанию транспортных услуг. Крупные и некоторые средние заказчики все чаще закупают оптимизированный бюджет по комплексу своих потребностей, включая сопутствующие услуги: таможенное оформление, страхование, консалтинг по оптимизации логистической деятельности и др. [2].

Переход к оказанию комплексных логистических услуг (т.е. стремление к статусу 3PL-оператора) транспортными предприятиями привело к изменению структуры затрат в сторону увеличения удельного веса накладных производственных расходов, которые могут составлять до половины себестоимости. Рассмотренный выше метод учета прямых затрат, являясь более прогрессивным, чем метод поглощения, неэффективен для принятия управленческих решений



### Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»

организациями со значительным удельным весом накладных расходов, т.к. «выбрасывая» из анализа накладные производственные расходы невозможно адекватно оценить вклад различных видов оказываемых услуг в общий финансовый результат. В таких условиях процесс отнесения накладных затрат на конкретные виды оказываемых услуг должен основываться на изучении видов деятельности (процессов), в ходе которых эти затраты возникают.

Такой подход реализован в *методе учета затрат по работам* (ABC, Activity-based costing), который направлен на повышение адекватности метода полного поглощения затрат для целей принятия управленческих решений. При применении подхода ABC ставится задача найти иную, не связанную с объемом реализации базу для отнесения накладных производственных расходов на единицу оказываемых услуг. Для реализации метода вся деятельность организации разбивается на отдельные бизнес-процессы (транспортировка, складирование, обработка заказов, диспетчеризация, упаковка, контроль, управление, проектирование, поиск клиентов, таможенное оформление и др.). Этапы ABC:

1) определяется стоимость единицы каждого ресурса компании (например, одного часа рабочего времени экспедитора, одного квадратного метра здания офиса);

2) рассчитывается стоимость операций, исходя из количества потребляемых при каждой операции ресурсов. При этом выбираются драйверы (базы распределения затрат) между операциями или группами операций и рассчитываются ставки драйвера (коэффициенты распределения) затрат.

3) стоимость операций переносится на бизнес-процессы компании пропорционально их участию в процессе через драйверы затрат в соответствии с их потреблением. Для этого значение драйвера умножается на количество единиц его потребления тем или иным видом оказываемых услуг;

4) определяется себестоимость товара (услуги), исходя из стоимости процессов, необходимых для его создания.

Таким образом, ABC-метод позволяет осуществлять адекватное ценообразование и управление номенклатурой оказываемых услуг, что поможет выбрать верную стратегию развития предприятия.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбор метода управления затратами автотранспортных предприятий зависит от удельного веса производственных накладных расходов, номенклатуры и степени комплексности оказываемых услуг, разнообразия используемых ресурсов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Транспорт и связь в Республике Беларусь. Статистический сборник. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2018.
2. Анализ рынка международных грузоперевозок в 2018 году [Электронный ресурс]. Электронные данные. – Режим доступа: <https://perevozka24.ru/pages/analiz-rynka-mezhdunarodnyye-gruzoperevozki-v-2018-godu>

Представлено 28.02.2019г.

УДК 338.984

## ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ THE INTRODUCTION OF DIGITAL TECHNOLOGY IN TRANSPORT LOGISTICS

И.И. Краснова, канд. экон. наук, доц., М.А. Воробьёва, маг.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

I. Krasnova, Ph.D. in Economics, Associate Professor,  
M. Varabyova, Master student,  
Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus.

*Аннотация.* В данной статье рассмотрено понятие цифровых технологий в транспортной логистике, приведены примеры технологий, описаны положительные и отрицательные стороны цифровизации в логистике.

*Abstract.* This article is about e-technology in transport logistics, examples of these technologies, pros and cons of using e-technologies in logistics.

*Ключевые слова:* цифровые технологии, транспортная логистика.

*Key words:* digital technology, transport and logistics.

## ВВЕДЕНИЕ

В конце 1980-х годов стали активно развиваться информационные технологии, технологии, которые изменили и продолжают изменять нашу жизнь. В 2011 году появился новый термин «Индустрия 4.0» либо другими словами – Четвертая промышленная революция.

В целях развития инновационной сферы в Республике Беларусь были изданы такие законодательные акты, как Декрет Президента Республики Беларусь №8 «О развитии цифровой экономики» (далее Декрет №8), а также Государственная программа развития цифровой экономики и информационного общества на 2016-2020 годы (далее Программа).

Одним из ожидаемых результатов Программы является «повышение качества транспортных услуг, эффективности и безопасности транспортного процесса, ..., совершенствование системы информационного обмена, учета и документооборота...» [1]. В индексе развития информационно-коммуникационных технологий в 2017 году Республика Беларусь заняла 32 место из 176 стран мира [2], что говорит наша страна не отстает от мировых лидеров по развитию информационных технологий.

Мир идет в сторону информатизации процессов, и мы не отстаём. Стоит отметить, что цифровизация экономики затронет все сферы экономики Беларуси, в том числе и транспортную сферу. Поэтому необходима адекватная трансформация всей транспортно-логистической системы.

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

На построение логистических объектов цифрового типа влияют: появление новых рынков, товаров, работ, услуг; внедрение новых способов управления; разработка новых нормативных актов, стандартов, регламентов информационной и коммуникационной цифровой среды; процесс роботизации; использование искусственного интеллекта, облачных хранилищ данных и др. [3].

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

Опираясь на мнение российских учёных Афанасенко И.Д. и Борисовой В.В. [3], цифровую логистику можно понимать «в узком и в широком смысле слова». В первом случае логистику можно определить как «часть логистических функций и операций, в которых прошли цифровые преобразования с использованием информационно-коммуникационных технологий». Во втором случае, цифровая логистика «является обеспечивающей подсистемой» логистического потока.

Развитие цифровой логистики связано с развитием таких областей: облачные технологии; искусственный интеллект и продвинутое машинное обучение; интеллектуальные («умные», «smart») вещи; виртуальная реальность; цифровой близнец (двойник); блокчейн; диалоговые интерфейсы; архитектура смешанных приложений и сервисов; цифровые технологические платформы, в том числе цифровые платформы в логистике; адаптивная архитектура безопасности.

Экономика, а соответственно, и логистика переместится в интернет. Эффективность цифровой логистики будет в первую очередь зависеть от применяемых технологий, которые позволят воплощать новые логистические решения. Внедрение новой техники позволит также оптимизировать производственный процесс, улучшать недоступные для человеческого мозга.

Для современных транспортных организаций высокий уровень использования информационных технологий в деятельности стал синонимом высокой конкурентоспособности.

Направление цифровизации транспорта может заключаться в следующем [5, с. 227]:

- контроль местоположения товаров, видимость товаров на всем протяжении цепочек поставок и в итоге полная прозрачность перемещения и его контроль;
- предотвращение краж топлива, нецелевого использования транспорта;
- автоматическая диспетчеризация и интеграция с ERP-системами;
- ассистенты водителя и автопилоты движения по трассе, а в перспективе полная автономность транспорта;
- мгновенная инвентаризация логистических складов, товарных залов или контейнеров;

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

- полностью автоматические складские системы, оборудованные роботами и автономными автопогрузчиками;
- мгновенное реагирование на изменение состояния.

Цифровая логистика сокращает затраты времени, труда, финансовые потери, которые связаны с поиском данных для моделирования цепей поставок, оптимизировать транспортный процесс, существенно сократить затраты на его планирование.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стоит также учитывать, что простое внедрение технологий без изменения в управлении методов работы. Простое «оцифровывание» деятельности не принесет максимальных результатов. Здесь применима цитата Б. Гейтса об автоматизации: «Автоматизация эффективной работы увеличивает ее эффективность, автоматизация неэффективной работы увеличивает ее неэффективность».

Внедрение цифровых технологий в жизнь общества также имеет негативные последствия, например:

- монополизация рынка. Чрезмерная информатизация приведет к тому, что горстка влиятельных компаний, как Google, Cisco, Siemens, ThyssenKrupp может полностью завладеть рынком;
- не будет общего «машинного языка» либо общей информационной платформы. В случае, если аппарат не сможет считать RFID-метку незаконченного продукта, процесс прервется, на производстве наступит хаос;
- безопасность сетей. Чем больше устройств соединены через интернет, тем больше вероятность кибер-атак;
- машины займут человеческие рабочие места. Есть прогноз, что в ближайшие 20 лет 47 процентов рабочих мест [4] современного мира будут автоматизированы;
- увеличится разрыв в развитии стран. Индустрия 4.0 может нанести ущерб развивающимся стран, которые ориентированы на производство и аутсорсинг. Этим странам просто не будет дан шанс поднять экономику до «развитой страны».

*Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственная программа развития цифровой экономики и информационного общества на 2016 – 2020 годы, утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 23.03.2016 №235

2. ICT Development Index 2017 // ITU (International Telecommunication Union) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2017/index.html> – Для доступа: 12.05.2019 г.

3. Афанасенко И.Д., Борисова В.В. Цифровая логистика: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2019. – 272 с.: ил. – (Серия «Учебник для вузов»).

4. Индустрия 4.0: что такое четвертая промышленная революция? / Илья Хель // Hi-News.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://hi-news.ru/business-analitics/industriya-4-0-cto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revoluciya.html> – Для доступа: 12.05.2019 г.

5. Ковалев, М. М. Цифровая экономика — шанс для Беларуси : моногр. / М. М. Ковалев, Г. Г. Головенчик. — Минск : Изд. центр БГУ, 2018. – 327, [4] с.

Представлено 28.02.2019г.

ТЕМПОРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
TEMPORAL EVALUATION OF THE EFFICIENCY  
OF TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEM

Р.Б. Ивуть, д-р экон. наук, проф., Н.В. Стефанович,  
О.И. Мойсак, канд. экон. наук,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
R. Ivut, Doctor of economic Sciences, Professor, N. Stefanovich,  
O. Maisak, Ph.D. in Economic,  
Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. В данной статье доказывается, что одним из важнейших комплексных показателей эффективности транспортно-логистической системы является продолжительность полного логистического цикла – время исполнения заказа потребителя (покупателя).*

*Abstract. This article proves that the most important comprehensive indicator of the efficiency of the transport and logistics system is the duration of the full logistics cycle – the time of execution of the order of the consumer (buyer).*

*Ключевые слова: эффективность, логистическая система, качество, оптимизация.*

*Keywords: efficiency, logistics system, quality, optimization.*

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях эффективные транспортно-логистические системы должны быть основаны на понимании того, что время является основным управленческим ресурсом. Ценность времени в современном обществе определяется ускорением темпа жизни.

Именно фактор времени определяет необходимость синхронизации логистических потоков, которая по своей сути представляет собой деятельность по упорядочению во времени и в пространстве поставок продукции необходимого количества и качества. Однако оце-

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

нить согласованность действий, понятия «вовремя» и «своевременно» несмотря на то, что явление времени кажется интуитивно понятным и фундаментальным понятием в науке, достаточно проблематично.

Рассмотрим теоретические и практические аспекты данной проблемы.

#### ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА: ОЦЕНКА ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Производственные и управленческие процессы в нынешних условиях как никогда предполагают согласованность действий во времени. Именно принцип синхронизации лежит в основе диспетчеризации всех процессов, в том числе и знаменитой системы «Канбан». В европейской и американской управленческой практике принцип «точно вовремя» стал термином, получившим широкое распространение. По заключению американского Национального центра производственных наук выявлено, что «из всего множества потенциальных способов повышения продуктивности только те, что руководствуются принципом точно вовремя, статистически достоверно доказали свою устойчивую эффективность».

На современном рынке услуг возникают специализированные организации консалтингового типа, которые своим ростом обязаны новым системам синхронизации. Координация деятельности таких организаций по всей цепочке поставок перерастает в новое качество – временную интеграцию.

По своему содержанию координация деятельности поставщиков по всей цепочке поставок, означает временную интеграцию производственных и транспортных потенциалов участников транспортно-логистической системы. Синхронизируются и интегрируются во времени не только процессы, рождаемые организациями и выходящие за ее пределы, но и генераторы, а также исполнители таких процессов, то есть сами организации. Это новое качество логистического взаимодействия участников логистической цепи поставок.

Рассмотрим несложную задачу логистики по перемещению груза из точки А в точку Б, к назначенному времени (11:00 часам 01 марта 2019 года). Заказ поступил в транспортно-логистическую компанию в 8:00 того же числа. Все параметры выбраны условно.



### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

На выполнение заказа потребуется время как минимум ограниченное интервалом зависящим от скорости перемещения груза из точки А в точку Б. При этом следует осуществить перемещение груза к заданному времени. Значит, время является составной частью цели задачи и выступает одним из условий, при невыполнении которого задача не будет решена. Поставка груза в другое время, возможно и будет удовлетворять получателя в точке Б, а может и нет. Время обозначено ориентиром, результатом, на который направлен процесс.

Получается, что целью в задаче является перемещение груза между заданными точками пространства в заданном интервале времени, то есть задача сведена к согласованию ресурсов, применяемых для перемещения груза, с целевыми пространственно-временными интервалами. Время выступает либо как одна из целей задачи, если рассматривать время отдельно от пространства, либо как параметр цели, если задача рассматривается как пространственно-временная.

При этом транспортно-логистическая компания доставку может осуществить имеющимся подвижным составом или привлеченным им перевозчиком. Запускается еще один процесс - оптимизация, который может позволить получить преимущество, более рациональное использование имеющихся ресурсов, экономию ресурсов. Если заданный интервал, до наступления события слишком мал и недостаточен для запуска процесса оптимизации, то задача будет выполняться наиболее простым способом, будут выбраны ближайшие свободные ресурсы. Наличие достаточно длительного интервала времени, в нашем примере 3 часа, до наступления события дает возможности для запуска дополнительных процессов, открывает «окно возможностей» для оптимизации имеющихся ресурсов, но не гарантирует получение оптимального результата. Значит, полученный дополнительный интервал времени не предоставляет прямых выгод своим наличием, а дает преимущество только в случае запуска дополнительных процессов. Процесс оптимизации ресурсов может длиться очень короткий промежуток времени, например, если он автоматизирован. В этом случае наличие дополнительного интервала времени, до наступления события, дает преимущества для выбора между собственным и привлеченным автотранспортом, но однозначно не способствует получению выгод.

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

Безусловно, каждая современная транспортно-логистическая компания, формируя соответствующее решение поставленной задачи, первостепенной задачей считает оценку ее экономической эффективности. Между тем оценка эффективности логистических систем является сложной методологической задачей. Во-первых, логистическая система является функционально сложным образованием. Во-вторых, наука «логистика» до настоящего времени не имеет более или менее четко выработанных критериев и алгоритмов оценки эффективности логистических систем. В-третьих, действующая система бухгалтерского учета и статистической отчетности предприятий не выделяет многие составляющие логистических издержек, а также прибыль, получаемую в результате реализации конкретных логистических функций.

Эффективность транспортно-логистической системы следует оценивать по двум важнейшим критериям – временному (темпоральному) и экономическому. Логистическая система должна быть, с одной стороны, экономически выгодной, обеспечивающей соответствующий экономический эффект, и, с другой стороны, логистика – это время, поэтому транспортно-логистическая система всегда ориентирована на минимизацию временных издержек при организации товарно-материальных потоков.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Для каждого логистического потока при прочих равных условиях важнейшей характеристикой является время или скорость его перемещения (движения). Чем быстрее без ущерба для качества будет доставлен груз с места его производства к месту потребления (использования), тем при прочих равных условиях более эффективной будет оцениваться работа транспортно-логистической системы.

Представлено 28.02.2019

РАЗВИТИЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК  
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL FREIGHT TRAFFIC  
IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Р.Б. Ивуть, д-р экон. наук, проф.,

Т.Р. Косовская, канд. экон. наук, доц., М.М. Кисель, студ.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

R. Ivuts, Doctor of economical Sciences, Professor,

T. Kosovskaya, PhD in Economy, Associate Professor, M.Kisel, Student,

Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Исследован рынок международных грузовых перевозок Республики Беларусь.*

*Abstract. Investigated the market of international freight traffic of the Republic of Belarus.*

*Ключевые слова: транспорт, международные перевозки, транзит.*

*Key words: transport, transit, international transportation.*

## ВВЕДЕНИЕ

Выгодное географическое положение страны, через территорию которой проходят 2 трансевропейских транспортных коридора, способствует развитию международных автомобильных грузовых перевозок, которые играют важную роль в экономике республики.

Влияние этих перевозок на экономику многопланово и разнообразно и является важнейшим источником валютных поступлений. Стабильная и эффективная работа грузового автотранспорта – важнейшее условие реализации основных программ социального и экономического развития Республики Беларусь.

Однако множество факторов, влияющих на международный транспортный рынок, сложность в определении логистических цепей поставок и управления ими, требуют проведения комплексного и всестороннего их анализа, на основании которого можно разработать

### Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»

рациональные и эффективные схемы грузовых международных автоперевозок.

#### РЫНОК МЕЖДУНАРОДНЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

Республика Беларусь занимает выгодное географическое положение с точки зрения развития международных перевозок грузов и экспорта транспортных услуг, включая транзитные мультимодальные грузоперевозки. Об этом свидетельствует поступление валюты от оказания транспортных услуг. Например, в 2018 году реализовано услуг на сумму 3845,7 млн. долл. США (т.ч. компьютерные услуги – 1585,6 млн. долл. США и поездки – 870,5 млн. долл. США.) На вышеперечисленные услуги приходится 72,3% от всех видов услуг (рисунок 1).

Насколько велика роль автомобильного транспорта для экономики страны, свидетельствует поступление иностранной валюты по экспорту услуг. В 2018 году этот показатель составил 1330,2 млн. долл. США, в то время как в 2015 году только 869,4 млн долл. США. Наибольший удельный вес здесь принадлежит грузовому автотранспорту (рисунок 2).

По итогам 2018 года автомобильный транспорт занимает 2-е место в экспорте услуг (после компьютерных услуг) и 3-е место по сформированному положительному салдо, тоже после компьютерных услуг и железнодорожного транспорта. Доля автомобильного транспорта в общем объеме экспорта транспортных услуг составила 34,6% (рисунок 3).

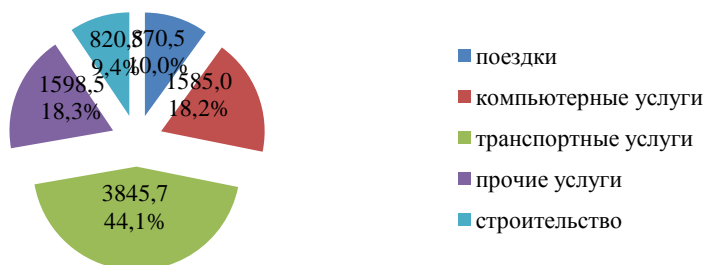


Рисунок 1 – Экспорт услуг Республики Беларусь в 2018 году, млн. долл. США

Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»

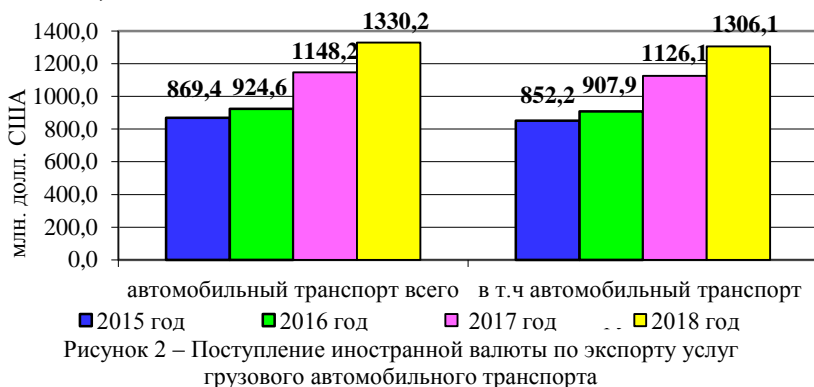


Рисунок 2 – Поступление иностранной валюты по экспорту услуг грузového автомобильного транспорта

Если рассматривать импорт услуг за этот же период времени, то наибольший удельный вес приходится на транспортные услуги (33%), поездки (20,1%) и строительство (19%), а на остальные услуги – 27,9% (рисунок 4).

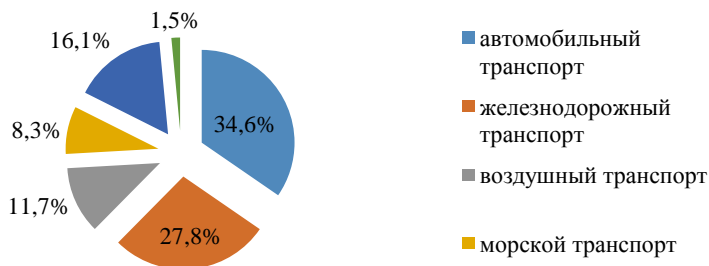


Рисунок 3 – Удельный вес автомобильного транспорта в общем объеме экспорта транспортных услуг в 2018 году, млн. долл. США.

В 2018 году количество грузовых автотранспортных средств, перемещенных через таможенную границу Республики Беларусь с грузом, составило почти 1,8 млн. единиц (белорусские перевозчики – свыше 500 тыс. единиц (30,9% от общего количества)). Для осуществления международных перевозок грузов в республику было ввезено 6620 автотранспортных средств, в т.ч. 2247 седельных тягача, 222 грузовых автомобилей и 4151 полуприцепов. Количество

### Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»

новой техники составило почти 60%. Следует отметить, что самый большой удельный вес пришелся на ввоз бывших в эксплуатации полуприцепов. Так, из 4151 ввезенных полуприцепов 2581 были ранее в эксплуатации (62 %). По сравнению с 2017 годом в страну ввезено на 2148 единиц техники больше (48 %).

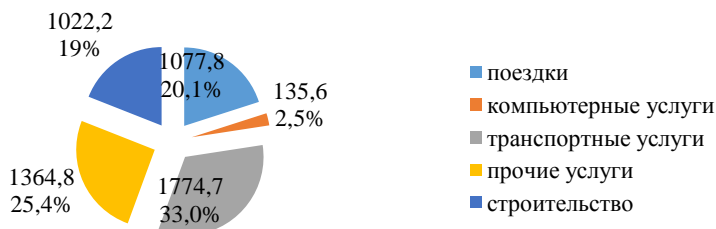


Рисунок 4 – Импорт услуг Республики Беларусь в 2018 году, млн. долл. США

Белорусскими перевозчиками в 2018 году осуществлено около 520 тысяч перевозок, из них по процедуре МДП – свыше 35 тысяч. Однако, удельный вес перевозок, выполненных белорусскими автоперевозчиками по процедуре МДП, в общем количестве международных грузоперевозок, сократился с 68,6% в 2006 до 7,0% в 2018 году. Вышеприведенные показатели свидетельствуют о значительной потере отечественными перевозчиками рынка международных транспортных услуг. Это подтверждается и снижением индекса эффективности логистики.

В прошлом году белорусскими перевозчиками перевезено более 8 млн. т. груза, в т.ч. 6,0% – по процедуре МДП. В 2008 году объем перевозок составил 3,6 млн. т., (по процедуре МДП – 2,6 млн. т.) И если динамика объема перевозок за указанный период положительна и постоянно увеличивается, то второй показатель (по процедуре МДП) резко сократился – с 2,6 в 2008г. до 0,5 млн. т. – в 2018 г., т.е. в 5,2 раза.

Основными направлениями грузоперевозок, выполненных белорусскими перевозчиками, являются перевозки в двустороннем сообщении в/из Республики Беларусь – 73,8%, в/из Российской Федерации – 23,2% и 3% – транзитные.

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

В двухсторонних перевозках, выполненных белорусскими перевозчиками между различными странами, самый большой удельный вес приходится на три страны: Польшу (28,5%), Литву (19,6%) и Германию (14,1%). Аналогичная ситуация сложилась и по процедуре МДП.

В 2018 году иностранными перевозчиками перевезено около 18,7 млн. т. различных грузов, включая 4,1 млн. т. по процедуре МДП. В общем количестве перевозок, осуществленных по территории Беларуси почти половина (48%) приходится на российских перевозчиков, 21% – польских и 11% – литовских.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ показал, что грузовые перевозки в республике в целом развиваются. Только за 2018 год количество и объем перевозок по сравнению с 2017 годом увеличился более чем на 6%, а по процедуре МДП на 19%, а объем перевезенных грузов белорусскими перевозчиками увеличился на 10%. Транзитом осуществлено на 4,5% больше, чем в 2017 году. Однако в двустороннем сообщении, на рынке перевозок внешнеторговых грузов, удельный вес белорусских перевозчиков составил только 69%.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ивуть Р. Б. и др. Логистика транспортирования – Волгоград: Сфера, 2018. – 131 с.

2. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Национальный банк Республики Беларусь – Минск, 2018. – Режим доступа: <http://www.nbrb.by/statistics/balpay>.

Представлено 24.05.2019

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ЛОГИСТИКИ  
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ  
DEVELOPMENT OF INTERNATIONAL FREIGHT TRAFFIC  
IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Р.Б. Ивуть, д-р экон. наук, проф.,  
Т.Р. Косовская, канд. экон. наук, доц., М.М. Кисель, студ.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
R. Ivuts, Doctor of economical Sciences, Professor,  
T. Kosovskaya, PhD in Economy, Associate Professor, M.Kisel, Student,  
Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация.* Проведен анализ уровня развития логистики в республике и предложены направления ее совершенствования.

*Abstract.* The analysis of the level of development of logistics in the country and proposed the directions for its improving.

*Ключевые слова:* логистика, индекс эффективности логистики.

*Key words:* logistics, Logistics Performance Index (LPI).

## ВВЕДЕНИЕ

Логистика в условиях глобализации и повышения конкурентоспособности играет ключевую роль в развитии экономики практически любой страны мира. В настоящее время, это бурно развивающееся направление науки и практики, способствующее снижению издержек в международной сети поставок. Так, в ТС в стоимости изготавливаемой продукции они составляют примерно 25%, а среднемировой показатель находится на уровне почти 11% (США – 10%, Китай – 14%). За счет логистической деятельности в странах ЕС формируется до 25% ВВП, а в странах Таможенного союза – примерно в 2 раза меньше. В Республике Беларусь в последние годы он остается стабильно невысоким. Поэтому требуется проведение комплексного анализа сектора логистики с целью разработки мероприятий, которые будут способствовать развитию всей экономики страны.



*Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*  
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ

Для эффективной и качественной оценки уровня развития логистического потенциала необходима научно-обоснованная и практически приемлемая методика. Следует признать, что вопрос оценки и сравнения логистической среды является достаточно сложным, вследствие чего в мировой практике разработано несколько методических подходов к оценке развития логистического потенциала. Он оценивается как с помощью простых, так и сложных показателей. При оценке логистического потенциала государства используются сложные показатели точечного характера, определяемые, в большинстве случаев путем экспертного опроса. Количество показателей, как и их суммарные индексы, варьируются в значительных диапазонах в различных методиках. Например, в Великобритании в ежегодном отчете The Logistics Report ассоциации Freight Transport Association представляется информация по 52 показателям, объединенных в 5 групп. В 2010 г. Торговой палатой США был создан индекс транспортной производительности, оцениваемый тремя группами показателей. Подобная информация по различным показателям предоставляется и Федеральным управлением шоссеиных дорог США в отчете Freight and Figures.

Формирование логистической системы Беларуси началась с 2000-х гг., однако динамично она начала развиваться с утверждением первой программы развития логистической системы, разработанной до 2015 г., а затем и второй, утвержденной на 2016 – 2020 гг. За это время в стране сформировался понятийный аппарат и нормативно-правовая база в области логистической деятельности. Однако, плановые показатели, которые были утверждены в первой программе, были скорректированы в сторону их уменьшения, вследствие недостаточной научной и практической проработки основных ее положений. Это касалось, в первую очередь, месторасположения и строительства логистических (транспортно-логистических) центров. Многие из них заявлялись как комплексные мультимодальные распределительные центры, предполагающие оказание услуг на уровне 3–4 PL-провайдеров. Однако, в настоящее время большинство из них работают как обычные складские помещения. Можно

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

утверждать, что в Беларуси так и не создан эффективный рынок логистических услуг, а имеется рынок аренды складской недвижимости. Большинство логистических центров существуют за счет аренды помещений. Причин здесь несколько: 1) недостаточное количество логистических компаний, способных оказывать полный набор услуг в сфере логистики; 2) дороговизна аутсорсинговых услуг; 3) крупные промышленные предприятия используют инсорсинг и замыкают все процессы на своих предприятиях; 4) недостаточное количество логистических центров в регионах республики. Большинство построенных центров входят в РУП «Белтаможсервис», являющегося крупнейшим логистическим оператором страны.

Общая складская площадь в 2018 году составила около 850 тыс.кв.м., а современных контейнерных терминалов – 150 тыс.кв.м.. Для сравнения можно привести площадь складских помещений в Киевском регионе, которая составляет свыше 2 млн.кв.м.. В районе Варшавы только площади складов класса «А» и «В» превышает 2,6 млн.кв.м. По прогнозам экспертов, площадь складских помещений класса «А» в Беларуси в текущем году достигнет только 1 млн.кв.м., а в следующем порядка 1,1 млн.кв.м.

Анализ арендных ставок, свидетельствует о наибольших их значениях в столице (класс «А» – 6–7,5 евро; «В» – 4–5 евро и класс «С» – 2–3 евро с НДС). Почти аналогичные ставки установлены в районе МКАД и на расстоянии 2–10 км от нее.

Исследования показывают, что сегмент складской недвижимости имеет следующие недостатки: 1) несмотря на увеличение в последние годы складов класса «А» и ввода новых площадей, качество логистического сервиса, оказываемого логистическими операторами, остается на уровне 2PL-провайдеров; 2) компании, оказывающие аутсорсинговые услуги, не имеют достаточного профессионализма в этой области и не соответствуют современным европейским стандартам. Все это приводит к увеличению затрат на складские операции и низкому качеству выполняемых работ.

Рассмотрим рейтинг Беларуси по критерию «Индекс эффективности логистики (Logistics Performance Index, LPI). Первый рейтинг был проведен в 2007 г., а с 2010 г. проводится экспертами каждые два года более чем в 160 странах. Он составляется на основании об-

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

шемирового опроса международных логистических и экспедиторских компаний по 6 важнейшим критериям развития логистики. Согласно последней методике опроса, она включает две составляющие: первая часть определяет международный индекс LPI; вторая позволяет определить внутренний индекс. Затем, рассчитывается суммарный LPI, который показывает ранг страны среди всех государств, участвующих в рейтинге. Таким образом, первый индекс эффективности логистики – это суммарный показатель эффективности работы шести основных компонентов международного сектора логистики, а второй – внутреннего. В последние годы на первом месте рейтинга находится Германия, имея показатель LPI 4,2 балла, за ней следует Швеция (4,05) и Бельгия (4,04).

В данном индексе Республика Беларусь находится на 103-м месте, хотя в 2007 г. она занимала 74 место. Её позиция значительно ниже Польши (28 место), Литвы (54 место), Украины (66 место), Латвии (70 место), России (75 место) и других стран.

Очень низкий показатель эффективности таможенного и пограничного контроля Беларуси (112 место), отслеживание прохождения груза (109 место), простота организации международных перевозок (134 место). По последнему показателю Республика Беларусь за 2 года опустилась на 24 позиции.

Объем логистических услуг в 2018 г. достиг 302,2 млн.руб., а объем доходов от транзита – 1,6 млрд.долл. Таможенными органами было оформлено около 1,4 млн. транзитных деклараций, из которых 1,05 млн. – с использованием национальных систем гарантий (77% от общего числа). В республике проводилась работа по совершенствованию логистической системы по различным направлениям. Так, принят Закон Республики Беларусь от 9.11.2018 №145-З «О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь «О транспортно-экспедиционной деятельности».

Между Правительством Республики Беларусь и Правительствами других стран (Турции, Латвии, Азербайджана) подписаны различные соглашения, направленные на увеличение объемов логистических услуг, международных перевозок. Кроме того, Республика Беларусь присоединилась к соглашению членов Шанхайской организации сотрудничества по созданию благоприятных условий для международных автоперевозок.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С целью повышения эффективности логистической деятельности, необходимо развивать логистическую инфраструктуру в регионах страны, где имеются возможности для создания условий по комплексному оказанию логистических услуг на уровне 3–4 PL-провайдеров. Следует ужесточить контроль за техническим состоянием транспортных средств, осуществляющих международные перевозки. Операторы, оказывающие логистические услуги, должны адаптировать свои бизнес-модели под отраслевые стандарты и специфические требования ключевых белорусских клиентов. Необходимо совершенствовать и электронный документооборот в сфере логистической деятельности, организация эффективного таможенного оформления при осуществлении международных грузоперевозок, необходимо участие Беларуси в других индексируемых рейтингах в сфере логистики и транспорта, кроме индекса LPI и др.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Jean-Francois Arvis. The Logistics Performance Index and Its Indicators/ Jean-Francois Arvis // *Connecting to Compete* – 2018. – С.10–78.
2. Транспортно-логистическая система Республики Беларусь: теория, методология, практика/ Под общей и научной редакцией Р.Б. Ивутья. – Волгоград: Сфера, 2016. – 292с.

Представлено 24.05.2019

Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»  
УДК 334.01

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО СЕРВИСА  
ОРГАНИЗАЦИИ  
THE EVALUATION OF THE ORGANIZATION'S LOGISTICS SER-  
VICE LEVEL

В.А. Кашлей, А.А.Куиш, П.И. Лапковская,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
V. Kashley, A. Kuish, P.I. Lapkouskaya,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. На основе параметров, характеризующих каждый из пяти логистических PL-провайдеров, в статье представлена оценка сервиса белорусской логистической организации и определён уровень её PL-провайдера.*

*Abstract. The assessment of the service of the Belarusian logistics organization is presented in this article. It is based on the parameters of the logistics service five levels.*

*Ключевые слова: логистическое обслуживание, перевозки.*

*Key words: logistics services, transportation.*

## ВВЕДЕНИЕ

В данной работе мы сосредоточимся на анализе и определении уровня логистического обслуживания компании TRANSCONSULT, предлагающей клиентам комплекс услуг в сфере международных грузоперевозок и логистике. Также на основе критериев оценки уровня логистического сервиса определим перспективы развития, способствующие переходу от одного PL-провайдера к следующему.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО СЕРВИСА ОРГАНИЗАЦИИ

Для того, чтобы провести оценку деятельности организации TRANSCONSULT, необходимо выявить её отличительные черты, которые отражены в следующей сравнительной таблице 1.

В таблице наглядно представлены критерии, определяющие уровень логистического сервиса, благодаря чему можно легко и быстро

Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»  
 (имея данные о деятельности компании) определить уровень её про-  
 вайдера.

Таблица 1 – Основные характеристики PL-провайдеров

Уровень провайдера	1PL	2PL	3PL	4PL	5PL
1	2	3	4	5	6
Тип	Компаний-грузовладельцы	Транспортное предприятие, грузовые терминалы, склады, экспедиторы, агенты, таможенные брокеры	Фирмы, оказывающий комплексный логистический сервис	Интеграторы полного цикла	Интеграторы полного цикла на базе Интернет-логистики
Оказываемые услуги	Транспортировка грузов	Исходя из сферы деятельности: транспортировка грузов, аренда складских помещений, информационные услуги, сопровождение грузов, документальное оформление	Многофункциональность	Интегрированная многофункциональность, комплексность услуг	
Доступ к рынкам сбыта	Местный, региональный	Местный, региональный	Межрегиональный	Глобальный, доставка «от двери до двери»	Глобальный, посредством Интернета
Активы	Материальные активы: собственный парк автотранспорта	Материальны активы: ТС, автобазы, складские помещения, складское оборудование, средства погрузки/разгрузки и т.д. Нематериальные активы: репутация, информация и т.д.	Смещение от владения активами к владению информацией	Управление информацией, интеграция на основе ИТ	Управление информацией в едином информационном пространстве

*Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Взаимоотношения в цепи поставок	-	Разовые сделки, годовые контракты	Долговременные отношения (3-5 лет)	Стратегическое партнёрство	Виртуальное предприятие
Конкурентоспособность	-	Разрозненная	Кооперации логистических посредников, альянсы	Несколько крупных альянсов на рынке [2]	

По типу компания TRANSCONSULT обладает характерными для 3PLуровня параметрами. Так мы можем увидеть, что организация предоставляет следующий комплекс услуг в сфере международных грузоперевозок и логистике:

- доставка грузов в импортном и экспортном направлениях;
- лицензия таможенного перевозчика;
- терминальная и складская обработка;
- команда профессионалов;
- рекомендации от крупнейших российских импортеров и экспортеров;
- гарантия качества.

Помимо преимуществ компании в сфере предоставляемых услуг, следует отметить, что высокий уровень сервиса TRANSCONSULT подтвержден членством в региональных и международных ассоциациях: FIATA, БАМЭ, БАМАП, БелТПП, BLB [1].

На сегодняшний день у логистической организации TRANSCONSALT есть предпосылки для перехода на более высокий уровень логистического сервиса, поскольку данная компания имеет как надёжных поставщиков, так и проверенных партнёров и, кроме того, предоставляет широкий спектр услуг. Но нельзя не упомянуть наличие проблем, с которыми связан «застой» в переходе на следующий уровень.

Разрешению проблемы развития 4 и 5 уровней логистического сервиса будет способствовать организация процедур добровольной сертификации логистических услуг на соответствие требованиям СТБ 2306–2013. Наличие сертификата подтвердит добросовестность

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

логистического провайдера, будет способствовать созданию благоприятного образа, обеспечит ему дополнительное конкурентное преимущество, а также позволит систематизировать участников логистического сервиса в соответствии с европейскими и национальными стандартами.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, приведённые в статье характеристики логистического сервиса, позволяют произвести достаточно точную оценку уровня PL-провайдера организации, определить проблематику, замедляющую переход на следующий уровень и разработать пути ускорения перехода посредством решения выделенных проблем.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Международные перевозки грузов Европа, Россия, СНГ – ООО «Трансконсалт Брест» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.transconsult.by/>. – Дата доступа: 13.05.2019

2. Управление и организация грузоперевозок автотранспортным логистическим предприятием. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://thelib.ru/books/s\\_yu\\_nesterov/upravlenie\\_i\\_organizaciya\\_gruzoperevozok\\_avtotransportnym\\_logisticheskim\\_predpriyatiem-read-2.html](http://thelib.ru/books/s_yu_nesterov/upravlenie_i_organizaciya_gruzoperevozok_avtotransportnym_logisticheskim_predpriyatiem-read-2.html). Дата доступа: 13.05.2019.

Представлено 13.05.2019



Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»  
УДК 658 (7)

ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ  
УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ  
ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC MECHANISM  
OF LOGISTICS SYSTEMS MANAGEMENT

П.И. Лапковская, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
P. Lapkouskaya, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Формирование логистических систем различных уровней требует применения комплексного подхода и определение механизма управления.*

*Abstract. The formation of logistics systems at various levels requires an integrated approach and the definition of a management mechanism.*

*Ключевые слова: логистическая система, механизмы управления.*

*Key words: logistics system, mechanisms of control.*

## ВВЕДЕНИЕ

При создании микро- и макрологистических систем важное значение имеет разработка организационно-экономического механизма управления. Для этого необходимо решить следующие задачи:

- определить цели, задачи и принципы механизма;
- определить условия и факторы функционирования механизма;
- определить субъектов механизма;
- сформировать объекты управления;
- разработать методы, способы и инструменты формирования;
- определить результат и разработать систему мониторинга результатов.

На основании целей формирования логистических систем и выбранного направления стратегического развития формируются параметры эффекта: результат, который должен быть достигнут. Целями создания эффективного организационно-экономического механизма управления могут быть следующие:

- рост капитализации объекта управления;

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

- получение максимальной прибыли;
- повышение конкурентных преимуществ объекта управления;
- социальные ориентиры, которые связаны в данном случае с проведением эффективной жилищной политики государства и повышением качества жизни людей, в том числе с привлечением маркетинговых инструментов [1].

В зависимости от выбранного направления развития происходит ранжирование целей по степени важности, в соответствии с этим ставятся основные задачи формирования механизма управления:

- оптимизация внутренних бизнес-процессов объекта;
- увеличение скорости восприятия инноваций;
- учет факторов эффективности производства услуг при формировании стратегических и оперативных управленческих решений;
- максимальное использование ресурсов, раскрытие потенциала.

### ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ

Разработанный организационно-экономический механизм управлениями логистическими системами включает следующие составляющие:

- 1) качество логистического менеджмента в организациях;
- 2) регулирование процессов формирования микрологистических систем на мезоуровне;
- 3) качество государственного регулирования процессов формирования макрологистической системы страны;
- 4) рыночное саморегулирование формирования микрологистических систем;
- 5) глобальные процессы интеграции субъектов хозяйствования мировой экономики [2].

В качестве субъектов организационно-экономического механизма формирования логистических систем выступают руководители организаций, отраслевые министерства, руководство страны.

Объектами разработанного организационно-экономического механизма являются микрологистические системы организаций, макрологистическая система и логистическая система страны, задачами которых соответственно являются:

- эффективное использование экономических ресурсов;

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

- оптимизация логистических потоков в микрологистических системах и макрологистической системе;
- стимулирование создания логистических систем в экономике.

Таким образом, предлагаемая модель организационно-экономического механизма формирования логистических систем позволяет:

- определить элементы функционирования и субъектов организационно-экономического механизма управления логистическими системами, сформировать объекты управления, разработать методы, способы и инструменты формирования, определить цели, задачи и результат формирования логистических систем;

- наметить пути решения проблемы разработки и практического использования механизмов управления эффективностью в зависимости от стратегических целей логистической системы, влияния факторов внутренней и внешней среды;

- выявить форму организации взаимодействия участников макрологистической системы, структур и микрологистических систем организаций, их внутренних бизнес-процессов, а также механизмы обеспечения этого взаимодействия.

Особенности развития логистики и построения логистических систем в нашей стране во многом будут определяться институциональным фактором, заключающимся в необходимости государственного регулирования этих процессов, включая налоговое и таможенное регулирование. Важность этого фактора для формирования логистических систем определяется программными задачами социально-экономического развития административно-территориальных объектов, политическими, экологическими, военными, национальными, социальными и другими целями. Системный подход к организации ресурсного обеспечения предприятий на принципах логистики будет способствовать получению более весомого эффекта от реализации государственных программ [3].

Необходимость протекционистской политики и защиты отечественных производителей строительных материалов, торговых, транспортных, экспедиторских и других фирм-посредников, проведение единой финансовой, тарифной, налоговой, таможенной политики, задачи лицензирования и сертификации требуют государственного регулирования как на республиканском, так и региональных

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

уровнях. При этом формируемые макро- и микрологистические системы будут являться важным средством реализации международных, республиканских и региональных целевых программ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокая ресурсная и энергетическая зависимость Республики Беларусь, мощный научно-технический потенциал, наличие геополитических преимуществ в системе международных хозяйственных связей могут и должны быть более эффективно использованы, в том числе за счет формирования макро- и микрологистических систем различных типов и моделей во всех отраслях национальной экономики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лещенко, П.И. Особенности этапов маркетинговых исследований при оптимизации параметров строительных элементов / П. И. Лещенко, Н. А. Дубровский // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Д, Экон. и юрид. науки. – 2011. – № 14. – С.56–63.

2. Лапковская, П.И. Организационно-экономический механизм формирования логистических систем в строительной отрасли / П. И. Лапковская // Логистические системы и процессы в условиях экономической нестабильности: материалы III Междунар. заоч. науч.-практ. конф., Минск, 26–27 нояб. 2015 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол. : В. В. Апанасович (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2015. – С. 196–199.

3. Лещенко, П. И. Логистика и конкурентоспособность строительной продукции: значение и взаимосвязь понятий / П. И. Лещенко // Научные стремления–2011.: сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Минск, 14–18 ноября, 2011 г. / НАН Беларуси; редкол. : А.Л. Волченко [и др.]. – Минск, 2011. – Т. 2 – С. 550–554.

Представлено 15.05.2019

Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»  
УДК 658 (7)  
ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ РИСКОВ ОРГАНИЗАЦИЙ  
THE RESEARCH OF ORGANIZATIONS' LOGISTICS RISKS

П.И. Лапковская, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
P. Lapkouskaya, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Логистическая деятельность организации сопровождается возникновением рискованных ситуаций, которые характеризуются в результате получением либо финансовых потерь, либо прибыли. Каждая транспортно-логистическая организация стремится минимизировать возможные потери и увеличить прибыльность своей деятельности, что обуславливает актуальность данной темы.*

*Abstract. The logistics activity of the organization is accompanied by the occurrence of risk situations, which are characterized as a result of receiving either financial losses or profits. Each transport and logistics organization seeks to minimize potential losses and increase the profitability of its activities which makes this topic relevant.*

*Ключевые слова: логистические риски, управление, методы оценки.*

*Key words: logistics risks, management, valuation methods.*

## ВВЕДЕНИЕ

Расширение перечня предоставляемых услуг приводит к возникновению большого количества рискованных ситуаций как при погрузке и транспортировке товаров, так и при их разгрузке. Именно поэтому большинство организаций уделяют особое внимание системе управления рисками, их оценке и методам снижения вероятности их возникновения. Наибольшей проблемой в настоящее время является недостаточность изучения вопросов риск-менеджмента и отсутствие единой стратегии управления рисками, следовательно.

*Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*  
ИССЛЕДОВАНИЕ РИСКОВ

В экономике как науке отсутствует общепризнанное понятие риска, потому авторы, рассматривая данный вопрос, предлагают различные трактовки. Так, например, В. И. Сергеев определяет риск как вероятность наступления события, влекущего возникновение ущерба [1, с. 383].

В работе Н.И. Борового, Р.Б. Ивутя приводится следующее определение: «риск – это возможность наступления события, выражающегося в вероятной потере части своих ресурсов, недополучении доходов или появлении дополнительных расходов по сравнению с прогнозными вариантами» [2].

В транспортной деятельности наибольший вес принадлежит логистическим рискам, так как данный вид деятельности напрямую связан с организацией и управлением материальными, информационными и финансовыми потоками, заключающимся в транспортировке грузов, оформлении и передаче товаросопроводительных документов и получении прибыли от перевозки.

Поскольку существует множество определений понятия «логистический риск» и нет единого мнения в выделении его основных свойств, работа будет основываться на том, что логистические риски – это риски выполнения логистических операций при транспортировке, складировании, грузопереработке, управлении запасами и риски логистического менеджмента, возникающие на разных уровнях логистической системы и связанные с возможностью возникновения сбоев в движении материальных, финансовых и информационных потоков.

Классификация логистических рисков позволяет разделить их на внешние, не зависящие от организации цепи поставок (стихийные бедствия, изменения политической и экономической ситуации в стране, военные действия и пр.), и внутренние, связанные с управлением перевозками (выбор клиентов и перевозчиков, расчет стоимости перевозок, корпоративная обстановка, уровень соблюдения техники безопасности, политика компании и маркетинговая стратегия).

При попытках классификации логистических рисков рисковые ситуации в различных классификационных группах дублируются, классификационные признаки для выделения групп не выдерживаются, по одной или нескольким группам рисков могут быть отнесены

*Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

и факторы, и источники, и причины риска, сама рискованная ситуация и ее последствия [3, с. 11].

Среди рисков транспортных организаций можно выделить риски роста конкуренции, сложности в преодолении барьеров при вхождении на рынок, изменения в транспортном законодательстве, предъявления новых требований к процедурам лицензирования, отсутствия надежной страховой защиты.

Методы оценки риска могут быть классифицированы различными способами, что обеспечивает понимание их преимуществ и недостатков. Классификация методов связана с этапами процесса оценки логистического риска. Для каждого этапа оценки применимость метода оценки риска определяется по шкале: строго применим (СП), применим (П) и не применим (НП) (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика применимости методов оценки логистических рисков

Наименование метода	Процесс оценки риска				
	Идентификация риска	Анализ риска			Сравнительная оценка риска
		Последствие	Вероятностные характеристики	Уровень риска	
Мозговой штурм	СП	НП	НП	НП	НП
Контрольные листы	СП	НП	НП	НП	НП
Предварительный анализ опасностей	СП	НП	НП	НП	НП
Метод Дельфи	СП	НП	НП	НП	НП
Анализ перво-причины	НП	СП	СП	СП	СП
Анализ сценариев	СП	СП	П	П	П
Анализ дерева событий	П	СП	П	П	НП
Анализ дерева решений	НП	СП	СП	П	П
Марковский анализ	П	СП	НП	НП	НП
Моделирование методом Монте-Карло	НП	НП	НП	НП	СП

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

На выбор метода оценки логистических рисков влияют следующие факторы:

- сложность проблемы и методов, необходимых для анализа риска;
- характер и степень неопределенности оценки риска, основанной на доступной информации и соответствии целям;
- необходимые ресурсы: временные, информационные и другие;
- возможность получения количественных оценок выходных данных.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, подробная классификация методов позволяет выбрать наиболее подходящий способ оценки возможного риска, а также большинство из них предусматривает получение как количественных, так и качественных результатов.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Семененко, А.И. Логистика. Основы теории: Учебник для вузов / А. И. Семененко, В.И. Сергеев. – СПб.: Издательство «Союз», 2001. – 544 с.
2. Боровой, Н.И. Расчет рисков от создания трансграничных транспортно-логистических систем / Н. И. Боровой, Р. Б. Ивуть, В. В. Равино // Логистические отношения в сфере транспортных процессов: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию автотракторного факультета. – Минск: БНТУ, 2011. – С. 121–132.
3. Левина, Т.В. Формирование системы управления логистическими рисками в цепях поставок строительных предприятий / Т. В. Левина. – Москва, 2014. – 154 с.

Представлено 11.05.2019



Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»  
УДК 316.422.44

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС  
В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ  
SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROGRESS  
IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Э.М. Гайнутдинов, д-р экон. наук, проф.,  
Л.И. Поддерегина, канд. экон. наук, доц.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
E. Gaynutdinov, Doctor of economic Sciences, Professor,  
L. Podderegina, PhD in Economy, Associate Professor  
Belarusian national technical university, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Излагаются проблемы реализации требований научно-технического прогресса в отечественном автомобилестроении.*

*Abstract. Implementation of requirements of scientific and technical progress in domestic automotive industry is got by more and more real value.*

*Ключевые слова: научно-технический прогресс, автомобилестроение, конкурентоспособность, производство, технология, экономика.*

*Key words: scientific and technical progress, automotive industry, competitiveness, production, technology, economy.*

## ВВЕДЕНИЕ

В период построения рыночной экономики вопрос реализации требований научно-технического прогресса в отечественном автомобилестроении становится всё более актуальным, что является закономерным для всего периода существования мировой цивилизации. Научно-технический прогресс осуществляется в двух формах: эволюционной и революционной. Для нашей страны характерна эволюционная форма развития.

Длительный период существования планово-распределительной экономики советской системы привёл к дискредитации понятия

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

научно-технического прогресса, как явления, обеспечивающего конкурентоспособность сложной технической продукции автомобилестроения. Лозунги «догнать и перегнать» страны с развитой рыночной экономикой в области реализации требований научно-технического прогресса оставались не реальными, так как объективной основы для такого соревнования никогда не было. Для того, чтобы производить сложную техническую продукцию автомобилестроения необходимо иметь соответствующую организационно-техническую производственную базу: оборудование, технологию, систему организации производства и т.д. Упрощённая схема сложившейся ситуации в настоящее время может быть сформулирована следующим образом: для изготовления сложного технического изделия (автомобиля) необходимо иметь современное оборудование, которое, в свою очередь, нужно сконструировать и изготовить, но для его создания опять-таки необходимо иметь современную организационно-техническую базу на основе информационных технологий..

Может ли быть создана такая база в обозримом будущем? В советский период, в условиях огромной концентрации средств в руках государства такая база не была создана.

В условиях перехода к рыночной экономике сокращается концентрация средств в руках любого инвестора, развивающего производственную базу сложной технической продукции. Отсюда следует вывод о невозможности решения указанной задачи собственными средствами. Расчёт на кардинальную помощь стран с развитой рыночной экономикой эфемерен, ибо он связан с огромным количеством предварительных условий политического, экономического, социального характера.

Расширение отечественного производства сложной технической продукции автомобилестроения в расчёте на её экспорт является важнейшей стратегической задачей, ибо на западном рынке сложная отечественная продукция может быть конкурентоспособной.

Исходя из вышеизложенного, напрашивается вывод о необходимости изготовления сложной технической продукции автомобилестроения, требующего совершенствования отечественного производства..

Объёмы производства сложной технической продукции должны быть обозначены внутренними отечественными потребностями и до-

*Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

говорными обязательствами с другими странами, а импорт зарубежной продукции должен быть ограничен с учётом возможностей отечественного производства аналогичной продукции.

Производственные мощности предприятий, выпускающих сложную техническую продукцию автомобилестроения, должны переориентироваться на изготовление более сложной современной продукции, пользующейся спросом на внутреннем рынке и являющейся более конкурентоспособной на внешних рынках.

Важнейшим стратегическим направлением развития производственной деятельности предприятий-изготовителей сложной технической продукции должно быть целевое организационно-техническое оснащение отечественного производства на основе информационных технологий.

Представлено 11.05.2019

УДК 620.92: 629.1

АНАЛИЗ СИТУАЦИИ И ПУТИ РЕШЕНИЯ СНИЖЕНИЯ  
ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ  
ANALYSIS OF THE SITUATION AND WAYS TO SOLVE  
THE REDUCTION OF ENERGY CONSUMPTION IN TRANSPORT

Л.А. Липницкий<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.,

Т.В. Пильгун<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.,

<sup>1</sup>Международный государственный экологический институт  
им. А.Д. Сахарова БГУ, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

L. Lipnitski<sup>1</sup>, Ph.D. in Engineering, Associate professor, T.V. Pilgun,  
PhD of Engineering Sciences, Associate Professor

<sup>1</sup>International State University Sakharov Environmental Institute  
Republic of Belarusian, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация.* Исследование ситуации и путей решения снижения  
расходования энергии на транспорте.

*Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

*Abstract. Investigation of the situation and solutions to reduce energy consumption in transport.*

*Ключевые слова: транспорт, энергия, потребление, экономия*

*Key words: transport, energy, consumption, savings*

## ВВЕДЕНИЕ

По уровню потребления энергии транспорт можно отнести к одному из наиболее энергоемких секторов экономики. По разным оценкам на транспорт приходится от 20 до 30 % потребляемой энергии. Согласно информации, предоставленной Европейским агентством по окружающей среде (ЕЕА), если брать во внимание только энергию, которая расходуется при конечном потреблении, без учета затрат энергии на производство и транспортировку энергоносителей, то на транспорт приходится самая большая доля конечного потребления энергии – 31,5 % [1].

## АНАЛИЗ СИТУАЦИИ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Значительная доля потребляемых энергоресурсов на транспорте приходится на продукты нефтепереработки (66 %). Доля электрической энергии пока занимает незначительную часть в этом секторе экономики (3–4 %) [2]. Это в свою очередь приводит и к большой экологической нагрузке, которую городской транспорт оказывает на окружающую среду.

Автомобильный транспорт занимает лидирующее место в потреблении энергии среди других видов транспорта, на него приходится до 49 % всей потребляемой в данной отрасли энергии [3]. Одновременно тут сосредоточен и наибольший потенциал для ее экономии.

Если рассматривать общественный пассажирский транспорт, то наибольшая доля затрат приходится на железнодорожный транспорт, за которым следует автомобильный наземный и затем авиационный транспорт. Однако общая доля общественного транспорта в потреблении энергии составляет около 9–10 % [2].

Среди грузового транспорта наиболее эффективным способом снижения энергопотребления является путь структурного перераспределения затрат на перевозку грузов. Наиболее эффективным с точки зрения расходования энергии и экономических затрат является водный транспорт, хотя на его долю приходится всего лишь около

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

2 % всех грузоперевозок [4]. В тоже время водный транспорт также имеет ресурс экономии топлива, связанный с использованием малоэффективных конструкций двигателей. Также замечание можно отнести и к вопросу использования более совершенных двигателей в воздушном транспорте.

К еще одному из реальных потенциалов эффективного расходования энергии можно отнести оптимизацию транспортного движения в городах с созданием рационально организованных главных автомобильных магистралей, транспортных развязок, системы регулирования движения транспортных потоков.

Для транспортных средств, находящихся в эксплуатации наиболее действенным методом является проведение ежегодного планового технического осмотра, позволяющего выявить причины неэкономичного расходования топлива. Но наиболее эффективным и действенным методом является перевод как автомобильного, так и других видов транспорта на альтернативные источники энергии. Наиболее простым из них является перевод автомобилей на природный газ, который в несколько раз дешевле бензина и расход ненамного выше. При этом газ полностью сгорает в двигателе, что повышает эффективность его использования.

В тоже время наиболее эффективным является путь перевода транспорта на электрическую энергию с одновременным поиском более эффективных способов получения этого вида топлива, среди которых все большую популярность в мире получают возобновляемые методы. Использование электрической энергии имеет перспективу практически во всех видах транспорта, особенно по мере развития технологий в этой области.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Значительный потенциал в экономии энергии заключается в правильной организации работы транспорта и внедрении современных энергоэффективных технологий.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Eva Hoos European Commission 2011. A new Directive on Energy Efficiency. Retrieved 11 October 2011.

*Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

2. Ушаков В.Я. Потенциал энергосбережения и его реализация на предприятиях ТЭК/ В.Я. Ушаков, Н.Н. Харлов, П.С. Чубик ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 283 с.

3. Потенциал повышения энергоэффективности в России // Новые химические технологии - [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://www.newchemistry.ru/letter.php?n\\_id=7676](http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=7676) – Дата обращения: 02.04.2019.

4. Чирков А.Н. Анализ грузооборота и пассажирооборота по видам транспорта // Nauka-rastudent.ru. – 2017. – No. 06 (042) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://nauka-rastudent.ru/42/4291/>. – Дата обращения: 02.04.2019.

Предоставлено 15.04.2018

УДК 656.022.8

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ  
МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ  
STUDY OF CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT  
OF INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDORS

Т.В. Пильгун, канд. техн. наук, доц.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
T. Pilgun, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. На основе анализа основных событий геополитического и экономического развития стран и регионов сделаны выводы об актуальности исследований современного потенциала транспортных коридоров и оценки целесообразности их развития.*

*Annotation. On the basis of the analysis of the main events of geopolitical and economic development of countries and regions conclusions about the relevance of studies of the modern potential of transport corridors and assess the feasibility of their development.*

*Ключевые слова: транспортные коридоры.*

*Keywords: transport corridors.*

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с тем, что за 15 последних лет произошли заметные сдвиги в геополитической и экономической ситуации в мире, актуальным остается вопрос устойчивости опорной сети транспортных коридоров и их общественной значимости для стран и регионов. Это и стало предметом проведенных исследований.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Интегрированная региональная транспортная сеть – панъевропейские международные транспортные коридоры (МТК), создана Евросоюзом в 1978–1994 годы в связи со стремительным ростом грузопотоков. Была определена принципиальная задача транспортных коридоров – концентрация грузо- и пассажиропотоков на магистралях, имеющих высокопроизводительные технические устройства, обеспечивающие максимальную пропускную и провозную способность и высокий уровень транспортного обслуживания.

Следом за Евросоюзом в ходе трех международных транспортных конференций в 1998, 2000, 2003 годах в г. С. Петербурге были сформированы Евроазиатские транспортные коридоры [1]:

«Транссиб», соединяющийся со вторым панъевропейским коридором: направление Европа – Россия – Япония с ответвлениями на Казахстан – Китай, Корейский полуостров, Монголию – Китай;

«Север – Юг»: направление Северная Европа – Российская Федерация с тремя ответвлениями на Кавказ, Центральную Азию, через Каспийское море на Иран и Индию;

«Южный»: Юго-Восточная Европа – Турция – Иран с двумя ответвлениями на Китай через Центральную Азию и Южную Азию;

«ТРАСЕКА»: Восточная Европа – через Черное море – Кавказ – через Каспийское море – Центральную Азию;

На третьей Евроазиатской конференции также был признан МТК «Северный морской путь».

Знание перспектив развития МТК обуславливает целесообразность своевременного инвестирования в развитие инфраструктуры МТК, внедрение инновационных решений, совершенствование технологических процессов в рамках МТК.

Изменения, наблюдаемые в международных торговых потоках, связанные с активным экономическим развитием стран Восточной и

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

Центральной Азии стали причиной внимания к перспективам МТК. Глобальная инициатива Китая «Один пояс – один путь», способствует пересмотру или совершенствованию существующих и созданию новых торговых и транспортных коридоров между более чем 60 странами Азии, Европы и Африки.

Сравнительный анализ статистики международной торговли товарами [2] по Китаю и Европейскому союзу (28 стран) показал, что в период с 2006 по 2016 годы по Китаю экспорт и импорт в евро вырос соответственно в 2,45 и 2,27 раза, а в ЕС экспорт и импорт увеличен соответственно в 1,52 и 1,25 раз. Увеличилась и доля национального экспорта и импорта Китая в мировом экспорте и импорте за 10 лет соответственно с 11% до 17% и с 8% до 12%. По ЕС доля экспорта в мировом экспорте снижена с 16% до 15% и доля импорта с 18% до 14% за 10 лет.

Анализ событий в связи с инициативой "Один пояс – один путь" показывает, что этот масштабный проект отчасти превращается в разветвленный транспортный проект, сочетающий в себе несколько маршрутов, имеющих одно направление – Европа.

Особую заинтересованность в МТК стали проявлять центрально-азиатские и кавказские республики, через территории которых проходили древние торговые пути между Азией и Европой, так называемый «Шелковый путь».

В рамках исследования проанализированы наиболее значимые события, которые наблюдаются в политической и экономической жизни стран и влияют на их стратегические ориентиры. Приведенные ниже и другие события создают конкуренцию и их необходимо учитывать в новых глобальных транспортных планах:

1. Строительство и введение в эксплуатацию железнодорожной линии «Баку – Тбилиси – Карс (Турция)» в ноябре 2017 года, соединившей Китай, Среднюю Азию, Закавказье, Турцию, страны Евросоюза и обеспечивший кратчайший маршрут из Китая в Европу. Этот коридор – один из множества «Транскаспийских международных транспортных маршрутов (ТМТМ)», возникающих на фоне конкуренции стран Азии, Кавказа, а также Каспийского региона, который рассматривается в качестве «ворот» экспорта товаров в направлении стран Закавказья и Европы [3].



### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

2. Активизировалось обсуждение нового транспортного коридора с шириной колеи 1520 мм до Братиславы и Вены. Австрия, Словакия, Россия и Украина в течение многих лет обсуждают проект продления функционирующей железной дороги колеи 1520 мм от Кошице (Словакия) до Вены. В настоящее время эта колея функционирует от Украины по территории Польши до г. Кошице.

3. Прогнозирование препятствий по пропуску грузопотоков на погранпереходах с Польшей по коридору, который называют «Восток-Запад» и включающий 2-ой панъевропейский коридор. Согласно оптимистичным прогнозам КНР объем перевозок между Азией и Европой к 2020 году составит до 500 тыс. TEU и возрастет в 12 раз. При таком росте эксперты рассматривают Польшу как барьерное место.

4. В 2018 году озвучено развитие нового транспортного коридора в Европу, проходящего через Калининградскую область. Предполагаются мультимодальные перевозки с перевалкой на морские суда в портах Калининградской области с учетом создания хаба в регионе. Планируется переключение отдельных контейнерных маршрутов, которые пересекают границу с Европой по западным погранпереходам Беларуси.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Проведенные исследования показали, что наравне с устойчивым развитием известных транспортных коридоров европейской части на территории Евразийского региона постепенно формируется сеть сухопутных МТК. Все еще наблюдается процесс становления коридора «Север – Юг», коридор «Транссиб» (Восток – Запад) достаточно конкурентоспособный, вместе с тем, по оценкам экспертов, участки этого коридора не наполняются ожидаемыми транзитными евроазиатскими грузопотоками. Прекратилось упоминание коридора «Трасека». На фоне перечисленных процессов намечаются и уже существуют направления интенсивных грузопотоков, которые пока еще не идентифицированы как транспортные коридоры.

В условиях геополитических и экономических ситуаций многие проекты, разработанные 10 – 15 лет назад по МТК, нуждаются в исследованиях их современного потенциала и целесообразности их дальнейшего развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Транспортные связи Европа-Азия. /Сборник материалов Европейской конференции министров транспорта. – ISBN 92-821-0381-1 - © ЕКМТ, 2006 – С.48–49.

2. Каталог статистики международной торговли товарами. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://data.trendeconomy.ru/dataviewer/eurostat/ext\\_go\\_lti\\_int/ext\\_lt\\_introle](http://data.trendeconomy.ru/dataviewer/eurostat/ext_go_lti_int/ext_lt_introle) [Дата обращения: 16.04.2019].

3. БТК является кратчайшим маршрутом между Китаем и Европой. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.trend.az/business/economy/3044484.html> [Дата обращения: 16.04.2019].

Представлено 15.05.2019

УДК 338.2(476) + 316.42(476)

ИНТЕГРАЦЫЙНЫЯ ПРАЦЭСЫ: ВЫМЯРЭННЕ САЦЫЯЛЬНА-  
ЭКАНАМІЧНАЙ БЯСПЕКІ Ў ПРАМЫСЛОВАСЦІ  
INTEGRATION PROCESSES: THE MEASUREMENT  
OF SOCIO - ECONOMIC SECURITY IN THE INDUSTRY

Д.М. Швайба, канд. экан. навук, дац.,

Мінская абласная арганізацыя Беларускага прафсаюза работнікаў  
хімічнай, горнай і нафтавай галін прамысловасці,  
г. Мінск, Рэспубліка Беларусь

D. Shvaiba, Ph.D. in Economics,

Minsk regional organization of the Belarusian trade Union  
of workers of chemical, mining and oil industries

*Анатацыя. Галоўным ацэначным вынікам прагнозу сацыяльна-эканамічнай бяспекі лічыцца яе ўзровень, які абагульнена адлюстроўвае становішча бяспекі прамысловага сектара ў пэўным перыядзе часу. Дакладнасць вызначэння значэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі абумоўлівае выбар мер ахоўнага характару і методык іх рэалізацыі. Дадзеная залежнасць адлюстравана ў мностве тэарэтычных разробтак праблем забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі макраэканамічных аб'ектаў.*

### Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»

*Abstract. The main estimated result of the forecast of socio-economic security is its level, which generally reflects the security situation of the industrial sector in a certain period of time. The accuracy of determining the value of socio-economic security determines the choice of protective measures and methods of their implementation. This dependence is reflected in a variety of theoretical developments of problems of socio-economic security of macroeconomic objects.*

*Ключавыя словы:* сацыяльна-эканамічная бяспека, макраэканоміка, прамысловы сектар.

*Key words:* socio-economic security, macroeconomics, industrial sector.

### УВЯДЗЕННЕ

Даследаванне самых папулярных метадалагічных падыходаў да узроўневага вымярэння сацыяльна-эканамічнай абароненасці ўяўляе магчымасць усталяваць, што іх палажэнні прадугледжваюць большай часткай складваючыся ўнутрыкраінавыя абставіны рэалізацыі працэсу ўзнаўлення. Спецыфічнасць ўздзеяння вонкавага асяроддзя адлюстравана толькі з дапамогай ацэнкі разнастайных рызык, у тым ліку – краінавай. Гэта тлумачыцца тым, што канцэптуальная база узроўневага вымярэння сфарміравана па прынцыпе прыярытэтнасці праблемы пераадолення крызісных абстаноў у прамысловым сектары ў асобныя перыяды сацыяльнага станаўлення [1, с.59].

### АСНОЎНАЯ ЧАСТКА

Прадстаўленая праблема выявілася і была апісана ў 90-х г. XX ст. з прычыны хуткага станаўлення трансфармацыйных працэсаў у Еўропе, якія суправаджаюцца крызіснымі праявамі ў эканоміцы. Ва ўзгадненні з яе асаблівасцямі, вымярэнне значэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі вытворчых сістэм нацэлена на вектар каскаднай эскалацыі крызісных сімптомаў і чакання наступнага зрушэння ў горшы бок абстаноўкі [2]. У следстве гэтага паказчыкі сацыяльна-эканамічнай бяспекі фіксаваны па парогавым станам жыццезабеспечваючых падсістэм, якія ў пэўнай ступені адлюстроўваюць ступень выніковасці праводзячыхся антыкрызісных мер. Па сутнасці, парогавыя паказчыкі і спосабы іх

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

прымянення ў узроўневых вымярэннях па накіраванасці пагаршаючага стану вытворчай сістэмы (напрыклад, «перадкрызіснае–крызіснае–крытычнае–катастрафічнае») у агульным аб'ёме склалі інструментальную базу вызначэння ніжняй мяжы сацыяльна-эканамічнай бяспекі прамысловага сектара ў дачыненні да стадыі рэгрэсу вытворчасці і заняпаду. Зрэшты пры фарміраванні фінансава-эканамічнай мадэлі, якая прадугледжвае падключэнне звёнаў вытворчага працэсу краіны ў працэсы інтэрнацыяналізацыі, замене стадыі (фазы) прамысловай дынамікі і ўвядзенні падчас ўздыму, каштоўнасці і задачы вывучэння праблем абароны дзяржаўных інтарэсаў памянліся [3, С.29; 4, С. 82; 5, С. 38]. Шмат у чым гэта абумоўлена не толькі вынікамі змены структуры ўнутранага і вонкавага асяроддзя, але і тэндэнцыяй глабальнага прамысловага станаўлення, эвалюцыяй метадык падтрымання прыярытэтных сектараў эканомікі і рэсурсаў грамадства па забеспячэнні абароны вытворчай сістэмы.

Пры правядзенні узроўневых вымярэнняў спатрэбіцца прымаць да увагі вынікі трансфармацыйных працэсаў структуры прамысловага сектара. Сутнасць праблемы заключаецца ў тым, што пачатковыя перадумовы, якія прымаюцца ў узроўневых вымярэннях сацыяльна-эканамічнай бяспекі, зададзены верагоднай эскалацыяй неспрыяльных станаў прамысловага сектара, якія ўласцівыя для не вельмі спрыяльных абстановак і фазы заняпаду. Асаблівасці фазы прамысловага ўздыму (дастатковасць для пашыранага ўзнаўлення рэсурсаў "адаленасць" бягучага стану ад крытычных значэнняў, мінімальнае колькасць небяспек з верагоднымі негатыўнымі наступствамі і інш.) у ўзроўневых вымяральных прадугледжваюцца толькі контурна, па сродках абагульненай ацэнкі патэнцыялаў станаўлення вытворчай сістэмы, і, як следства, не маюць выразна выдзеленых характарыстык. Менш распрацаванай лічыцца працэдура ўстанаўлення контураў абароненасці бяспечнага значэння і спектру (верхняй і ніжняй межаў) сацыяльна-эканамічнай бяспекі. Гэта тлумачыцца тым, што на разнастайных стадыях прамысловай дынамікі нарматыўны паказчык змяшчае адваротнае тлумачэнне. Да прыкладу, пры заняпадзе ён азначае крытэрыяльную сітуацыю, зрушэнне ў горшы бок якой прыводзіць да структурнага разбурэння вытворчай сістэмы. Сітуацыя характарызуецца пры дапамозе

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

парогавых вымярэнняў і адлюстроўвае ніжнюю мяжу неспрыяльнага зыходу падзей. Вынікаючы дадзенай логіцы, кожная станоўчая змена мае магчымасць ўспрымацца як дасягненне абароненасці, таму што верхні абмежавальнік не вызначаны і узроўневыя вымярэнні ў прадстаўленым выпадку не рэалізуюць уласнай функцыі. Іншы стан фармуецца на стадыі прамысловага ўздыму. Нарматыўны паказчык дэманструе максімальна бяспечнае становішча вытворчай сістэмы пры рэалізацыі станоўчага сцэнара яе станаўлення, г. зн. верхнюю мяжу сацыяльна-эканамічнай бяспекі.

Фінансава-эканамічныя абставіны станаўлення прамысловага сектара ў любым перыядзе часу арыентуюцца, як правіла, названымі працэсамі: цыклічнасцю прамысловай дынамікі, зменай стадыі канкурэнтнага ўздыму дзяржавы і пераменай прапорцыі тэхналагічных укладаў у эканоміцы краіны. Прымаючы да увагі верагоднасць рознага спалучэння крыніц небяспекі прамысловага сектара, якія маюць усе шанцы фармавацца пад дзеяннем любога з названых працэсаў, у рамках 1-га і таго ж перыяду часу мае магчымасць быць ўстаноўлена некаторая колькасць узроўневых дадзеных. Да прыкладу, узроўневы паказчык у адносінах да бягучай стадыі канкурэнтнага ўздыму, фазы прамысловага цыклу, ўтвараючайся тэхналагічнай структуры эканомікі. Верагоднасць неадназначнасці ўзроўневых дадзеных абцяжарвае выніковую ацэнку сацыяльна-эканамічнай бяспекі і прыводзіць да неабходнасці структуравання вымярэнняў і далейшай дыферэнцыяцыі па сімptomу экстрэмальных станаў прамысловага сектара.

У гэтым дачыненні трэба разгледзіць шэраг блокаў. Блок "задачи" закліканы супаставіць узроўневыя вымярэнні па супастаўляных рысах: этап (бягучы і плануемы або маючы адбыцца перыяд), контурныя характарыстыкі, якія актуалізаваны для ацэньванага перыяду, і рэалізуюцца прыярытэтныя інтарэсы. З яго падтрымкай адбываецца выбар важнага для правядзення вымярэнняў інструментарна, які выдзелены ў аўтаномны блок. Інструментар складзены па прынцыпе ўніверсальнасці і ўліку спецыфічнасці верагоднай небяспекі па адносінах да ацэньваемага аб'екту. У следстве гэтага ў яго склад інтэграваныя: класіфікацыя небяспекі і колькасныя паказчыкі вытворчай структуры, якія ў дастатковай меры даюць магчымасць выявіць сутнасць верагоднай небяспекі,

### *Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

вертыкальна і гарызантальна пашыраная аснова супастаўленняў (з аднаўзроўневымі і рознаўзроўневымі аб'ектамі), а таксама крытэрыяльная шкала, ідэнтыфікуе межы (ніжнюю і верхнюю) сацыяльна-эканамічнай бяспекі вытворчай сістэмы. Блок "працэдура" накіраваны на шматварыянтнасць рэалізацыі задач узроўневых вымярэнняў сацыяльна-эканамічнай бяспекі [6; 7]. Пры фарміраванні метаду разліку прадугледжваюцца такія верагодныя станы прамысловага сектара: "бягучы", абумоўлены ўтварышайся і захоўваючайся ў бягучым і кароткачасовым перыядзе якаснай асновай; «чаканы», з пастаяннай у працяглым перыядзе якаснай асновай; «няпэўны», які з'яўляецца ў разнастайных перыядах і выкліканы якаснымі пераменамі неўсталяванай прыроды. Яны абагульнена выяўлены ў працэдуры рэалізацыі дыферэнцыраваных вымярэнняў сацыяльна-эканамічнай бяспекі.

### ЛІТАРАТУРА

1. Капкаев, Ю. Ш. Влияние факторов социально-экономической среды на уровень жизни населения / Ю. Ш. Капкаев, И. П. Добровольский // Вестн. Челяб. гос. ун-та. – 2015. – № 11. – С. 56–63.
2. Вахтина, М. А. Ориентация на социальную справедливость в Российской экономике – условие развития человеческого потенциала [Электронный ресурс] / М. А. Вахтина // Вестн. Саратов. гос. соц.-экон. ун-та. – 2015. – № 1. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/orientatsiya-na-sotsialnuyu-spravedlivost-v-rossiyskoy-ekonomike-uslovie-razvitiya-chelovecheskogo-potentsiala>. – Дата доступа: 06.07.2017.
3. Карасева, Е. И. Логико-вероятностная модель для оценки операционного риска банка и резервирования капитала / Е. И. Карасева // Проблемы анализа риска. – 2012. – Т. 9, № 2. – С. 24–34.
4. Соложенцев, Е. Д. Мониторинг и управление процессом кредитования банка с использованием логико-вероятностных моделей риска / Е. Д. Соложенцев, В. В. Алексеев, В. В. Карасев // Проблемы анализа риска. – 2013. – Т. 10, № 6. – С. 78–87.
5. Соложенцев, Е. Д. ТОП-экономика. Управление экономической безопасностью социально-экономических систем / Е. Д. Соложенцев // Нац. безопасность и стратег. планирование. – 2015. – Вып. 2. – С. 31–41.

*Секция «ЭКОНОМИКА ТРАНСПОРТА И ЛОГИСТИКА»*

6. Швайба, Дз. М. Актуальныя пытанні дзяржаўнай бяспекі на сучасным этапе: фарміраванне паказчыкаў сацыяльна-эканамічнай бяспекі / Дз. М. Швайба // Научные труды Академии управления при Президенте Республики Беларусь: право, экономика, философия, политология, государственное управление : сб. науч. ст. / Академия управления при Президенте РБ. – Мн., 2018. – Вып. 20. – С. 359–367.

7. Швайба Дз. М. Праблемы фарміравання механізма забеспячэння сацыяльна-эканамічнай бяспекі прамысловага сектара з пункту гледжання прафсазнага руху / Д. М. Швайба // Труд. Профсоюзы. Общество. – 2018. – № 3 (61). – С. 4–7.

Представлено 15.05.2019

Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»  
УДК 372.862

АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ТРЕХМЕРНОЙ  
КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ  
ANALYSIS OF THE THEORETICAL FOUNDATIONS  
OF THREE-DIMENSIONAL COMPUTER MODEL

С.В. Банад, ст. преп. Т.А. Шабан, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

S. Banad, Senior Lecturer, T. Shaban, Senior Lecturer,  
Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Компьютерная геометрико-графическая модель – информационно-графическое, виртуально-операциональное, образно-знаковое, позиционно-полное и метрически определенное описание объекта моделирования, созданное в памяти персонального компьютера и отображающееся на ее экране с помощью соответствующей компьютерной моделирующей системы.*

*Abstract. The article deals with the computer geometric-graphic model – information-graphic, virtual-operational, figurative-sign, positional-complete and metrically defined description of the modeling object created in the memory of a personal computer and displayed on its screen with the help of the corresponding computer modeling system.*

*Ключевые слова: проекционный чертеж, модель, компьютерная трехмерная модель, САПР, наглядность, обратимость.*

*Key words: projection drawing, model, computer three-dimensional model, CAD, visibility, reversibility.*

## ВВЕДЕНИЕ

В области использования компьютерных средств и методов решения проектных и других инженерных задач в последнее время произошли коренные изменения, связанные с переходом от автоматических к интерактивным методам решения учебных технических задач. Интеграция традиционных и компьютерных методов обучения в современных условиях приводит к созданию принципиально новых технологий решения учебных задач. Методы решения задач при этом



### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

могут не отличаться от традиционных аналитических, графических, графоаналитических, а могут использоваться и принципиально новые алгоритмы. Моделирование процессов становятся основой современного учебного процесса.

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТРЕХМЕРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ

Прежде, чем дать обоснование компьютерной геометро-графической модели, рассмотрим понятие модель в широком смысле слова.

Модель – это система, исследование которой служит средством для получения информации о другой системе; представление некоторого реального процесса, устройства или концепции [6].

Проекционный чертеж, в традиционной технологии проектирования, можно рассматривать как одну из разновидностей модели будущего изделия, поэтому исторически первыми компьютерными моделями были плоские проекционные чертежи, синтезированные САПР [3].

Аппаратом исследования и решения задач в традиционной инженерной графике являются чертежи – графические модели пространственных форм и отношений, получаемые в результате отображения пространства на плоскость. Трехмерное компьютерное моделирование позволяет расширить это понятие, т.к. аппаратом исследования становятся не чертежи (проекционные модели), а сами трехмерные объекты модели. Отображение же такой модели на плоскости (на экране компьютера или бумаге) в процессе моделирования (решения задачи) становится вторичной задачей, хотя для целей обучения эти задачи могут быть равнозначными.

Для получения традиционных графических моделей применяют различные методы отображения: проецирования, конформного отображения и др. При этом наиболее распространенным методом отображения пространства на плоскость является метод проецирования [5]. Если получена только одна проекция пространственной фигуры, то эта проекция не может являться графической моделью фигуры, т.к. такое отображение пространства на плоскость не является взаимно однозначным и по одной проекции нельзя определить все его параметры. Если получены две проекции фигуры (и при этом известны все параметры формы и положения), то такой чертеж может

### Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

рассматриваться как графическая модель пространственной фигуры. Такая модель всегда позиционно полна и, при известных условиях, метрически определена. В отличие от такой модели трехмерная компьютерная модель всегда является, безусловно, позиционно полной и метрически определенной [1].

Наиболее совершенными для решения задач инженерной графики, по нашему убеждению, являются трехмерные компьютерные модели, представленные одновременно как их математическими описаниями (в знаковой форме), так и с помощью их графического отображения на экране (в образной форме). Такая модель обладает наибольшей наглядностью.

Наглядность является уникальной особенностью графической модели. Установлено, что всякое изображение является одновременно знаком и образом [4].

Сказанное относится и к моделям-изображениям. Однако в зависимости от назначения модели в ней может доминировать одно из этих качеств. Модель, в которой доминируют знаки, называют знаковой моделью, в которой доминирует образ – образной моделью.

Под образной моделью понимают такую модель-изображение, которая в той или иной степени подобна идеальному, т.е. сформированному в мозгу человека, образу моделируемого предмета. Примером образной модели может служить рисунок, перспектива, в меньшей степени аксонометрия.

Всякая модель обратима. Под обратимостью модели понимают качество модели, позволяющее с ее помощью решать задачи или получать достаточные знания о моделируемых свойствах предмета. Обратимость же модели обеспечивает необходимые знания о любых моделируемых свойствах предмета, например, о его цвете, фактуре поверхности, материале, взаимодействии или взаимосвязи с другими предметами и т.д. Такой моделью может быть технический чертеж, т.е. *знаковая* модель предмета.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С появлением трехмерной компьютерной графики все вышеизложенные положения о геометрическом моделировании не только не отрицаются, а наоборот, приобретают новый смысл, поднимаются на новый уровень понимания, интегрируются в некоторое качественно

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

новое научное понятие. Сегодня не существует однозначного общепринятого определения трехмерного компьютерного моделирования, хотя вполне очевидно существование методов создания и научно-практического использования трехмерных компьютерных моделей. Такие модели представляют собой, с одной стороны информационно полное математически-знаковое описание объектов моделирования, существующее в памяти компьютера или на его носителях информации, с другой – исчерпывающе наглядное изображение тех же объектов на экране компьютера, построенное в процессе их создания с одновременным описанием. Такое описание-изображение создается в трехмерном пространстве и обеспечивает выполнение любых преобразований с сохранением результата.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Агапова, О.И. О трех поколениях компьютерных технологий обучения / О.И. Агапова, А.С. Ушаков, А.О. Кривошеев // Информатика и образование. – 1994. – № 2. – С. 34–40.

2. Разработка принципов и методических подходов к решению инженерных геометро-графических задач на базе трехмерного компьютерного моделирования: Отчет о НИР (заключит.) / Бел. гос. политехн. академия; рук. темы Л.С. Шабека. – Минск., 2000. – 143с. – № ГР 20001142.

3. Рукавишников, В.А. Инженерное графическое моделирование как методологическая основа геометро-графической подготовки в техническом вузе: дис. докт. пед. наук: 13.00.08 / П.В.Рукавишников. – Казань: 2003. – 363 л.

4. Сторожилов, А.И. Решение позиционных и метрических задач на базе трехмерных компьютерных моделей / А.И. Сторожилов // Моделирование сельскохозяйственных процессов и машин: материалы 7 Междунар. науч. - практич. конф., Минск, 15 мая 1996 г. / Белорус. гос. политех. акад-я; редкол.: Н.М. Капустин [и др.]. – Минск, 1996. – С. 257.

5. Штофф, В. Моделирование и философия / В. Штофф. – М.: Наука, 1966. – 305 с.

6. <https://ru.m.wikipedia.org>.

Представлено 17.05.2019

Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»  
УДК 378.147

НЕОТРЫВНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ОТ ВОСПИТАНИЯ  
НА ПРИМЕРЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ  
CONTINUITY EDUCATION FROM UPBRINGING  
ON THE EXAMPLE OF GRAPHIC TRAINING OF STUDENTS

П.В. Зелёный, канд. техн. наук, доц.  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
P. Zialiony, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. На основе анализа учебного процесса, организуемого для студентов первого и второго курсов, то есть на начальной стадии обучения, когда изучаются дисциплины общепрофессионального блока, показана необходимость неразрывной связи образования с воспитанием, необходимая именно в этот период для успешного усвоения самих дисциплин прохождении студентами графической подготовки, в преодолении которых основную роль должна играть важная составляющая воспитания – прилежание.*

*Abstract. Based on the analysis of the educational process, organized for students of the first and second courses, at the initial stage of education, where the disciplines of the general professional unit are studied, the necessity of an inextricable link between education and upbringing, necessary during this period for successful mastering of the disciplines themselves, is shown. It is emphasized that the greatest difficulties arise when students undergo graphic training, and diligence is an important component of upbringing to overcome such difficulties.*

*Ключевые слова: учебный процесс, непрерывность воспитания, неразрывность образования и воспитания, прилежание, общепрофессиональные дисциплины, графическая подготовка, инженерная графика.*

*Key words: educational process, continuity upbringing, continuity of education and upbringing, diligence, general professional disciplines, graphic training, engineering graphics.*

## ВВЕДЕНИЕ

Основная причина низкой успеваемости студентов при изучении инженерной графики, наряду с прочими, связана с их воспитанием. Именно, отсутствие должного прилежания у большой массы студентов создает проблемы при налаживании учебного процесса в группе [1]. Во все времена были и прилежные студенты, имеющие, как правило, и более высокий общеобразовательный уровень, и студенты плохо успевающие. Не всегда, но чаще всего, причины их неуспехов связаны с пробелами воспитания. Из-за этого эти студенты имеют и другие проблемы, не связанные с учебой. В общем, существовать в отрыве от воспитания, в связи с вступлением вчерашних школьников на стезю более взрослой жизни – студенческую, образование не должно.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ НЕОТРЫВНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ОТ ВОСПИТАНИЯ НА ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ СТУПЕНИ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ – ПРЕВОЧЕРЕДНАЯ ЗАДАЧА

Если не отличающихся прилежанием студентов в учебной группе мало, а подавляющее большинство склонно учиться, имеет достаточный уровень подготовки, то больших проблем с организацией занятий не возникает. Тон на занятиях в таких группах задают все-таки студенты, понимающие, зачем они находятся в вузе, стремящиеся овладеть знаниями, ведущие себя, как положено, то есть так, что и называют прилежанием. И тогда преподаватель имеет возможность строить занятия по дисциплине по всем канонам педагогики [2]. Но зачастую мы имеем ситуацию ровно противоположную: в группе, порой, наберется приблизительно только пяток студентов, которые понимают, что такое учиться. Основная же масса воспринимает учебный процесс как-то по-своему. Надо полагать, сделать их прилежными, то есть склонными к обучению и прилагающими для этого все усилия, на довузовской ступени общего образования не смогли полностью.

При организации занятий для вчерашних учащихся общеобразовательных учебных заведений, только-только ставшими студентами, возникает дилемма – то ли параллельно заниматься еще и их воспитанием, то ли исключительно заниматься изучаемыми в этот период общепрофессиональными дисциплинами, не обращая внимания на

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

то, что многие студенты не будут проявлять должного прилежания. При большом количестве таких студентов в учебной группе, а это, как правило, имеет место при невысоком проходном балле на специальность, в целом эффект от занятий по дисциплине будет невелик. Только небольшое количество студентов получит приемлемую подготовку по дисциплине. Для остальных она будет мало эффективной.

Со всей очевидностью это проявляется, например, при изучении такой трудоемкой дисциплины, как инженерная графика [3]. Из-за высокой трудоемкости заданий и необходимости постоянно развивать, начиная с азов – раздела начертательной геометрии, пространственное геометрическое воображение [4, 5], на что требуется и длительное время, дисциплина для многих вчерашних школьников со слабой графической подготовкой и вовсе кажется непосильной. Непосильной, если не проявлять настойчивость, усидчивость, трудолюбие и т.п., в общем, все то, что и называют прилежанием в учебе, усердием. И еще, надо принимать во внимание, что в основе изучения дисциплины лежит большой объем индивидуального выполнения графических работ по вариантам [6, 7]. Простым заучиванием, каких-то определений, дат и т.д., к чему вчерашние школьники более склонны, не обойтись. Проблема усугубляется еще и тем, что, преимущественно, студенты выполняют индивидуальные графические работы внеаудиторно (аудиторное время ограничено), то есть без гарантии, что делают они это самостоятельно, и делают ли вообще, а не принесут всякий раз, на очередное практическое занятие, готовое – заимствованную не свою графическую работу. А поскольку ни по уровню подготовки, ни по своему отношению к учебе, им такой «честный» режим обучения не подходит, студенты и идут по пути не самостоятельного выполнения индивидуальных графических работ или на другие ухищрения: копируют чье-то, не свой вариант предъявляют и т.п. Даже не видят в этом ничего зазорного, признаваясь в редких случаях в содеянном, в таком, своего рода подлоге. Получается, студенты учатся параллельно с дисциплиной таким неблагоприятностям, как ловчить, хитрить и т.п., то есть, в общем-то, учатся обманывать. И уж с воспитательной точки зрения такой образовательный процесс вовсе, ни в какие ворота не лезет. Образование и воспитание всегда были неотрывны друг от друга. Кому нужна такая, якобы, образован-

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

ность в какой-то области знаний, такие компетенции, предусмотренные стандартом той или иной специальности, если параллельно студент утверждает в таких отрицательных вещах, да и о должной их компетентности вряд ли стоит говорить серьезно. В воспитательных целях необходимо стремиться к более честным взаимоотношениям в процессе реализации образовательного процесса. Уж как есть, так и есть. Уж, каких зачислили студентов, таких и надо думать, как лучше учить [8]. Не подводить их под отчисление тут же, через полгода, по результатам первой экзаменационной сессии. И не делать же вид, что все хорошо: якобы они самостоятельно в домашних условиях выполняют сложные задания, предусмотренные программой. Воспитание должно быть на первом месте в учебном процессе. Тогда оно будет более качественным, без фальши, без того, что ситуация далека от той, которую по тем или иным причинам представляют более-менее приемлемой.

И потом, образование трудно представить без элементов принуждения. Так было всегда. Для этого и используется система оценок знаний в баллах. Именно, для принуждения. При неполучении определенного балла хотя бы по одной дисциплине, меньше установленного минимума, или при не наборе определенной суммы баллов по нескольким дисциплинам за определенный период (в других некоторых странах именно так), студент отчисляется из учебного заведения. Это-то и принуждает студента быть прилежным, проявлять достаточно усердия в учебе и т.д. Если этого не будет, то есть не будет отчислений за неуспеваемость, не будет и приемлемого результата. Или что, студентов уговорами и назиданиями заставлять учиться что ли? Они уже взрослые, и понимают, что можно не стараться в семестре, а в сессионный период как-то получить минимальные оценки, хоть и не с первого раза, достаточные, чтобы продолжить учебу. В век социальных сетей такое поведение легко распространяется, и единичные случаи отчислений уж совсем нерадивых студентов во внимание можно не принимать, наивно полагая, что эта система принуждения к учебе все-таки действует. И потом, самое главное, ряд нерадивых студентов и не помышляют проявлять прилежание, как во время занятий, так и после, когда им следовало бы заниматься самостоятельно. В отношении некоторых можно сказать, что

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

успешная учеба необходима кому угодно, но только не им: их родителям, преподавателю той или иной дисциплины, выпускающим кафедрам, деканатам, руководству университета. А им нет. Создается впечатление, что многие так и не повзрослели, не получили должного воспитания. Да, корни такого отношения кроются и в том, как они выбирали свою специальность при поступлении в вуз. Опять же, многие вряд ли по призванию. Скорее всего, исходя из того, куда было реальнее оказаться зачисленным, или по подсказке, или еще как-то.

И бесполезно повышать уровень требований к таким студентам, уровень сложности и объема заданий, само собой, с понятной целью повышения уровня подготовки по дисциплине. Это бесполезно, так как приводит только к тому, что задания вообще не выполняются самостоятельно. Не должно быть во главе только то, что лишь бы предъявляемые студентом чертежи были правильными. Да грош цена таким правильным чертежам, если студент их выполнял не сам, или доля участия в их выполнении минимальна, например: сам пере-чертил чье-то готовое задание. Не надо закрывать на это глаза, теша себя надеждой, что он чему-то при этом учится, и будет достаточно его погонять, задавая по чертежу вопросы. Это для изучения инженерной графики совершенно недостаточно. Они могут нечто запоминать и, хоть и, путаясь, правильно ответить. Но конечной целью ведь является научить выполнять и читать чертежи, чтобы он видел не линии, а поверхности, понимал, что линии или ограничивают поверхности, или линия – это вырожденная проекция проецирующей поверхности.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Неотрывность образования от воспитания – единственный выход повышения эффективности обучения студентов дисциплинам общепрофессионального блока, особенно при графической подготовке студентов технических специальностей, требующей хорошего прилежания в связи высокой трудоемкостью изучения дисциплины.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Зелёный, П.В. Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы / П.В. Зелёный // Инновационные



*Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Международной науч.-практ. конф. (Брест, Республика Беларусь; Новосибирск, Российская Федерация, 21 апреля 2017 г.) / Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2017. – С. 123–127.

2. Сманцер, А. П. Теория и практика реализации преемственности в обучении школьников и студентов [Электронный ресурс] / А.П. Сманцер. – Минск: БГУ, 2011. – Режим доступа: <http://www.elib.bsu>, ограниченный.

3. Инженерная графика. Типовая учебная программа для высших учебных заведений / Регистрационный № ТД-I.710/тип. – Минск, 2011. – 53 с.

4. Зелёный, П.В. Структуризация курса и типовая алгоритмизация как средство оптимизации усвоения начертательной геометрии / П.В. Зелёный, Е.И. Белякова // Образовательные технологии в преподавании графических дисциплин: сб. науч. тр. / II Республиканская науч.-практ. конф. (Брест, 18-19 мая 2007 г.) / Брест. гос. техн. ун-т. – Брест, 2005. – С. 33–35.

5. Зелёный, П.В. Комплекс учебных пособий по начертательной геометрии для повышения эффективности изучения дисциплины / П.В. Зелёный, Е.И. Белякова // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Международная науч.-практ. конф. (Брест, Республика Беларусь; Новосибирск, Российская Федерация, 20 апреля 2016 г.) / Брест. гос. техн. ун-т. – Брест, 2016. – С. 69–72.

6. Белякова, Е.И. Начертательная геометрия: рабочая тетрадь / Е.И. Белякова, П.В. Зелёный; под ред. П.В. Зелёного. – Изд. 5-е. – Минск: Новое знание, 2014. – 56 с.

7. П.В. Зелёный, Е.И. Белякова; под ред. П.В. Зелёного. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. – 303 с.

8. Зелёный, П.В. Учить студентов изучать инженерную графику самостоятельно есть основное условие / П.В. Зелёный // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Международной науч.-практ. конф. (Брест, Республика Беларусь; Новосибирск, Российская Федерация, 20 апреля 2018 г.) / Брест. гос. техн. ун-т. – Брест, 2018. – С. 137–142.

Представлено 29.03.2019

Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

УДК 378.147

ОПТИМИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАНЯТИЙ, ОБЪЕМА И СОДЕРЖАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ  
ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ В СВЕТЕ УСИЛЕНИЯ РОЛИ  
УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

OPTIMIZATION OF ORGANIZATION OF PRACTICAL TRAINING  
SESSIONS, SCOPE AND CONTENT OF INDIVIDUAL GRAPHIC  
WORKS CONSIDERING THE STRENGTHENING OF THE ROLE  
OF CONTROLLABLE SELF-TRAINING OF STUDENTS

П.В. Зелёный, канд. техн. наук, доц.

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

P. Zialony, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. На основе анализа графической подготовки студентов технических специальностей предложено оптимизировать организацию практических учебных занятий, объем и содержание индивидуальных графических работ, а также уделить больше внимания управляемой самостоятельной подготовке студента. Для повышения ее качества, объем и сложность графических заданий для индивидуального выполнения студентом в течение практического занятия должен соответствовать объему, выделяемого на него аудиторного времени.*

*Abstract. Based on the analysis of graphic training of students of technical specialties, it was proposed to optimize the organization of practical training sessions, the scope and content of individual graphic works, and as well pay more attention to the student's controllable self-training. To improve its quality, the scope and complexity of graphic tasks for an individual student performance during a practical training session should correspond to the amount of class time allocated to him.*

*Ключевые слова: графическая подготовка, учебный процесс, технические специальности, практические занятия, графические задания, управляемая самостоятельная подготовка.*

## Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

*Key words: Key words: graphic training, educational process, technical specialties, practical training sessions, graphic tasks, controllable self-training.*

### ВВЕДЕНИЕ

Для сложившейся системы графической подготовки в технических вузах характерна минимизация аудиторного времени, выделяемого на изучение инженерной графики [1]. Оно сокращалось после каждой очередной корректировки учебных планов и учебных программ подготовки студентов по техническим специальностям по тому или иному поводу, общепрофессиональный блок которых предусматривает эту подготовку, как одну из важнейших компонент в становлении инженера [2], а то и, более того, по известному меткому выражению, являющуюся пропуском в инженеры. «Инженер обязан мастерски владеть международным языком – языком чертежа, который был и остается одним из наиболее информативных языков техники» [3]. Вследствие несоответствия выделяемого аудиторного учебного времени тому, исторически сложившемуся и практически сохранившимся неизменным, большому объему и высокой сложности выполняемых студентами индивидуально графических работ при изучении инженерной графики [2], у преподавателей хватает времени лишь на проверку чертежей и беглое указание ошибок. Выполнять это приходится на практических занятиях, на которых приходится еще и давать в том или ином необходимом объеме пояснения по каждой новой теме. Из-за этого, практические занятия все больше стали использоваться не полностью по своему прямому назначению с некоторых пор. Время на проверку чертежей и консультирование по большому ряду технических специальностей или исчезло из учебных планов вообще, а по остальным сведено до мало-полезного минимума. Всё это говорит о необходимости оптимизации организации практических занятий, объема и содержания индивидуальных графических работ и усилении роли управляемой самостоятельной подготовки.

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

## ОПТИМИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ, ОБЪЕМА И СОДЕРЖАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

На тщательное консультирование по каждому чертежу, пошаговое практическое обучение студента, что и должно составлять основу практических занятий, можно надеяться только в том случае, если студент проявляет усердное стремление к изучению дисциплины, должное прилежание. Тогда преподавателю всегда имеет смысл изыскивать дополнительные возможности для того, чтобы заниматься с таким студентом именно практически, выкраивая дополнительное время хотя бы из второй половины рабочего дня. Был бы, как говорится, смысл. Но основная масса студентов, не проявляющая должного прилежания, ограничивается только аудиторными практическими занятиями. Они не получают достаточно времени на индивидуальную работу с преподавателем. Преподаватель же не имеет возможности принудить студента к усердной работе. И такой студент ограничивается только сделанными замечаниями, и должен их править, порой, толком не понимая, что от него требуется сделать (часть замечаний остается не исправленными, а сделанные пометки студент попросту удаляет). Но худшее заключается в том, что и выполняют чертежи такие студенты далеко не так, как положено. Приносят на очередное занятие готовую предыдущую работу – это да. Кто ее истинный автор – это большой вопрос, возникающий у преподавателя, всякий раз, когда он видит графическую работу впервые. Чтобы принудить студента к усердной работе, надо, как минимум, чтобы все чертежи по новой теме он начинал не где-то там, а в аудитории в течение того хотя бы того учебного времени, которое остается. Хотя бы это будет гарантией того, что он что-то сделал сам, ну хотя бы перечертил условие и что-то еще пытался выполнить. Это и будет той истинной картиной его, во всяком случае, хотя бы, отношения к учебе. Оценки, получаемые в конце каждого занятия по изучению новой темы, должны быть определяющими при аттестации студента в конце семестра. Потому как заканчивать каждое задание студент будет уже вне аудитории, а где-то в домашних условиях. Нельзя гарантировать, что сам. И времени на то, чтобы удостовериться в степени самостоятельности студента в окончательном выполнении каждого индивидуального задания у преподавателя, как

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

указывалось, практически нет. Но что-то определенное о каждом студенте уже можно говорить по тому прилежанию, которое он проявлял на каждом занятии в течение семестра, а не являлся просто «курьером» по доставке чертежей на занятия. Чтобы противодействовать этому, во всяком случае, не способствовать, не создавать условий, необходимо, чтобы студент заканчивал каждую работу именно на том листе, на котором он ее начал в аудитории на предыдущем занятии. И где есть пометки преподавателя о том, сколь прилежно он себя тогда вел, заслужил хоть какую-то положительную оценку за проделанное, или просто просиживал аудиторное время, имитировал стремление к учебе.

Ожидать в такой ситуации, что повышение сложности выполняемых индивидуально графических работ и их объема, с целью повышения качества изучения дисциплины, основываясь на том, что тем больше и сложнее будут у студента чертежи, тем лучше он осваивает предмет, это иллюзия. Скорее, картина будет обратная, но об этом потом. Сказанное в начале этого абзаца было бы справедливо, если бы была гарантия, самостоятельного выполнения чертежей от начала и до конца. А как это гарантировать в условиях дефицита учебного времени [1]? Мы можем гарантировать только самостоятельность начала выполнения каждой графической работы, если принудим студента ее начинать именно в аудитории, как уже об этом говорилось, в день, когда она выдается, и не будем затягивать при этом с объяснениями, отчасти повторяя лекционный материал. Объяснять можно до бесконечности. Но практическое занятие – это практическое. У него свое предназначение, оно несет свою учебную нагрузку. Достаточно лекции, дальше сами ... Слушая и срисовывая с доски увиденное и относясь к этому не как чертежам, а как каким-то картинкам, и не давая себе отчета в том, что это построения по определенным правилам, и что за этими построениями стоит, какие пространственные представления, отражаемые на плоскости по правилу проецирования, студент практически ничего не усваивает. А преподаватель, повторно добросовестно объяснив материал, остается с чувством выполненного долга, некоторые даже в мелу перепачканные всякий раз, так как проделывают свою работу усердно и увлеченно. Но надо дать студенту возможность, наконец, в присутствии преподавателя сделать что-то и самому, хотя бы грамотно, качественно перечертить

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

условие, правильно скомпоновать проекции на поле чертежа, начать построения с нанесения геометрических осей изображаемых геометрических объектов. Главное, чтобы хоть что-то сам сделал, чтобы хоть научился правильно пользоваться чертежными принадлежностями. Необходимое на это время не стоит красть у аудиторного времени, отводимого на практические занятия. В конце концов, вспомним, для чего нужны практические занятия, почему они так называются? Они подменяются проверкой чертежей. И понятно почему. Потому, что специально предусматривавшиеся на это в прежние годы учебные часы при оптимизации учебных планов попросту исчезли. Возникает вопрос, когда вести эту проверку. Решение нашлось исподволь само по себе – на практических занятиях. Дополнительные очередные объяснения, также позарившиеся на время, отводимое на практические занятия – это, конечно, хорошо, но только само по себе. А может, будет больше пользы, если дадим возможность студенту самому что-то сделать, показать себя в аудитории, а не судить о его работе только по приносимым из дому готовым чертежам. Это не те чертежи, которые он выполнял бы в случае самостоятельной графической подготовки в присутствии преподавателя, то есть если бы эта подготовка была управляемой, то есть тем, что называют управляемой самостоятельной подготовкой. Вопрос, конечно, большой, как ее обеспечить необходимым количеством учебного времени, не пряча голову в песок, думая, что приносимые студентами чертежи выполняются практически самостоятельное. Первые же контрольные срезы по пройденной теме говорят, что картина далека от ожидаемой. Очень далека. Можно видеть, что некоторые даже не в состоянии пользоваться чертежным инструментом, толком даже заданное условие не перечертят ... Но, в то же время, приносимые ими из дому чертежи по этой теме, в общем-то были в порядке. Преподаватели все это констатируют, и двигаются дальше – переходят к изучению очередной теме по программе. Поэтому так важно принудить студента хоть что-то делать в аудитории, и при этом каждого, чтобы не отсиживался, получил по завершении занятия то, что заслужил.

И тут получается, что если заданий много, что на каждом занятии нет возможности продолжить начатое, так как не успеем выполнить предусмотренное программой, что если задания сложные, что их не

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

выполнить и наполовину на одном занятии, пользы будет мало. Ведь процентов девяносто выполняется неизвестно кем. А некоторые не помышляют и вообще начинать задание в аудитории. Оно будет принесено только на следующее занятие, и только тогда преподаватель увидит всю работу сразу впервые.

Ну, какой смысл от сложных заданий, если они будут выполняться не обучающимся, а неизвестно кем, что давно не секрет, и повлиять на что, в силу дефицита учебного времени, эффективно нет возможности, как уже было сказано. Большой объем, особенно, сложных графических работ даже и склонным к обучению студентам трудно «потянуть», образно говоря. Много будет выполняться ими впопыхах, от чего тоже польза небольшая.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимо, для повышения качества графической подготовки, чтобы объем и сложность заданий графических работ, выдаваемых по каждой изучаемой теме для индивидуального выполнения, советовался объему выделяемого аудиторного времени на проведение практических занятий. Студент, как показывает опыт, должен успевать выполнить хотя бы не меньше половины графической работы, то есть такой ее объем, за который он может быть аттестован положительно в конце занятия. Надо предусматривать в учебных планах время на управляемую самостоятельную подготовку студента в достаточном объеме для получения должного эффекта.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Зелёный, П.В. Учить студентов изучать инженерную графику самостоятельно есть основное условие / П.В. Зелёный // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Международной науч.-практ. конф. (Брест, Республика Беларусь; Новосибирск, Российская Федерация, 20 апреля 2018 г.) / Брест. гос. техн. ун-т. – Брест, 2018. – С. 137–142.

2. Инженерная графика. Типовая учебная программа для высших учебных заведений / Регистрационный № ТД-І.710/тип. – Минск, 2011. – 53 с.

Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

3. Начертательная геометрия: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Крылов [и др.]; под ред. Н. Н. Крылова. – Изд. 8-е, испр. – М.: Высшая школа, 2002. – 224 с.

Представлено 29.03.2019

УДК 378.147

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ  
ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ КУРСАНТАМ  
ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА  
IMPROVEMENT OF TEACHING METHODOLOGY  
OF ENGINEERING GRAPHICS CADETS  
MILITARY-TECHNICAL FACULTY

И.В.Толстик, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
I. Tolstsik, Senior Lecturer,  
Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Представлена методика преподавания дисциплины «Инженерная графика» курсантам военно-технического факультета, а также рассмотрены пути её совершенствования.*

*Abstract. The technique of teaching the discipline "Engineering graphics" to cadets of military-technical faculty is presented, and also ways of its improvement are considered.*

*Ключевые слова. Инженерная графика, курсанты, учебный процесс, новые технологии, методика преподавания.*

*Keyword. Engineering graphics, cadets, educational process, new technologies, teaching methods.*

## ВВЕДЕНИЕ

Независимо от специализации и характера будущей профессиональной деятельности, любой начинающий специалист должен обладать фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками. В настоящее время к выпускникам технических вузов предъявляются такие профессионально значимые качества как:



### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

склонность к инженерной деятельности, профессиональная грамотность, творческий подход к выполняемой работе, развитое пространственное мышление, умение ориентироваться в конструкторской и технологической документации, использовать возможности современной техники, готовность к постоянному самообразованию и принятию нетрадиционных решений. Специалист сегодня – это во многом продукт самого себя.

### ПОЯВЛЕНИЕ НОВЕЙШИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СТАЛО БЛАГОПРИЯТНОЙ ПРЕДПОСЫЛКОЙ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ

Продуктивность процесса обучения инженерной графике определяется комплексным влиянием четырех факторов: принцип отбора учебного материала; организационно-педагогическое влияние; обучаемость и время. Вклад этих факторов в формирование конечного результата оказывается неодинаковым, также, как и весомость их влияния. Наибольшее весомым является организационно-педагогическое влияние, поэтому при обучении инженерной графике, прежде всего преподаватель заботится о четком определении каждого вида выполняемой работы в соответствии с целями создания надлежащих условий обучения, обеспечении учебного процесса необходимыми средствами, применении эффективных технологий, методов обучения, использовании прогрессивных организационных форм.

В течение первого семестра у курсантов формируются такие общие качества, как добросовестный труд, усидчивость, терпение, коллективизм, ответственность, стремление к самообучению, творчеству. В течение второго – добавляется добросовестное выполнение общественного долга, готовность к самостоятельной учебной деятельности, самообразованию, умение ориентироваться в конструкторской и технологической документации, а также формируются графические, конструктивные, коммуникативные и организаторские способности. Эти и другие качества совершенствуются у будущих офицеров при дальнейшем обучении специальных дисциплин.

Для формирования основ профессиональных компетенций у курсантов в процессе изучения дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» применяются традиционные и инновационные (активные) технологии обучения в зависимости от уровня учебных целей с

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

учетом различного сочетания форм организации образовательной деятельности и методов ее активизации, с приоритетом на самостоятельную работу.

В процессе изучения раздела «Начертательная геометрия» учебными целями являются первичное восприятие учебной информации о теоретических основах и положениях начертательной геометрии, её усвоение, запоминание, а также структурирование полученных знаний и развитие интеллектуальных умений, ориентированных на способе деятельности репродуктивного характера. Посредством использования этих интеллектуальных умений достигаются узнавание ранее усвоенного материала в новых ситуациях, применение абстрактного знания в конкретных ситуациях. Для достижения этих целей используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учётом различного сочетания пассивных форм (лекция, практическое занятие, консультация, самостоятельная расчетно-графическая работа) и репродуктивные методы обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-иллюстративное изложение, чтение информативных текстов).

В современных условиях все шире используется внедрение компьютерных графических программ в учебный процесс, что является мощным инструментом в реализации методов начертательной геометрии и инженерной графики. Методика преподавания инженерной графики в целом соответствует квалификационным требованиям, предъявляемым к подготовке курсантов. Появление новейших информационных технологий стало благоприятной предпосылкой для её совершенствования, поэтому всё более широкое применение находит компьютеризация учебного процесса. Новые информационные технологии предполагают и преобразования в методике преподавания инженерной графики, а именно это связано с новым направлением в конструировании – геометрическим моделированием, в основе которого лежит не чертёж, а пространственная модель. Таким образом, методика преподавания инженерной графики нуждается в постоянном и кропотливом совершенствовании.

Известно, что основой инженерной и компьютерной графики является начертательная геометрия как наука, и только усвоив этот

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

курс, зная принципы построения чертежа можно переходить к изучению компьютерной графики. Внедряя в обучение новые системы, формы и методы нельзя забывать, что основываться они должны на проверенных принципах дидактики: научности, наглядности, доступности, систематичности, активности студента при руководящей роли преподавателя. Все это и можно достичь при параллельном изучении инженерной и компьютерной графики. Использование новых технологий позволяет ускорить обучение курсантов, но для этого необходимо не только знать компьютер и его возможности, но также иметь высокий уровень знаний непосредственно по всем изучаемым предметам.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стержнем процесса формирования профессиональных компетенций у курсантов военно-технического факультета является их учебно-познавательная деятельность, которая представляет собой отражение в их сознании изучаемого материала, творческое его осмысление и практическое использование приобретённых знаний для практического решения вначале учебных, а затем и профессиональных задач. Методика преподавания инженерной графики характеризуется использованием в учебном процессе специальных индивидуальных заданий, развивающих навыки пространственного воображения, и тем самым, формирующих профессиональные компетенции, а также параллельным изучением инженерной и компьютерной графики с помощью графической системы «AutoCAD», облегчающей работу над чертежом и упрощающей его понимание.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Толстик, И.В. Особенности графической подготовки курсантов военно-технических специальностей. / И.В.Толстик // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: материалы Междунар.науч.-прак. конф. БрГТУ, Брест, 21 март.2014 г. / Брест. гос. техн. ун-т, Издательство БрГТУ; редактор: Е.А.Боровкина. – Брест, 2014. – С. 41–44.
2. Толстик, И.В. Дипломная работа: «Формирование профессиональных компетенций у курсантов военно-технического факультета

Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

БНТУ при изучении дисциплины «Инженерная графика» / И.В. Толстик. – Минск: БНТУ РИИТ, 2015. – 83 с.

Представлено 01.05.2019

УДК 378.147

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРОЛИРУЕМОЙ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ КУРСАНТОВ  
IMPROVEMENT OF THE CONTROLLED INDEPENDENT  
WORK OF CADETS

И.В.Толстик, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
I. Tolstik, Senior Lecturer,  
Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Показана необходимость совершенствования контролируемой самостоятельной работы курсантов военно-технического факультета при изучении инженерной графики.*

*Abstract. The necessity of improving the controlled independent work of cadets of the military-technical faculty in the study of engineering graphics is shown*

*Ключевые слова. Инженерная графика, курсанты, самостоятельная работа, творческий потенциал.*

*Key word. Engineering graphics, cadets, independent work, creativity.*

## ВВЕДЕНИЕ

Современное общество требует от курсантов не только определенного уровня и объема знаний, но и самостоятельности мышления, способности к творческой деятельности, возможности принятия решения и ответственности за порученное дело. Достижение целей эффективной подготовки курсантов на военно-техническом факультете по инженерной графике невозможно без их целеустремлённой самостоятельной работы. При этом, безусловно, нельзя обойтись без живого общения и консультирования со стороны профессорско-преподавательского состава. Из-за нехватки времени, преподаватель не

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

всегда может донести всю информацию по какому-либо разделу, поэтому часть материала курсанты могут изучать самостоятельно: готовить доклады, выполнять графические работы, максимально проявляя свои творческие способности.

### **САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ФОРМИРУЕТ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ НЕ ТОЛЬКО КАК СОВОКУПНОСТЬ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ, НО И КАК ЧЕРТУ ХАРАКТЕРА**

Для развития творческого потенциала курсантов нужно придерживаться основным правилам: не подавлять интуицию и склонность к фантазированию при решении графических задач; формировать уверенность в своих силах, веру в свою способность решить любую задачу; при поиске творческого решения задачи опираться на положительные эмоции; стимулировать стремление к самостоятельному выбору целей, задач и средств их решения; проводить исследовательскую деятельность совместно со студентами, а также всячески поощрять стремление курсанта быть самим собой, проявлять уважение к его личности.

Самостоятельная работа курсантов осуществляется в трёх основных формах: контролируемая самостоятельная работа, организуемая в аудитории под контролем преподавателя в соответствии с расписанием; управляемая самостоятельная работа со стороны преподавателя, характеризующаяся выполнением учебного плана; собственно самостоятельная работа, организуемая курсантом в рациональное с его точки зрения время и контролируется им самим. Для достижения высокого уровня подготовки курсантов необходимо решить две главные проблемы: обеспечить возможность получения глубоких фундаментальных знаний и изменить подходы к организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа курсантов под руководством преподавателя является одним из видов учебных занятий, проводимых с целью приобретения навыков работы с учебным материалом по данной дисциплине, фундаментального изучения теоретических положений, отдельных вопросов и тем учебных программ, выполнения индивидуальных расчетно-графических работ. Самостоятельные занятия под руководством преподавателя обеспечивают более эффективную под-

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

готовку и качество усвоения теоретического материала, приобретение определенных практических навыков у курсантов по сравнению с самостоятельной работой, проводимой без преподавателя, следовательно, должна присутствовать логическая взаимосвязь с другими видами учебных занятий. Нельзя начинать изучение сложной темы с самостоятельной работы. Это неизбежно повлечет за собой трудности в изучении учебного материала, вызовет большое количество вопросов, и в результате цели занятия не будут достигнуты. Материал, подлежащий изучению на самостоятельных занятиях, должен быть изложенным в учебнике достаточно полно и с примерами. Наличие достаточного количества литературы, учебных пособий, учебно-методических материалов является непременным и обязательным условием для успеха таких занятий.

Самостоятельную работу курсантов под руководством преподавателя целесообразно строить из трех основных частей: вводной (установочной); самостоятельной работы по выполнению предложенного задания (исполнительской) и подведения итогов. Вводная часть должна ориентировать курсантов на прочное освоение знаний, отработку умений и навыков, которые необходимы для его выполнения, подбор литературы. Затем курсантам предоставляется возможность работать самостоятельно, способы их самостоятельной работы выбираются индивидуально, но методика достижения конечной цели, определяется преподавателем. Самостоятельная работа является составной частью учебной работы и имеет цель закрепление и углубление полученных знаний и навыков,

В ходе занятий преподаватель не должен устраняться от руководства самостоятельной работой курсантов. Для контроля усвоения учебного материала целесообразно проводить в конце каждого занятия собеседование или обсуждение изучаемого материала, проведение контрольных работ. Такие мероприятия позволяют не только оценить знания материала, но углубить и закрепить его. В заключительной части самостоятельной работы преподаватель подводит итоги, сообщает (дает оценку), как работали курсанты. Основная дидактическая цель подведения итогов – научить курсантов анализировать ход и результаты работы, аргументировать свои выводы, оценивать содержание, рационально планировать свою учебную деятельность.

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

Современная воинская реальность требует от выпускника военного факультета обладания не только военно-специальными знаниями и компетенциями, но, прежде всего компетентностью (умением реализовать свои способности на практике), творческим мышлением при анализе и принятии решения в нестандартной ситуации. Все это обязывает усилить практико-ориентированную инновационную подготовку курсантов и увеличить долю управляемой самостоятельной работы их под руководством преподавателя.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Активная самостоятельная работа курсантов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор – подготовка к дальнейшей профессиональной деятельности. На занятиях по инженерной графике необходимо постоянно говорить о том, что без знаний построения чертежа и проектирования, невозможно воплотить в жизнь ни одно изделие, что полученные знания нужны при выполнении курсовых и дипломных работ по специальности, а также в дальнейшей деятельности будущего офицера. Выход на новое качество подготовки будущих военных специалистов военно-технического факультета по инженерной графике видится в переориентации учебных планов на широкое использование самостоятельной работы курсантов, в том числе на младших курсах, переводе наиболее успевающих обучающихся на индивидуальные планы обучения, вовлечении их в научную работу.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Толстик, И.В. Самостоятельная подготовка курсантов с учётом их будущей профессиональной деятельности. / И.В.Толстик // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: материалы Междунар.науч.-прак. конф. БрГТУ, Брест, 21 март.2014 г. / Брест. гос. техн. ун-т, Издательство БрГТУ; редактор: Е.А.Боровкина. – Брест, 2014. – С. 44–47.

2. Толстик, И.В Дипломная работа: «Формирование профессиональных компетенций у курсантов военно-технического факультета БНТУ при изучении дисциплины «Инженерная графика» / И.В. Толстик. – Минск: БНТУ РИИТ, 2015. – 83 с.

Представлено 01.05.2019

Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

УДК 744:621(076.5)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ УСТАНОВКИ  
ДАТЧИКОВ ДВИЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ  
THE INVESTIGATION OF EFFECTIVE METHODS PURPOSE  
THE SENSING ELEMENTS OF MOVEMENT  
IN SYSTEMS SECURITY

А.Ю. Лешкевич, канд. техн. наук, доц., Е.И.Шабан, С.Ю.Бакович  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
A. Leshkevich, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
E. Shaban, S. Bakovich,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Рассмотрены способы и исследована эффективность установки современных датчиков движения систем безопасности для освещения, фиксирования и сигнализации несанкционированного проникновения.*

*Abstract. It is scrutinized methods and investigated efficacy of arrangement the contemporaneous sensing elements of movement system security for illumination, fixing and signaling of no sanctioning penetration.*

*Ключевые слова: способ, эффективность, установка, датчик, движение, система, безопасность.*

*Key words: method, efficacy, arrangement, sensing elements, movement, system security.*

## ВВЕДЕНИЕ

Среди большого числа применяемых датчиков в современных системах безопасности одним из наиболее важных считается датчик движения, который позволяет определить наличие движимых объектов в охраняемой зоне. Их расположение является важной задачей, от правильного решения которой при установке сигнализации зависит качество формируемой защиты. Этому вопросу должно уделяться повышенное внимание, прежде всего, с точки зрения эффективности и скрытности.



### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

## РАСПОЛОЖЕНИЕ ДАТЧИКОВ ДВИЖЕНИЯ ПРИ УСТАНОВКЕ СИГНАЛИЗАЦИИ

Эффективная охрана жилья обеспечивается за счет установки и использования разного рода охранных систем, среди которых высокую популярность имеют системы сигнализации. Чтобы они функционировали максимально качественно, следует правильно устанавливать основу этих систем – датчики движения.

Датчики движения представляют собой несложные электронные устройства, с помощью которых производится фиксация подвижного объекта в определенной зоне пространства. Функционирование пассивных инфракрасных датчиков основано на принципе контроля теплового излучения, исходящего от подвижного объекта. На рисунке 1 представлены современные (в основном – инфракрасные – ИК) датчики движения. Они спроектированы таким образом, чтобы обнаруживать резкие перепады температур.



Рисунок 1 – Инфракрасные датчики движения современных систем безопасности



Рисунок 2 – Установленный датчик движения в квартире

Если в области обзора датчика произойдет движение человека или иного объекта, ИК датчиком будет зафиксировано изменение температуры, вследствие чего, на центральный блок сигнализации будет отправлен сигнал тревоги. Это приведет к срабатыванию сигнализации и предупреждению об опасности. Высококачественные датчики движения имеют в своей конструкции многоканальные высокочувствительные головки и микропроцессоры обработки сигнала. Нали-

### Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

чие этих устройств позволит избежать ложных срабатываний сигнализации при колебании температур в воздушной среде, например, сквозняк или тепловое излучение от нагревателя. Именно частыми ложными срабатываниями «страдают» дешевые датчики движения [1].

Датчик движения для квартиры позволит контролировать пространство внутри помещений, когда никого нет дома. При выявлении движения в контролируемых зонах произойдет срабатывание охранной сигнализации, что позволит избежать кражи и повреждения вещей в квартире.

Датчик движения в подъезде (рисунок 3) позволит обеспечить включение на определенное время осветительной системы, когда человек в темное время суток входит в подъезд. Благодаря установке датчиков освещение будет работать только в то время, когда в зоне его действия находится человек. Это позволит существенно экономить на освещении подъездов в жилых домах. Аналогичную роль играет и датчик движения для лестницы, обеспечивающий ее освещение в момент перемещения по ней человека.



Рисунок 3 – Установленный датчик движения в подъезде

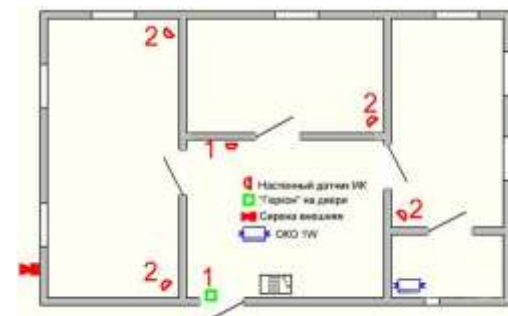


Рисунок 4 – Пример расположения датчиков в квартире

Чтобы гарантировать максимально эффективную работу системы охранной сигнализации важно правильно расположить датчики движения в доме или квартире, учитывая их функциональные и конструкционные особенности.

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

Самые распространенные способы установки датчика движения – на стене, на потолке или в углу помещения (в зависимости от угла обзора конкретной модели датчика), вблизи к управляемому датчиком электроприбору. Потолочные датчики движения обыкновенно имеют максимальный угол обзора помещения – до 360 градусов. [2]. Модели для настенного крепления имеют меньший угол обзора (90 - 240 градусов) и контролируют часть помещения: пространство перед дверью или окном, лестничное пространство, часть коридора, площадку перед гаражом или стоянкой автомобиля и т.д.

Выбирая место установки датчика, следует учитывать зону его покрытия и расположение близлежащих объектов, которые могут перекрывать чувствительную область датчика, а также вызывать их ложные срабатывания. На рисунке 4 приведен пример размещения датчиков в квартире.

Чтобы гарантировать правильную работу датчика движения следует учитывать ограничения по его установке. Их нельзя устанавливать:

- напротив устройств, излучающих тепло (электрические и газовые обогреватели, батареи, камины и т.д.);
- возле осветительных приборов, генерирующих тепловой поток;
- на полу;
- в непосредственной близости к форточке или дверным проемам;
- возле устройств, генерирующих электромагнитное поле;
- напротив окон, расположенных с солнечной стороны.

Учитывая эти несложные правила, можно исключить случаи, когда датчик движения для квартиры ложно срабатывает и беспричинно беспокоит владельца жилья. На рисунке 5 представлен пример расположения датчиков движения. [3]. Датчики 1, 2, 3, 4 расположены правильно, направление раскрытия диаграммы направленности выбрано верно. Датчик №1 можно и не ставить. Он лишь дублирует дверной магнитно - контактный датчик. Однако, если нарушитель знает местоположение магнитного датчика – он сможет блокировать его работу сильным электромагнитом, применяемым, например, для удержания двери в закрытом состоянии. В этом случае использование датчика №1 необходимо.

### Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

Широкий выбор датчиков движения позволит создавать высокоэффективные системы безопасности домов и квартир, а также формировать автоматические системы освещения этих объектов.

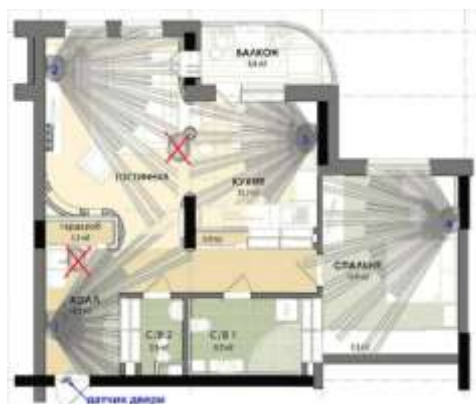


Рисунок 5 – Пример размещения датчика движения в жилом помещении

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для оперативного и эффективного размещения датчиков на соответствующей документации необходимо в совершенстве владеть знаниями, умениями и навыками выполнения или чтения чертежей планировок этажей жилых зданий и сооружений. Для специальности Приборостроительного факультета БНТУ I-38 02 03 «Техническое обеспечение безопасности» в группах 113011 планируется изучение инженерной графики с элементами строительного профиля. Представляется, например, два варианта: либо добавление нагрузки на кафедре «Инженерная графика машиностроительного профиля» для введения и выполнения соответствующих расчетно-графических работ, либо организация дополнительного семестра на кафедре «Инженерная графика строительного профиля» для более глубокого и полного изучения соответствующего материала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. <http://radiodevice.com.ua/article.html>.
2. [http://radiodevice.com.ua/place\\_selection.html](http://radiodevice.com.ua/place_selection.html).

УДК 744:621(076.5)

ОБЗОР И ИССЛЕДОВАНИЕ ДАТЧИКОВ ДВИЖЕНИЯ  
В СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ  
THE REVIEW AND INVESTIGATION THE SENSING ELEMENTS  
OF MOVEMENT IN SYSTEMS SECURITY

А.Ю. Лешкевич, канд. техн. наук, доц., Т. Ерошениа, Э. Гергая  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

A. Leshkevich, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
T. Eroscheniya, E. Gergaya

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Рассмотрены и исследованы устройство и принцип работы современных датчиков движения систем безопасности, применяемых в жилых и производственных помещениях.*

*Abstract. It is scrutinized and investigated arrangement and principles work of contemporaneous sensing elements of movement system security, applicable in habitable and industrial investments.*

*Ключевые слова: датчик, движение, принцип, система, безопасность.*

*Key words: sensing elements, movement, principle, system security,*

## ВВЕДЕНИЕ

Ключевым устройством в системах охранной сигнализации является датчик движения. Это приспособление, различными способами определяющее несанкционированное проникновение объекта на контролируемой территории. Области применения таких датчиков весьма обширны – управление освещением, камерами видеонаблюдения и видеозаписи, пожарная сигнализация, т.д. Однако, чаще всего, датчики движения используются для обеспечения безопасно-

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

сти жилых и производственных помещений. Простота установки, небольшие размеры и различные цвета оформления позволяют сделать их установку незаметной или даже скрытой, что несомненно способствует прямому назначению – тревожной сигнализации.

### ДАТЧИКИ ДВИЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ

В зависимости от сложности прибора или системы охраны и способа подключения используются различные функции датчика движения:

- включение светозвуковой тревожной сигнализации;
- передача сигнала о несанкционированном проникновении на пульт охраны;
- активация системы видеонаблюдения и видеозаписи;
- передача сигнала на мобильное устройство связи владельцу;
- управление освещением в охраняемом помещении.

Последняя функция экономии электроэнергии часто используется в системах освещения «умного дома», как для придомовой территории, так и для помещений [1].

При выборе датчика движения следует обратить внимание на следующие характеристики прибора:

- потребление тока;
- рабочее напряжение;
- тип примененного в приборе релейного контакта (нормально замкнутый или нормально разомкнутый);
- рабочие характеристики – температурный и влажностный режим функционирования.

Основными параметрами, по которым определяется эффективность устройства, являются дальность зоны обнаружения и угол обзора.

По принципу обнаружения объекта различают следующие виды датчиков движения: инфракрасные; ультразвуковые; микроволновые; гибридные.

В инфракрасном датчике (ИК) датчике главным регистрирующим элементом является пироэлектрический элемент, который при определенном уровне ИК излучения выдает соответствующий потенциал на выходе. Поле зрения ИК датчика движения определяет так назы-

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

ваемая линза Френеля, которая собирает свет в определенном секторе и фокусирует его на пироэлектрическом элементе. При появлении и перемещении какого-либо объекта излучающего ИК лучи, меняется и потенциал на выходе пироэлектрического элемента, что является сигналом для срабатывания датчика.

ИК датчики освещенности нашли наибольшее применение в качестве выключателей света в силу своих преимуществ: они ничего не излучают, поэтому не наносят никакого вреда людям и животным; имеют регулировки, позволяющие тонко настраивать угол обзора и порог срабатывания датчика; работают в помещениях и на улице; имеют хорошее соотношение «цена-качество».

Однако стабильная работа датчика возможна только при отсутствии тепловых потоков (природного типа, излучений радиаторов отопления, вентиляторов и кондиционеров). Кроме того, объекты, не пропускающие ИК излучение, регистрироваться не будут.

Принцип работы ультразвукового датчика заключается в облучении окружающего пространства в зоне действия звуковыми волнами с частотой 20 – 60 кГц. Отражаясь, они регистрируются датчиком, и если в зоне действия были движущиеся предметы, то согласно эффекту Доплера, произойдет частотный сдвиг у отраженного сигнала, что зарегистрирует датчик. Ультразвуковые датчики применяются в основном в автомобильных охранных системах и парктрониках благодаря невысокой стоимости, и стойкости к влиянию окружающей среды (изменению температуры, высокой влажности или запыленности). Однако, ультразвуковые частоты негативно действуют на животных, кроме того, дальность действия их ограничена и возможен сбой в срабатывании при нерезких движениях объекта.

Микроволновый датчик тоже является активным (излучает волну и принимающим отраженный сигнал). В нем используется электромагнитная волна, с частотой 5,8 ГГц. В определенном секторе микроволновый датчик излучает радиоволну, которая отражается от всех предметов, находящихся в зоне его видимости. При появлении движущегося объекта датчик срабатывает из-за сдвига частот.

Микроволновые датчики, несмотря на высокую стоимость, имеют ряд преимуществ, которые обуславливают их применение, прежде всего, в охранных системах:

- небольшие габаритные размеры для скрытой установки;

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

- значительный радиус действия;
- возможность работы даже за легкими ограждениями;
- высокая точность;
- устойчивость к изменению погодных условий.

Их высокая чувствительность может инициировать ложные срабатывания. Кроме того, излучение плотностью мощности более 1 мВт/см<sup>2</sup> является вредным для человека. Для избавления от ложных срабатываний в охранных системах часто применяют гибридные датчики, которые состоят из двух различных устройств. Обычно в одном корпусе размещается ИК пассивный детектор и радиоволновой датчик. Обнаружение движущегося объекта микроволновым датчиком должно быть подтверждено фиксацией инфракрасного излучения тепловым детектором. Несмотря на высокую стоимость, комбинированные датчики широко используются в системах безопасности. [2]

Анализ номенклатуры датчиков, предлагаемых крупнейшими производителями систем охранной сигнализации, показывает, что в классе датчиков для охраны помещений наиболее популярными являются инфракрасные (ИК) пассивные, комбинированные (в основном ИК+микроволновые). Принцип действия этих датчиков основан на регистрации изменения во времени разницы между интенсивностью ИК излучения от человека и фонового теплового излучения. На рисунке 1 представлена оптическая система со сдвоенным пироприемником, каждый луч которого в горизонтальной плоскости расщепляется на два [3].

Зеркальная оптика, как единственный элемент оптической системы применяется достаточно редко. ИК-датчики с зеркальной оптикой выпускаются, например, фирмами SENTROL и ARITECH. Преимуществами зеркальной оптики являются возможность более точной фокусировки и, как следствие, увеличение чувствительности, что позволяет обнаруживать нарушителя на больших расстояниях.

В современных высококачественных ИК-детекторах используется комбинация линз Френеля и зеркальной оптики. При этом линзы Френеля используются для формирования зоны чувствительности на средних расстояниях, а зеркальная оптика – для формирования чувствительной зоны под датчиком и для обеспечения очень большого расстояния обнаружения.



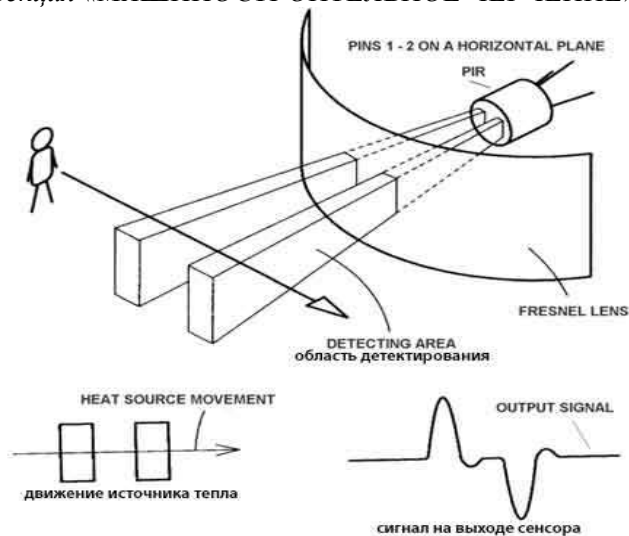


Рисунок 1 – Принцип действия ИК –датчика движения

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования источников информации позволили сделать следующий вывод о том, что среди всех видов датчиков движения для обнаружения несанкционированного появления объекта и управления освещением оптимально использовать именно ИК датчики, как наиболее перспективные и подверженные модернизации и совершенствованию. Применение датчиков движения для управления освещением позволяет не только экономить энергию, но и повышает комфорт и безопасность.

Качественное проведение исследований позволяют знания, умения и навыки, приобретенные при изучении курса начертательной геометрии и инженерной графики для чтения и понимания, как чертежей, так и принципиальных и конструктивных схем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.home-sensor.ru/application/>.
2. [http://ohranivdome.net/ohrannaja-signalizacija/izveshateli\\_i\\_opoveshateli/vidy-datchikov-dvizheniya-i-osobnosti-ikh-funkcionirovaniya.html](http://ohranivdome.net/ohrannaja-signalizacija/izveshateli_i_opoveshateli/vidy-datchikov-dvizheniya-i-osobnosti-ikh-funkcionirovaniya.html).

Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

3. <http://indeolight.com/tehnologii-i-normy/upravlenie-osveshheniem/datchiki-dvizheniya-dlya-vklyucheniya-sveta.html>.

Представлено 29.04.2019

УДК 744

ABOUT NECESSITY TO LEARN THE ENGINEERING GRAPHIC  
FOR THE SPECIALISTS IN TECHNICAL  
AND TECHNOLOGY DISTRICTS HUMAN ACTIVITY

A. Leshkevich, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
S. Gil, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
D. Klovov, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
Belorussian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Abstract: the foundation of technical education is the teaching of descriptive geometry and engineering graphic without loss the quality.*

*Key words: descriptive geometry, engineering graphic, technical education, perfection the methodic of teaching.*

For guarantee effective function technical specialists with highest education in contemporaneous conditions highest school must provide not only simply specialists in some tight realm of manufacture and control, but personality, capable to different scopes activity. Future engineer must: have presentation about status and tendencies of progress mechanic constructions, be able evaluate efficiency technical system, capable pass patent search, definite lading individual elements, convey tests and objectivity evaluate results, possess effective methodic of projection.

Capability to definite rational forms of support end recovery efficiency technical end technological engine end equipment, owning knowledge of technical conditions and rudders rational exploitation, definite of causes and consequences rejections of skill forms only with accumulation experiment on base perfect by methods of engineering graphics [1].

The discipline «Engineering graphics» in system technical education enter to range basic generally professional disciplines, in result study student must adopt knowledge of construction drawing, to be able read end compiler graphics and texts construction documentation.

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

The denomination of qualification “Engineer” descent from Latin word «ingenium», which means «Capable to invent». Today engineer is the man, which high level of technical education and preparation for carry out any organizing ore creative works for decided proposed problem. Engineer in conformity with fundamental and special preparation must possess suitable competence in next aspects activity: project – construction, science – investigating, organize - controlling, industrial - technology, exploitation and service. These functions must carry out in conditions technical science and manufacture organizations.

All technical drawings must suit to international standards. The drawing, which carry out on all regulations, will be understand to the specialists any country, and for it is necessary to own by engineering graphic, in which needed any district of science, technical and manufacture. Therefore each student in highest technical school must study subject “engineering graphic” on high level for exempt orientation in 2D and 3D projection [2].

Contemporaneous society in own development and economical social work industriously use without alternative today graphics language. For comprehension drawing necessary be able in perfection “read” its. The demands for prepare and read drawings embody in technical regulations [3].

The reading of drawing this is geometry and dimensions. Observance of government standards is necessary to carry out in all districts manufactory, science, highest and middle technical schools and projects establishments. Full information about different manufacture articles, thanks drawing, become all accessible in view files records. And from this point of view the role of drawing in technical progress is eye evidently. With help by engineering graphic generate new creative ideas in suiting with science technical revolution and progress which reorganization material world around us.

Veritable knowledge of engineering graphic on first rate of exchange is deposit of quality continuous learning in course and diploma projection on “Detail of machine”, “Theory mechanisms and machines” and special subjects etc. Special attention student must allot to graphics part of project because in time its safeguard is proclaim engineer status of specialist.

Notwithstanding on fashionable today enthusiasm to 3-D modeling in process manufacture, reading of drawing have conclusive meaning during

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

controlling dimensions, problems of assembling bundle and its technological. Ability read drawing is total of learning future specialist in course engineering graphics, which inseparability binding with get profession “Engineer”. Ability read drawing – main aspect in process work designer and technologist - main partners of special precise manufacture with increase demands of nanotechnology.

“Engineer – constructor” constructs technical arrangements with necessary computations with maximum unification, but “Engineer – technology” is superintend executing all processes and dimensions in manufacture of production. The work of constructor immediately depended from work of technology, because dimension during projection fall into technology process, manually principle “cost – quality”. Is necessary conformed unison work of specialist to construct, technology and exploitations.

Systematic results education on discipline “Engineering graphic” are skills, abilities and customs of using scope mentality to formed competence for guarantee to attain quality adoption educational program. Contemporaneous specialist mast owns habits organization technical exploitation technology machines and methodical observance procedure of standardization.

Very important special attention allots to contemporaneous methods projection drawings with appliance computer. For example, 2-D and 3-D graphics system of projection and designing “AutoCAD” have exceedingly interesting option – layers [4].

Work with using layers guaranty carry out compound drawings with superposition objects one on another, control this: conceal, blockade, insert type and color each layer and etc. Function of drawing with layer permit quickly, operatively change dimensions and geometry parameters any part without variation of whole drawing. At necessary to replace some elements sufficiently forms becoming layer [4].

Contemporaneous methods of learn engineering graphic – it is before everything stringent successively from simple to complex, compliance with essential principle of pedagogic science. That is impose elevating demands to competence of professors and teachers in attitude methodic teaching, didactic expedients of learning, degree using of computer and etc. This is particularly essentially in transposition on 4-years period of learning in technical highest school.

LITERATURE

1. Leshkevich A., Senokosov A. Competence engineer in valuation of efficiency and safety construction. Materials of 73 SNTK «NIRS 2017» Minsk: BNTU, 2017.
2. Leshkevich A. Innovations in studying of engineering graphic. Materials 13 MNTK «Science-education, manufacture, economics» - Minsk: BNTU 2015.
3. Leshkevich A., Kovaleva A., Gykovetch M. Reading the drawings. Materials of 73 SNTK «NIRS 2017» Minsk: BNTU, 2017.
4. Leshkevich A., Korotkova A. The method of construction assembling bundle with consume layers. Materials of 73 SNTK «NIRS 2017» Minsk: BNTU 2017.

Представлено 17.05.2019

УДК 358.3

КАЧЕСТВЕННАЯ ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЙ  
ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ – УСПЕХ ЗНАНИЙ СТУДЕНТА  
HIGH-QUALITY PREPARATION AND CARRYING OUT  
OF LESSONS-SUCCESS OF KNOWLEDGE OF THE STUDENT

В.Г. Шостак, канд. воен. наук, доц.,

Д.В. Клоков, канд. техн. наук, доц.

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

V. Shostak, Ph.D. in Military, Associate Professor,

D. Klokov, Ph.D. in Engineering, Associate Professor

Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. В статье рассматривается структура подготовки и проведения занятий, как процесс повышения качества обучения.*

*Abstract. The article considers the structure of training and conducting classes, as a process of improving the quality of education.*

*Ключевые слова: методическое обеспечение, преподаватель, занятия.*

*Key work: methodological support, teacher, lesson.*

## ВВЕДЕНИЕ

Успех обучения зависит не только от того, какие методы и технические средства применяются на занятиях, но и от личной подготовки преподавателя к каждому занятию, методического обеспечения занятия, правильной организации (строгая система, логичность и последовательность отработки учебных вопросов, соблюдение правила – идти от простого к сложному) и последовательности проведения занятий. Особое внимание при этом обращается на подготовку и порядок проведения занятий.

## ПОДГОТОВКА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ К ЗАНЯТИЮ

Преподаватель при подготовке к занятию обязан проделать следующую работу (в зависимости от имеющегося у него опыта и от темы занятия): уяснить содержание и цель занятия, т. е. какие знания и навыки должны получить обучаемые; изучить учебную литературу, продумать и определить главные вопросы и последовательность их изложения, при этом в первую очередь надо учесть общую подготовку обучаемых, это даст возможность на некоторых вопросах остановиться кратко, сохранив время на более трудные и мало знакомые вопросы; подобрать примеры, которые могут облегчить понимание обучаемыми значения изучаемых вопросов; продумать вопросы обеспечения занятия; рассчитать время; подготовить задания, порешать заранее все примеры и задачи, которые будут предложены обучаемым, составить контрольные вопросы и задание на самостоятельную подготовку студентов.

Кроме того, преподаватель должен учесть опыт проведения предыдущего занятия, готовность обучаемых к занятию, наличие материального обеспечения. Подготовить плакаты образцы выполнения задания и презентацию к занятию. Это необходимо для того, чтобы не терять времени на проверку, а сразу оценить правильность решения графической задачи. Занятие при такой подготовке, как показала практика, проходит четко, организованно, в быстром темпе и обеспечивает поддержание высокой учебной дисциплины и интереса у обучаемых.

Затем преподаватель окончательно определяет ход занятия:

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

в какой последовательности должны отрабатываться учебные вопросы; время, отводимое на каждый вопрос; методы и приемы работы учебных вопросов; применяемые наглядные пособия.

На основе проделанной работы преподаватель должен составить для себя план (план-конспект) проведения занятия.

В плане указываются тема занятия и время, отведенное на него, цель занятия, материальное обеспечение, а также учебные вопросы и расчет времени, освещающие ход занятия.

Самым основным и наибольшим по объему является раздел, освещающий ход занятия. В нем должны быть сформулированы вопросы, которые будут поставлены обучаемым при повторении, краткое содержание излагаемого материала, приводимых примеров, задач, графических работ и их решение, а также намечено время, отводимое на каждый изучаемый вопрос или задание.

К плану не следует обращаться во время занятий. Он необходим для приведения занятия в стройную систему, для наилучшего использования времени и для того, чтобы не упустить какого-либо вопроса. Полнота и содержание плана зависят от опыта и личной подготовки преподавателя. При отсутствии достаточного практического опыта излагаемый материал необходимо отражать более подробно.

Весь материал в плане должен быть четко структурирован. В каждой части необходимо показать основное и подчеркнуть наиболее важное. Удобным является план, в котором содержание вопросов указывается лишь заголовками и краткими тезисами или терминами в виде подзаголовков, в необходимых случаях к плану прилагаются чертежи, расчеты и справочные данные.

По форме планы могут быть текстовыми и графическими. Текстовые планы составляются обычно для практических занятий. Например: «13.00–13.15. Уточнение размеров комбинированного тела, вала, крышки, где студенты по выданному заданию определяют масштаб, главный вид и др. При подготовке к повторному занятию план следует пересмотреть с учетом опыта прошлого занятия.

Если занятия по одной теме ведут разные преподаватели, то в целях единообразия организации и проведения занятий план составляется более опытным преподавателем и обсуждается на методическом совещании. В дальнейшем при подготовке к занятиям каждый преподаватель только уточняет его содержание.

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

Составив план, преподаватель должен запомнить расположение материала и закрепить его содержание в памяти. Если во время занятия придется обращаться к плану, то при одном лишь взгляде на него сразу же находить нужный вопрос справку.

При подготовке к проведению занятий необходимо заблаговременно подобрать и просмотреть все необходимые учебные и наглядные пособия, технические средства обучения, наметить порядок их использования. По каждому разделу целесообразно составить таблицу материального обеспечения занятий, в которой должны быть перечислены имеющиеся учебные пособия, практикумы, технические средства обучения, а также для отработки каких учебных вопросов они предназначены.

### ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЯ

Первое занятие по инженерной графике следует начинать с ознакомления студентов с учебной программой и задачами курса дисциплины. Необходимо объяснить сущность и значение инженерной графики, ее роль и место в общей системе подготовки инженера, поставить перед обучаемым задачи по работе над курсом дисциплины, перечислить учебную литературу и принадлежности, которые они должны иметь на занятиях.

Вступительная часть должна быть проведена преподавателем с особым умением, чтобы живым рассказом и примерами из практики сразу заинтересовать обучаемых предметом и мобилизовать их на серьезную работу над ним. Необходимо проверить у обучаемых наличие пособий и принадлежностей и предупредить, чтобы они всегда приносили их на занятие в подготовленном для работы виде карандаши заточены, чертежи правильно сложены и т. п. В этом отношении необходимо постоянно быть требовательным.

Каждое занятие должно иметь ясную и конкретную учебную цель. Его необходимо строить так, чтобы все учебное время использовалось эффективно. Занятие начинается, как правило, проверкой ранее изученного материала, знания ГОСТов по ранее изученному материалу. Постановка в начале занятия задач на выполнение заданий дисциплинирует обучаемых и является проверкой готовности их к работе.



### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

Основная часть занятия, в течение которой отрабатываются новые учебные вопросы, обычно проводится в следующей последовательности. Вначале излагается новый материал и показывается порядок выполнения заданий (при необходимости, по элементам). Затем студенты самостоятельно приступают к отработке заданий.

На занятиях преподаватель должен контролировать выполнение заданий, требовать соблюдения строгой дисциплины и образцового внешнего вида. Нельзя отделять воспитательную функцию от его обучения. Поведение и стиль работы преподавателя на занятиях должны служить образцом для обучающихся. Не следует допускать многословия, объяснение надо вести конкретно, убедительно, следить за правильным построением предложений.

Изложение нового материала следует начинать с сообщения темы занятия и пояснения цели и порядка изучения. Попутно с устным изложением материала преподаватель делает записи на классной доске, демонстрирует плакаты, показывает слайды на экране с помощью мультимедийной аппаратуры. Оформление доски должно служить примером для студентов. Каждый чертеж, каждую запись преподаватель обязан при подготовке к занятиям хорошо продумать. Они должны быть выразительны, наглядны и расположены на доске в определенном порядке слева направо и сверху вниз. Все чертежи надо выполнять от руки без переделок и исправлений, записи вести четко, особенно аккуратно следует писать цифры. В ходе каждого занятия требовать от студентов обязательной записи в тетрадях всех приводимых преподавателем чертежей, краткого изложения основных вопросов и решения примеров.

Выдавая студентам задания на выполнение практических работ, преподаватель должен указать порядок оформления работы и сроки сдачи. С первых же занятий особое внимание нужно обращать на грамотное, четкое и красивое оформление обучаемыми задач (надписи, цифры, буквенные обозначения, общее расположение и качество выполнения чертежа). Оценка каждой выполненной работы производится с учетом качества ее оформления. Все намеченные задачи преподаватель решает сам, чтобы проверить их эффективность, рассчитать время на выполнение и подготовить ответы.

В заключительной части занятия преподаватель проверяет и оценивает знания и навыки обучающихся, подводит итоги, дает задание на

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

самоподготовку и проверяет наличие предметов материального обеспечения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, выполнение приведенной структуры, последовательности подготовки и проведения занятий обеспечит качественную подготовку будущих специалистов, будет способствовать совершенствованию педагогического мастерства у преподавателей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шостак, В.Г. Аудиовизуальная форма проведения занятий – мультимедийный проект В.Г. Шостак, Т.В. Дорогокупец // матер. Межд. НПК «Автомобиле- и тракторостроение», БНТУ 14–18 мая 2018 года. Т – 2. Стр. 249–252.

2. Зеленый, П.В. Графическая подготовка курсантов в гражданских вузах. Зеленый П.В., Шостак В.Г. // Инн.тех. в ИГ: проблемы и перспективы: сборник трудов МНПК 20 апреля 2018 года г. Брест, РБ, г. Новосибирск РФ, Брест: БрГТУ, 2018.

Представлено 17.05.2019

УДК 744.44

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ CAD СИСТЕМ DEVELOPMENT OF DESIGN DOCUMENTATION USING OF MODERN CAD SYSTEMS

О.В. Никитин, ст. преп.,  
Белорусский государственный университет транспорта,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
O. Nikitin, Senior Lecturer,  
Belarusian State University of Transport, Gomel, Republic of Belarus

*Аннотация.* Приведены основные сведения по созданию и оформлению конструкторской документации в системе трехмерного твердотельного моделирования Autodesk Inventor.

## Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

*Abstract. This work provides the basic information on the creation and execution of drawing documentation in the Autodesk Inventor 3D solid modeling system.*

*Ключевые слова: документация, методика, разработка, модель, оформление, шаблон, чертеж, вид.*

*Keywords: documentation, method, development, figuration, model, template, drawing, view.*

## ВВЕДЕНИЕ

Стремительное внедрение цифрового прототипирования и аддитивных технологий на современном этапе оказывает влияние на повышении доли электронного документооборота и безбумажных технологий в проектировании, технологии и производстве продукции. Однако полного отказа от использования чертежей в классическом виде в ближайшее время не предвидится, поскольку они пока остаются самым распространенным и востребованным способом хранения технических и технологических данных об изделии [1].

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ CAD СИСТЕМ

Традиционная методика работы с чертежами в системе трехмерного твердотельного моделирования Autodesk Inventor, как правило, сводится в основном к получению необходимых основных видов, разрезов и других изображений модели (дополнительных, видов, выносных элементов и др.). Дальнейшее оформление полученных изображений, предусматривающее нанесение осей, размеров, позиций, редактированию штриховок и др.) выполняется в Autodesk AutoCAD что, безусловно, имеет свои преимущества, так как позволяет оформить чертеж с максимальным соблюдением требований ЕСКД. В тоже время значительно увеличивается продолжительность оформления конструкторской документации, а также есть необходимость использования дополнительно еще одного программного пакета.

Наибольший интерес представляет собой возможность реализации технического проекта от создания трехмерных моделей до получения и оформления чертежей исключительно с использованием пакета Autodesk Inventor, не прибегая к применению других CAD приложений.

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

Autodesk Inventor содержит в себе два шаблона создания «плоского» чертежа, отвечающих требованиям действующих стандартов DWG и IDW. Шаблон в формате DWG можно открыть в любой другой программе, поддерживающей соответствующий формат. А шаблон IDW только в Autodesk Inventor [1].

Указанные шаблоны включают в себя: стандартные форматы, основные надписи, шрифты, типы и толщины линий, предустановленные слои, настройки размеров и другие элементы оформления чертежей. В целом отсутствует необходимость в предварительных настройках и сразу же можно непосредственно перейти к работе с чертежом.

Процесс создания, компоновки и оформления чертежа осуществляется по следующей методике.

После выбора и загрузки одного из указанных шаблонов по умолчанию задается формат листа А3 с рамкой, основной надписью и дополнительными графами. При необходимости можно выбрать иной размер листа, а также добавить, изменить или удалить элементы, присутствующие на нем.

На начальном этапе создается первое изображение модели, так называемый базовый (родительский) вид.

Настройка всех видов, в том числе и базового, сводится к определению ориентации вида путем выбора из списка по умолчанию. Также возможно задание пользовательской ориентации, стиля отображения (с невидимыми линиями, без них или тонированного), масштаба, обозначения вида, отображения резьбы, штриховки, наличие линий перехода и др.

После создания базового вида создаются необходимые проекционные виды и разрезы. При создании разрезов достаточно только выбрать вид и показать положение секущей плоскости и направление взгляда, а получившееся изображение система сгенерирует сама. При этом сложность разреза значения не имеет. Присутствует возможность исключения деталей из разреза, что особенно актуально для сплошных деталей типа «вал» или, например, стандартных изделий.

Так же имеется возможность создания дополнительных видов, выносных элементов, местных разрезов, изображений с разрывами и т.д. Так как все эти изображения являются наследуемыми от базового

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

вида, то между ними присутствует взаимосвязь, в том числе и проекционная. Последнюю при необходимости можно отключить, используя команды выравнивания и расположить вид в удобном месте. Так же можно повернуть вид, отключить его отображение, используя команду подавления. При этом следует учитывать, что между моделью и чертежом присутствует параметрическая связь. Т.е. любые изменения в геометрии модели, влекут изменения и самого чертежа.

После создания всех необходимых изображений выполняется их оформление, предусматривающее редактирование штриховки, нанесение осевых и центровых линий.

Наличие предустановленных слоев существенно повышает скорость выполнения чертежей. При этом нет необходимости переключать их. Выбор типа и толщины линий зависит от наносимого объекта и происходит автоматически.

Простановка размеров выполняется аналогично, как и в Autodesk AutoCAD, где также можно редактировать размерный текст, добавлять специальные символы и знаки, изменять форматирование размеров и пр.

В Autodesk Inventor поддерживаются следующие необходимые при оформлении чертежа обозначения и информация: выноски, шероховатость, неразъемные соединения (сварка, пайка, склеивание, сшивание и сшивание скобами), маркировка и клеймение, покрытия, допуски формы и расположения, базы, область с техническими требованиями [2].

Одним из удобных инструментов в Autodesk Inventor являются команды по нанесению позиций и создания спецификаций, применяемые при разработке сборочных чертежей. Нанести позиции можно как в ручном, так и в автоматическом режиме. Для этого достаточно выбрать вид, на котором наносятся позиции, направление их размещения, указать компоненты. При необходимости можно изменить маркер (стрелка или точка), номер позиции, добавить дополнительную полку.

При необходимости на листе можно разместить спецификацию, которая так же создается в автоматическом режиме. При этом сохраняется возможность ее редактирования [3]. Для оформления в комплект конструкторской документации спецификацию экспортируют в Microsoft Excel.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении следует отметить, что в целом разработка и оформление чертежей, а так же другой конструкторской документации в Autodesk Inventor значительно ускоряет процесс проектирование и позволяет реализовать весь конструкторский цикл от создания модели отдельной детали, затем сборки до получения «плоских» чертежей применяя при этом только один САД пакет.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чертежи в Autodesk Inventor: создание и компоновка [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pointcad.ru/novosti/chertezhi-v-autodesk-inventor-sozдание-i-komponovka> (Дата обращения: 22.03.2019).

2. Autodesk [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autodesk.ru> (Дата обращения 22.03.2019).

3. Концевич, В. Г. Твердотельное моделирование машиностроительных изделий в Autodesk Inventor / В.Г. Концевич. – М.: ДиаСофтЮП, ДМК Пресс, 2007. – 672 с.

Представлено 29.03.2019 г.

Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

УДК 004.032.6.004.357

ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ  
НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

GRAPHIC TRAINING IN A TECHNICAL UNIVERSITY  
ON THE MODERN STAGE

Д.Д. Супрун, преп., Н.С. Бирилло, преп.,

Белорусский государственный университет транспорта,  
г. Гомель, Республика Беларусь

D. Suprun, Lecturer, N. Birillo, Lecturer,

Belarusian state University of transport, Gomel, Republic of Belarus

*Аннотация. Рассматриваются особенности использования современных интерактивных технологий в процессе преподавания графических дисциплин при переходе на четырехлетнюю форму обучения.*

*Abstract. The features of the use of modern interactive technologies in the teaching of graphic disciplines in the transition to a four-year form of education.*

*Ключевые слова: геометро-графическая подготовка, мультимедийные технологии, качество графического образования, начертательная геометрия, инженерная графика, машиностроительное черчение.*

*Key words: geometric-graphic preparation, multimedia technologies, quality of graphic education, descriptive geometry, engineering graphics, machine-building drawing.*

## ВВЕДЕНИЕ

Белорусский государственный университет транспорта (БелГУТ) находится сейчас на сложном этапе. Многие специальности в этом учебном году переходят в систему бакалавр-магистр. Этот переход нарушил четкость работы системы подготовки инженерных кадров по инженерной графике и начертательной геометрии. Разрабатываются новые учебные планы, новые дисциплины, новые учебные программы. Все это заставляет преподавателей кафедры перерабатывать учебный процесс, пересматривать содержание читаемых курсов в рамках отведенных для этого часов.

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

Переход на четырехлетнюю форму высшего образования предполагается осуществить за счет: объединения некоторых дисциплин в модули; перераспределения учебных часов между самостоятельной работой и аудиторными занятиями в пользу самостоятельной работы; отказ от специализаций.

Реализация на практике перехода на четырехлетнее высшее образование предполагает серьезное сокращение часов, отведенных на изучение графических дисциплин. Планируется перераспределение часов между аудиторной нагрузкой и самостоятельной работой в сторону увеличения последней.

### ОСОБЕННОСТИ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Традиционные методы организации и содержания базовой инженерной подготовки давно нуждаются в пересмотре и непрерывной корректировке в связи со стремительным развитием информационных технологий и методов проектно-конструкторской деятельности. Современный студент с детства живет в высоко информатизированной среде, включая электронные игры, развивающие комплексы, электронные книги и т.д. Это означает, что у первокурсников отсутствуют психологический и имущественный барьеры к применению компьютерных технологий.

Образовательный процесс по графическим дисциплинам реализуется в различных видах учебной работы. Это лекции, практические занятия и самостоятельная работа студентов. Создание и развитие высококачественной методической базы, отвечающей учебным планам и рабочим программам дисциплины, представляет собой сложную, трудоемкую задачу. Преподаватель должен уметь использовать специальное программное обеспечение, предназначенное для записи и видео файлов, умением создавать вебресурсы, размещать их в сети и организовать доступ к ним; умением использовать средства создания презентаций. Разработка мультимедийного курса в настоящее время является актуальным направлением в развитии информационных технологий, направленных на помощь преподавателю и студенту в образовательном процессе [1].

Лекция - это основная форма обучения студентов теоретическим основам курса начертательной геометрии и инженерной графики.



### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

Лекция сопровождается большими объемными построениями и поэтому выполнение чертежей на доске традиционным способом является малоэффективным. Значительно облегчает подачу материала современные мультимедийные технологии. Мультимедийный учебный курс содержит теоретические, практические разделы и элементы, требующие наглядной и учебно-методической поддержки.

Усвоение геометро-графических дисциплин наряду с неумением большинства студентов выполнять графические логические действия затрудняется также объемностью и новизной теоретического и графического материала [2]. Проверка студенческих конспектов показывает, что графические иллюстрации выполняются плохо и с ошибками, а текстовый материал записывается сокращенно и часто вообще отсутствует.

Для обучения в техническом вузе и в будущей профессиональной деятельности необходим достаточно прочный запас знаний по графическим дисциплинам. Увеличение плотности потока учебного материала и наблюдающийся в последнее десятилетие весьма низкий уровень графической подготовки абитуриентов, поступающих в вуз, заставляют искать более эффективные методы обучения. Одним из таких методов в проведении занятий могут стать мультимедийные презентации. Мультимедийное обеспечение лекций не только дает возможность разнообразить иллюстрированный материал, преобразить традиционную форму обучения, позволяет студентам представить и понять сложный теоретический материал. Лекции проходят более разнообразно, вызывая повышенный интерес аудитории. Лекция с использованием мультимедийного обеспечения не заменяет лектора, так как чтение ее требует четкой последовательности изложения материала. Демонстрация на экране должна органично взаимодействовать с текстом лекции, составлять с ней единое целое, служить логическим подтверждением мысли лекции. Компьютерные технологии должны помогать формировать процессы, составляющие основу памяти: внимание, мотивацию, условные рефлексы.

Предлагается исключить из курса все вопросы, связанные с заданием плоскостей следами. Метод двух следов разработан для моделирования линейного пространства, основным элементом которого является прямая линия. В школьных и вузовских курсах математики

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

изучают точечное пространство, в котором все фигуры представляются как множество точек; при изучении раздела «Способы преобразования чертежа», достаточно изучения по одному преобразованию каждого вида: способа замены плоскостей, как имеющего применения в инженерной графике, и способа плоско-параллельного перемещения, как графического аналога преобразований движения, изучаемых в курсе аналитической геометрии; в инженерной практике при построение линий пересечения технических поверхностей используется лишь способ плоскостей уровня. Поэтому нет смысла изучать метод сфер.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, для повышения эффективности восприятия лекционного материала начертательной геометрии и инженерной графики, целесообразно использовать информационные технологии: анимацию, презентации, интерактивную доску, которые позволяют преподавателю общаться со студентом на современном технологическом уровне, сделать учебный процесс более привлекательным и эффективным.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Петухова А.В., Болбат О.Б. Опыт разработки и внедрения мультимедийного учебного курса по графическим дисциплинам // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: Междун. науч.-практ. конф.; –Брест, 2014. – С.26–27
2. Зеленый П.В., Белякова Е.И., Лефанова О.А. Роль начертательной геометрии в общепрофессиональной подготовке инженера // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: Междун. науч.-практ. конф.; – Брест, 2014. – С.44–47

Представлено 25.03.2019

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛА  
"МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ" ДИСЦИПЛИНЫ  
"ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА" ПРИ ЗАОЧНОМ  
И ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ  
THE METHODOICAL SUPPORT OF STUDYING A SECTION  
OF "MACHINE-BUILDING DRAWING" OF THE DISCIPLINE  
"ENGINEERING GRAPHICS" WITH CORRESPONDENCE  
AND DISTANCE TRAINING.

В.И. Гиль, канд. техн. наук, ст. преп., В.С. Исаченков., асс.,  
Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь;  
V. Gil, Ph.D. in Engineering, Senior Lecturer,  
V. Isachenkov, Assistant Lecturer,  
Belarusian state technological University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. После изучения дисциплины «Инженерная графика» выпускник должен владеть: основными правилами разработки и чтения чертежей деталей и сборочных чертежей. Для этого в рамках программы дисциплины выполняются самостоятельные графические задания. На кафедре инженерной графики БГТУ создано большое количество вариантов таких заданий по разделам дисциплины с использованием метода комбинирования геометрических объектов, что обеспечивает индивидуализацию обучения с привитием навыков самостоятельности.*

*Abstract. After studying the discipline "Engineering Graphics" the graduate must possess: the basic rules for developing and reading the drawings of parts and assembly drawings. For this purpose, self-contained graphic tasks are performed within the framework of the discipline program. At the department of engineering graphics BSTU created a large number of options for such assignments in the discipline sections using the method of combining geometric objects, which provides individualization of instruction with the inculcation of skills of independence.*

*Ключевые слова: дистанционное обучение, инженерная графика, самостоятельная работа, графическое задание, геометрический объект.*

## *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

*Key words: distance learning, engineering graphics, independent work, projection drawing, geometric object.*

### ВВЕДЕНИЕ

Современная концепция высшего профессионального образования и различные изменения, происходящие во всех сферах общества, ставят проблему поиска и использования эффективных технологий подготовки будущих специалистов. Наряду с традиционными формами обучения (дневная и заочная) идет внедрение в учебный процесс дистанционной формы обучения, в основе которой заложены современные информационные технологии.

В соответствии с новыми образовательными стандартами время, отведенное для аудиторного изучения графических дисциплин в техническом УВО, сокращается. Большое количество часов из общей трудоемкости дисциплины предусматривается на самостоятельную работу студентов, но требования к графической подготовке специалистов технического профиля остаются высокими, поэтому возникает проблема рациональной организации самостоятельной работы студентов как одной из составляющих образовательного процесса.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.

Правильная организация учебного процесса и систематическая работа студентов поможет получить глубокие знания, умения и навыки, позволяющие в рамках существующего учебного процесса индивидуализировать обучение. Эффективным путем решения данной проблемы является поддержка учебного процесса технологиями дистанционного образования.

Самостоятельная работа студентов в условиях возрастающего дефицита учебного времени, отведенного рабочими программами на изучение курса «Инженерная графика», приобретает особо важное значение.

На кафедре инженерной графики БГТУ проводится целенаправленная работа по разработке и использованию в учебном процессе учебно-методических пособий применительно к студентам различных специальностей. Они планомерно перерабатываются, но, к сожалению, не снимают всех вопросов, возникающих при обучении студентов, (особенно первого курса).

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

Для студентов заочной формы обучения необходим особый подход к содержанию методических пособий.

Одной из целей применения системы дистанционного обучения в университете является повышение эффективности самостоятельной работы студентов, так как учебный материал студент должен освоить самостоятельно. Это требует ответственности и самоконтроля [1].

Для овладения необходимыми компетенциями, в рамках программы дисциплины «Инженерная графика» выполняются графические задания по различным темам раздела «Машиностроительное черчение». Существующие учебные пособия по дисциплине содержат до 32 вариантов графических заданий, поэтому не представляет труда создание и тиражирование в электронном виде их решений.

Целью нашей работы было создание большого количества вариантов графических заданий по изучаемым разделам дисциплины. Сложная геометрическая фигура, представленная в задании, разбивается на ряд более простых геометрических объектов, представленных в виде нескольких массивов (рисунок 1).

Исходное графическое задание получается при комбинировании исходных данных из этих массивов, что позволяет создать несколько сотен различных вариантов. Количество массивов может меняться в зависимости от категории сложности. Процесс выдачи задания может быть автоматизирован.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, для повышения эффективности образовательного процесса в качестве дополнительных ресурсов могут быть применены технологии дистанционного обучения, основополагающим образовательным принципом которых является индивидуализация обучения с развитием навыков самостоятельности. Использование таких технологий имеет большой потенциал в предоставлении будущим специалистам возможности получения образования, основанного на современных информационных технологиях.

## Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

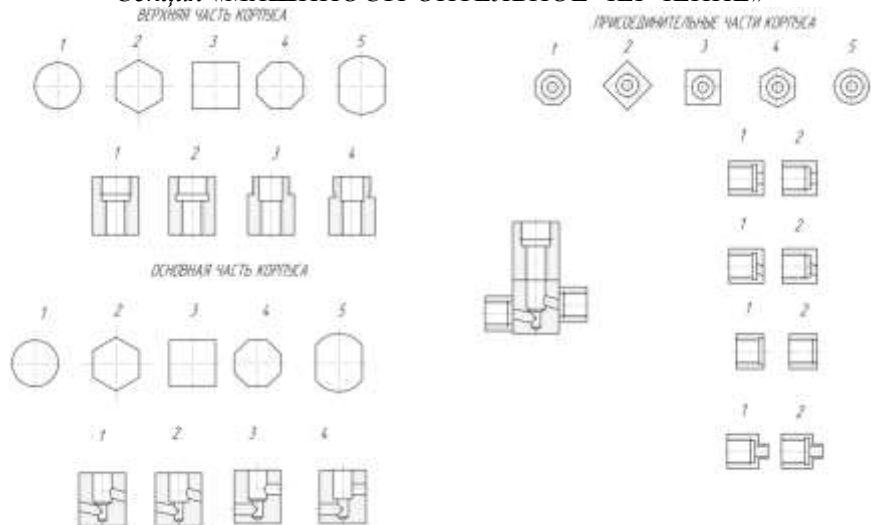


Рисунок 1 – Комбинирование геометрических объектов для получения различных вариантов детали типа «Корпус»

## ЛИТЕРАТУРА

1. Положение о системе дистанционного обучения Белорусского государственного технологического университета [Электронный ресурс]. URL: [https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/285/doc/Polozheni\\_e-o-SDO-BGTU.pdf](https://www.belstu.by/Portals/0/userfiles/285/doc/Polozheni_e-o-SDO-BGTU.pdf) (дата обращения 15.03.2019)

Представлено 13. 05. 2019

УДК 621.391

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕК СИСТЕМЫ КОМПАС-ГРАФИК  
ПРИ СОЗДАНИИ УЧЕБНО-ГРАФИЧЕСКИХ СХЕМ  
РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ  
USE OF COMPASS-GRAPHICS SYSTEM LIBRARIES  
WHEN CREATING EDUCATIONAL GRAPHIC SCHEMES  
OF DIFFERENT FUNCTIONAL PURPOSE

А.А. Гарабажиу<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.,

Д.В. Клоков<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц.,

Е.А. Леонов<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц., И.Е. Щербатюк<sup>1</sup>, студ.

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

A. Harabazhyu<sup>1</sup>, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

D. Klokov<sup>1</sup>, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

E. Leonov<sup>2</sup>, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

I. Scherbatyuk<sup>1</sup>, Student

<sup>1</sup>Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian state technological University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Приведен анализ основных библиотек системы КОМПАС-ГРАФИК при создании учебных функциональных технологических, кинематических, электрических, пневмо- и гидросхем, а также схем автоматизации технологических процессов.*

*Abstract. The analysis of the main libraries of the KOMPAS-GRAPHIC system during the creation of educational functional technological, kinematic, electric, pneumatic and hydraulic circuits, as well as automation schemes of technological processes is given.*

*Ключевые слова: чертежная документация, интерфейс, функциональная схема, библиотеки.*

*Key words: drawing documentation, interface, functional diagram, libraries.*

## ВВЕДЕНИЕ

На данный момент времени система КОМПАС-ГРАФИК нашла широкое применение на многих отечественных предприятиях различных отраслей промышленности, а также в высших учебных заведениях Республики Беларусь при подготовке будущих высококвалифицированных специалистов. Объясняется это тем, что КОМПАС-ГРАФИК в отличие от других аналогичных систем (например, AutoCAD, T-FLEX CAD и т.д.) имеет довольно понятный, простой, дружелюбный, полностью русифицированный и адаптированный под ЕСКД, СПДС и ИСО интерфейс, и как следствие, прост и эффективен, как в работе, так и в обучении.

## КОМПАС-ГРАФИК – УНИВЕРСАЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЛЮБЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

С целью сокращения времени проектирования различной чертежно-конструкторской документации для системы КОМПАС-ГРАФИК было разработано большое количество прикладных, а также расчетно-графических библиотек различного профиля (машиностроительного, строительного, приборостроительного, электрического и т.д.) [1–3].

Для создания функциональных технологических, кинематических, электрических, пневматических и гидравлических схем, а также схем автоматизации технологических процессов в системе КОМПАС-ГРАФИК предусмотрены следующие библиотеки:

- 1) «Технологическое оборудование и коммуникации»;
- 2) «Элементы химических производств»;
- 3) «Элементы кинематических схем»;
- 4) «Элементы систем электроснабжения»;
- 5) «Условные обозначения пневмо- и гидросхем».

Любая функциональная схема определяет полный состав элементов какой-либо машины, механизма, аппарат или технологического процесса и связи между ними, а также дает детальное представление о принципах их работы. Все элементы на функциональных схемах изображают в виде условных графических обозначений в строгом соответствии с действующими нормативными документами.



### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

Библиотека *«Технологическое оборудование и коммуникации»* предназначена для создания технологических схем различного назначения, путем вставки в чертеж готовых условных обозначений того или иного технологического оборудования или коммуникаций (например, запорной, регулирующей или предохранительной арматура, насосов, фильтров, резервуаров и т.д.).

Библиотека *«Элементы химических производств»* предназначена для создания технологических схем именно химических производств, путем вставки в чертеж готовых условных обозначений различных сосудов или аппаратов (например, аппаратов выпарных, колонных или сушильных, теплообменников, фильтров, центрифуг, смесителей и т.д.).

Библиотеки *«Технологическое оборудование и коммуникации»*, а также *«Элементы химических производств»* могут дополнять друг друга при создании в системе КОМПАС-ГРАФИК технологических схем различного назначения.

Условные обозначения всех видов технологического оборудования и коммуникаций, а также сосудов и аппаратов химических производств, входящих в выше описанные библиотеки КОМПАС-ГРАФИК, воспроизводятся на технологических схемах в строгом соответствии с действующими ГОСТ 2.780 – ГОСТ 2.796.

Библиотека *«Элементы кинематических схем»* предназначена для создания кинематических схем любой степени сложности, путем вставки в чертеж условных обозначений различных конструктивных машиностроительных элементов (например, подшипников, кулачков, маховиков, шкивов, кинематических передач или пар, толкателей и т.д.).

Условные обозначения всех видов конструктивных машиностроительных элементов, входящих в состав выше описанной библиотеки системы КОМПАС-ГРАФИК, воспроизводятся на кинематических схемах в строгом соответствии с действующим ГОСТ 2.770-2000.

Библиотека *«Элементы систем электроснабжения»* представляет собой тематический набор баз в формате **КОМПАС-Объект**, предназначенных для выпуска проектной документации комплектов **ЭО** (электроосвещение внутреннее), **ЭМ** (электрооборудование) и **ЭС** (электроснабжение), а также для создания различных функциональных электрических схем и схем автоматизации технологических процессов, путем

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

вставки в чертеж условных обозначений элементов систем электроснабжения (например, щитов или шкафов, светильников, кабелей, контрольно-измерительные приборов и автоматика, устройств и т.д.).

Условные обозначения всех элементов систем электроснабжения, входящих в состав выше описанной библиотеки системы КОМПАС-ГРАФИК, воспроизводятся на функциональных электрических схемах и схемах автоматизации технологических процессов в строгом соответствии с действующими ГОСТ 21.608-2014, ГОСТ 21.210-2014, ГОСТ 2.722 – ГОСТ 2.729, ГОСТ 2.755-87 и др.

Библиотека «*Условные обозначения пневмо- и гидросхем*» предназначена для создания пневматических и гидравлических схем любой степени сложности, путем вставки в чертеж условных обозначений различного пневмо- и гидрооборудования (например, насосов, вентиляторов, пневмо- и гидрораспределителей, клапанов, дросселей, вентилялей, гидрозамков и т.д.).

Условные обозначения всех видов пневмо- и гидрооборудования, входящих в состав выше описанной библиотеки КОМПАС-ГРАФИК, воспроизводятся на пневматических и гидравлических схемах в строгом соответствии с действующими ГОСТ 2.780 – ГОСТ 2.787 [4, 5].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенный в данной работе обзор прикладных библиотек системы КОМПАС-ГРАФИК является далеко не полным, но наиболее востребованным при создании функциональных схем различного назначения. Как показала практика применения системы КОМПАС-ГРАФИК и выше приведенных библиотек в учебном процессе, общее время проектирования функциональных схем любой степени сложности сокращается как минимум в три и более раз.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гарабажиу, А.А. Применение библиотек системы КОМПАС-ГРАФИК при создании учебной чертежно-конструкторской документации / А.А. Гарабажиу, Д.В. Клоков, А.Ю. Лешкевич // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: сборник тру-

*Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

дов международной научно-практической конференции, Брест, Новосибирск, 20 апреля 2018 г. / отв. ред. О.А. Акулова. – Брест: БрГТУ, 2018. – С. 84–88.

2. Гарабажиу, А.А. Использование графического пакета КОМПАС-3D при обучении инженерной графике / А.А. Гарабажиу, М.Н. Левая, В.Ф. Цыпленков // Автомобиле- и тракторостроение: материалы международной научно-практической конференции, Минск, 14-18 мая 2018 г.: в 2 т. / Белорусский национальный технический университет: отв. ред. Д.В. Капский. – Минск, 2018. – Т. 2. – С. 261–264.

3. Гарабажиу, А.А. Использование системы КОМПАС-3D при создании учебной чертежно-конструкторской документации / А.А. Гарабажиу, Д.В. Клоков, Д.Н. Боровский, Е.А. Леонов // Автомобиле- и тракторостроение: материалы международной научно-практической конференции, Минск, 14-18 мая 2018 г.: в 2 т. / Белорусский национальный технический университет: отв. ред. Д.В. Капский. – Минск, 2018. – Т. 2. – С. 217–220.

4. Гарабажиу, А.А. Системы автоматизированного проектирования машин и оборудования. В 2-х частях. Ч.1. Основы двухмерного проектирования деталей машин в системе КОМПАС-ГРАФИК / А.А. Гарабажиу. Мн.: БГТУ, 2006. – 145 с.

5. Гарабажиу, А. А., Павлечко, В. Н. Системы автоматизированного проектирования машин и оборудования / А. А. Гарабажиу, В. Н. Павлечко. Мн.: БГТУ, 2004. – 70 с.

Представлено 12.05.2019

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В УЧЕБНОМ  
ПРОЦЕССЕ ДЛЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ  
ИНЖЕНЕРОВ СИСТЕМ КОМПАС-3D И AUTOCAD  
ON THE EFFICIENCY OF USE IN EDUCATIONAL PROCESS  
FOR GRAPHIC PREPARATION FUTURE SYSTEMS ENGINEERS  
KOMPAS-3D AND AUTOCAD

А. А. Гарабажиу<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доц., Д. В. Клоков<sup>1</sup>, канд. техн.  
наук, доц., Д. Н. Боровский<sup>2</sup>, канд. техн. наук, ст. преп.,

Е. А. Леонов<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доц.,

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

A. Harabazhyu<sup>1</sup>, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

D. Klokov<sup>1</sup>, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

D. Borovsky<sup>2</sup>, Ph.D. in Engineering, Senior Lecturer,

E. Leonov<sup>2</sup>, Ph.D. in Engineering, Associate professor,

<sup>1</sup>Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian state technological University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация.* Приведен сравнительный анализ эффективности использования систем автоматизированного проектирования КОМПАС-3D и AutoCAD в учебном процессе графической подготовки будущих инженеров.

*Abstract.* A comparative analysis of the effectiveness of the use of computer-aided design systems KOMPAS-3D and AutoCAD in the educational process of graphic training of future engineers is given.

*Ключевые слова:* инженерная графика, автоматизированное проектирование, моделирование.

*Key words:* engineering graphics, computer-aided design, modeling.

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день во всех технических ВУЗах Белоруссии неотъемлемой частью графической подготовки будущих инженеров

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

в рамках дисциплины «Инженерная графика» является компьютерная графика и трехмерное моделирование. Уже несколько десятилетий на любых предприятиях или в проектных организациях вся чертежно-конструкторская документация разрабатывается без использования обычного карандаша, линейки и кульмана. В настоящее время основным требованием в инженерной подготовке будущих специалистов является профессиональное использование современной компьютерной техники и соответствующего ей программного обеспечения.

### ОПТИМАЛЬНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЛЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Уже многие годы на кафедре «Инженерная графика машиностроительного профиля» Белорусского национального технического университета (БНТУ) и кафедре «Инженерная графика» Белорусского государственного технологического университета (БГТУ) в рамках дисциплины «Инженерная графика» завершающим этапом в графической подготовке будущих специалистов является этап инженерной компьютерной графики и трехмерного моделирование.

В этой связи немаловажным является вопрос об использовании в учебном процессе оптимальной, с точки зрения понимания и усвоения, системы автоматизированного проектирования (САПР).

В настоящее время на выше упомянутых кафедрах БНТУ и БГТУ, при выборе оптимальной системы САПР для учебного процесса, руководствовались следующими требованиями к программным продуктам:

- 1) наличие полностью русифицированной версии программы;
- 2) простота интерфейса и удобство работы в программной среде;
- 3) поддержка основных ГОСТов из ЕСКД и СПДС при выполнении чертежно-конструкторской документации, а также при трехмерном моделировании отдельных деталей и сборочных узлов;
- 4) наличие встроенных библиотек или дополнительных модулей, расширяющих основные возможности программы.

На сегодняшний день существует большое количество подобного рода программ. Однако все они по большей части ориентированы на выполнение только определенного рода задач. Поэтому в настоящее

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

время, при проведении лабораторных работ по компьютерной графике, в рамках изучения дисциплины «Инженерная графика», на кафедре «Инженерная графика машиностроительно профиля» БНТУ используется программа AutoCAD, а на кафедре «Инженерная графика» БГТУ – программа КОМПАС-3D. Данные системы САПР наиболее полно отвечают сформулированным выше требованиям. Проведем небольшой сравнительный анализ эффективности использования данных программных продуктов в учебном процессе.

Программа AutoCAD является базовой системой САПР, с помощью которой можно выполнять практически все виды чертежных работ, включая создание двухмерных чертежей и трехмерных моделей. Система AutoCAD включает в себя средства проектирования, моделирования и визуализации пространственных конструкций, доступа к внешним базам данных, интеллектуальные средства нанесения размеров на чертежах и многое другое.

Система КОМПАС-3D предназначена для создания трехмерных твердотельных моделей отдельных деталей машин и сборочных узлов, а также ассоциативно связанной с ними чертежно-конструкторской документации любой степени сложности [1, 2].

Системы КОМПАС-3D и AutoCAD по основным функциональным возможностям и принципам работы очень похожи друг на друга. Однако, как показала практика применения этих систем в учебном процессе, КОМПАС-3D по сравнению с AutoCAD намного проще и понятнее, как в работе, так и в обучении.

Система КОМПАС-3D обладает большими возможностями для построения и редактирования как трёхмерных объектов модели, так двумерных элементов чертежа. При этом немаловажную роль играет наличие в данной программе большого количества графических, а также расчетно-графических библиотек различного профиля (машиностроительного, строительного, приборостроительного, электрического и т.д.) [3]. Интерфейс программы КОМПАС-3D по сравнению с AutoCAD, включающий в себя все команды и подсказки, а также справочную систему, полностью русифицирован, намного легче и понятнее для использования.

Приступать к работе в КОМПАС-3D можно даже после небольшого вводного курса. Как показала практика, уже на первом или втором учебном занятии студентам удавалось выполнять в КОМПАС-

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

3D несложные чертежи или трехмерные модели при том, что до этого времени они никогда не работали в этой или аналогичной системах. Работая же с системой AutoCAD, студентам требовалось значительно больше времени для успешного усвоения учебного материала.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт практического применения показывает, что система КОМПАС-3D является наиболее оптимальной для графической подготовки будущих инженеров в рамках дисциплины «Инженерная графика». Система же AutoCAD хорошо подойдет для последующей подготовки высококвалифицированных специалистов в рамках спецдисциплин и спецкафедр. Тем более что переход от системы КОМПАС-3D к системе AutoCAD для подготовленных пользователей занимает сравнительно небольшое время.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гарабажиу, А.А. Использование графического пакета КОМПАС-3D при обучении инженерной графике / А.А. Гарабажиу, М.Н. Левая, В.Ф. Цыпленков // Автомобиле- и тракторостроение: материалы междунар. научно-практ. конф., Минск, 14-18 мая 2018 г.: в 2 т. / Белорус. нац. техн. ун-т: отв. ред. Д.В. Капский. – Минск, 2018. – Т. 2. – С. 261–264.
2. Гарабажиу, А.А. Использование системы КОМПАС-3D при создании учебной чертежно-конструкторской документации / А.А. Гарабажиу, Д.В. Клоков, Д.Н. Боровский, Е.А. Леонов // Автомобиле- и тракторостроение: материалы междунар. научно-практ. конф., Минск, 14-18 мая 2018 г.: в 2 т. / Белорус. нац. техн. ун-т: отв. ред. Д.В. Капский. – Минск, 2018. – Т. 2. – С. 217–220.
3. Гарабажиу, А.А. Применение библиотек системы КОМПАС-ГРАФИК при создании учебной чертежно-конструкторской документации / А.А. Гарабажиу, Д.В. Клоков, А.Ю. Лешкевич // Инновационные технологии в инженерной графике. Проблемы и перспективы: сборник трудов междунар. научно-практ. конф., Брест, Новосибирск, 20 апреля 2018 г. / отв. ред. О.А. Акулова. – Брест: БрГТУ, 2018. – С. 84–88.

Представлено 12.05.2019 г.

Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

УДК 744:62:004

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ОЦЕНКАМИ,  
ПОЛУЧЕННЫМИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ИНЖЕНЕРНАЯ  
ГРАФИКА И ДРУГИМ ДИСЦИПЛИНАМ.  
STUDYING THE DEPENDENCE BETWEEN ESTIMATES  
OBTAINED BY DISCIPLINE ENGINEERING GRAPHICS  
AND OTHER DISCIPLINES.

Н.А. Пашина, ст. преп.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
N. Pashina, Senior Lecturer,  
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. В результате исследования была обнаружена взаимосвязь между оценками, полученными по курсу инженерной графике и оценками, полученными по другим предметам.*

*Abstract. As a result of the study, a relationship was found between the grades obtained at the rate of the engineering graph and the grades obtained in other subjects.*

*Ключевые слова: мотив, инженер, инженерная графика.*

*Key words: motive, engineer, engineering graphics.*

## ВВЕДЕНИЕ

Начало третьего тысячелетия характеризуется преобразованием содержания инженерного труда, повышением уровня мобильности и конкурентоспособности специалистов, расширением поля инженерной деятельности, потребностью в овладении новыми гранями профессии, востребованными на рынке труда.

В государственных образовательных стандартах вузов для дисциплин инженерного профиля определены следующие области профессиональной деятельности выпускников: проектно-конструкторская, организационно-управленческая, производственно-технологическая, научно-исследовательская. Для осуществления таких видов деятельности выпускнику технического вуза необходимы определенные профессионально значимые качества, развивать которые следует с первого курса обучения.



## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Инженер обязан уметь выполнять и читать чертежи. Основы таким навыкам закладывают графические дисциплины: машиностроительное черчение и инженерная графика. Путем изучения этих графических дисциплин происходит формирование и развитие пространственного воображения, уровень которого определяется умением человека мысленно представить форму, размеры, пропорции, положение в пространстве и другие свойства различных предметов. Для проверки уровня знаний студентов, зачисленных на первый курс на первом занятии преподавателями кафедры была проведена контрольная работа. Как показала эта проверка знаний, значительная часть студентов, зачисленных на первый курс, имеет слабо развитое пространственное представление. Задача преподавателей кафедры инженерной графики – в сравнительно короткий срок развить, а иногда и сформировать заново, пространственное мышление, необходимое для усвоения более сложных специальных курсов и для дальнейшей плодотворной деятельности инженера.

Нами сравнивались оценки, полученные студентами автотракторного факультета по дисциплине инженерная графика и по курсовому проектированию на 4-м курсе по дисциплине «Испытание двигателей» (рисунок 1). На основе этих данных были построены графики. График 1 – это оценки, полученные студентами по инженерной графике, а график 2 – по курсовому проектированию.

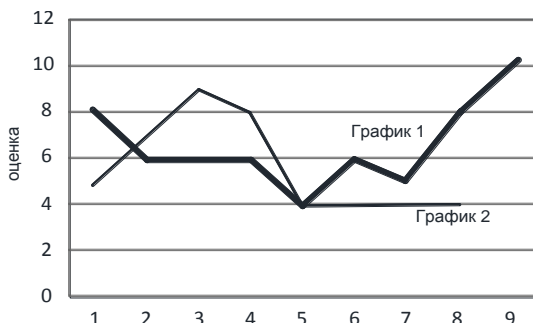


Рисунок 1

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

Так же для сравнения был взят средний балл у группы студентов по инженерной графике и курсовому проектированию на пятом курсе, результаты которых представлены в таблице 1.

Таблица – 1

Инженерная графика	Курсовое проектирование
6,4	5,8
6,9	4,1

Анализируя графические зависимости и результаты, представленные в таблице, можно увидеть непосредственную связь между оценками, полученными по инженерной графике и курсовому проектированию «Испытание двигателей».

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поэтому с первого курса института необходимо формировать устойчивую мотивацию студента к изучению предмета инженерная графика.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, Б.С. Психология юности и молодости / Б.С. Волков. – М.: Трикста, 2006. – 254 с.

Представлено 17.05.2019

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОДХОДА  
ПРИ ОБУЧЕНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ  
EXPERIENCE OF USING A SYNERGETIC APPROACH DURING  
COMPUTER SCHEDULE

О.В. Артюшков, ст. преп.,  
В.А. Корнеевец, студ., Е.Н. Курлович, студ.,  
Белорусский государственный университет транспорта,  
г. Гомель, Республика Беларусь  
O. Artyushkov, Senior Lecturer,  
V. Korneevets, Student, E. Kurlovich, Student,  
Belarusian State University of Transport, Gomel, Republic of Belarus

*Аннотация. Обучение студентов с использованием синергетического подхода позволяет достичь более высоких результатов и полнее раскрыть потенциал обучаемых при освоении компьютерной графики.*

*Abstract. Training students using a synergistic approach allows us to achieve better results and more fully unlock the potential of students in mastering computer graphics.*

*Ключевые слова: синергетика, синергетический подход, компьютерная графика.*

*Key words: synergetic, synergistic approach, computer graphics.*

## ВВЕДЕНИЕ

Термин «синергетика» в переводе с греческого языка означает содействие, сотрудничество. С научной точки зрения синергетика – это сравнительно «молодое» научное направление, изучающее образование и коллективное взаимодействие сложных систем и их подсистем. Изучение компьютерной графики в вузе требует от обучаемых знания не только компьютерной техники, но и основ инженерной графики и начертательной геометрии. В таком случае можно говорить о синергетическом подходе в обучении, как о междисциплинарном направлении в образовании. В процессе обучения компьютерной гра-

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

фике студенты обучаются различным способам создания пространственных моделей, формированию на их базе плоских чертежей и их оформлению в соответствии со стандартами ЕСКД.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ В ВУЗЕ

В Белорусском государственном университете транспорта (БелГУТе) обучение студентов компьютерной графике ведется с 1994 года. За прошедшие годы применялись различные формы и методы организации занятий, но наиболее рациональным выявился подход, основанный на взаимодействии обучаемого и преподавателя между собой. Так как в БелГУТе обучаются студенты различных специальностей и специализаций, то практические задания для них разрабатываются с учетом профиля специальности. При этом преподаватели компьютерной графики активно взаимодействуют с преподавателями выпускающих кафедр в плане подготовки и разработки профильно-ориентированных заданий. Такой задачный подход в реализации профильно-ориентированного обучения компьютерной графике может сочетаться с синергетическим подходом к образованию, который в последнее десятилетие завоевывает все большую популярность и востребованность в мире. Синергетический подход – это ситуация пробуждения собственных сил и способностей студента, инициирование его на один из собственных путей решения задачи. При таком образовании знания не просто накапливаются, а, накапливаясь, стимулируют индивидуальные, может быть, еще не проявленные способности и пути развития человека [1].

Также следует отметить, что при выполнении практических заданий обучаемые взаимодействуют не только с преподавателем, но и между собой, так как студенческая группа делится на бригады из 2–3 человек. Каждая бригада получает индивидуальное задание на разработку или модернизацию какого-либо узла, и каждый член такой бригады прорабатывает несколько деталей, составляющих конструкцию. При этом члены одной бригады взаимодействуют и сотрудничают при создании деталей, сопрягаемых друг с другом для исключения отклонений в форме и размерах деталей, что позволяет в дальнейшем совместными усилиями создать сборочный узел без каких-либо проблем.

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

В качестве прикладного примера можно привести работу, выполненную бригадой студентов механического факультета. Ими была разработана пространственная модель сварной конструкции наддрессорного бруса тележки пассажирского вагона, выполненная при помощи системы твердотельного моделирования Autodesk Inventor.

В процессе выполнения данного задания студенты подробно ознакомились со способами формирования пространственных моделей различных составных частей наддрессорного бруса (рисунок 1). Наддрессорный брус тележки представляет собой сварную конструкцию коробчатого сечения. Верхний лист бруса состоит из трёх частей. Посередине размещён подпятник, место для подпятника усилено рёбрами и планкой. К брусу привариваются коробки опорных скользунов, а также вертикальные скользуны, соприкасающиеся со скользунами на средних поперечных балках рамы тележки. К наддрессорному брусу также привариваются кронштейны для направляющих поводков и кронштейны для крепления гасителей колебаний.

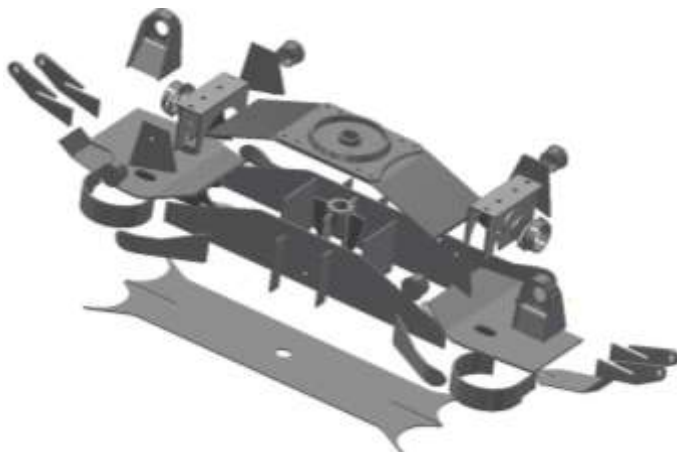


Рисунок 1 – Детали наддрессорного бруса

После создания отдельных элементов сборочной единицы была создана общая сборка всей наддрессорной балки и, при помощи специального модуля системы Autodesk Inventor, преобразована в сварную конструкцию, что позволило подготовить и создать различные сварные швы (рисунок 2).

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

Сотрудничество обучаемых студентов и преподавателей не ограничивается только рамками учебных занятий и в дальнейшем находит свое развитие в подготовке и участии в различных студенческих научных конференциях, республиканских и международных конкурсах и олимпиадах.



Рисунок 2 – Надрессорный брус в сборе

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в рамках синергетического подхода при изучении компьютерной графики значительно повышается эффективность обучения благодаря тесному взаимодействию членов бригады при работе в команде, содействию преподавателя для повышения личностного статуса студента и практико-ориентированному содержанию изучаемого материала. Также можно отметить, что такой подход позволяет готовить высококвалифицированных сотрудников, конкурентоспособных на рынке труда, готовых к постоянному профессиональному росту.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Артющков, О. В. Применение профильно-ориентированных задач при изучении компьютерной графики / О. В. Артющков //Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., 27 марта 2015 г., Брест, Республика Беларусь, Новосибирск, Российская федерация / отв.ред. К.А. Вольхин. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2015, - с.100-104.

Представлено 16.05.2019

Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»  
УДК 514.18

АНАЛИЗ ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ  
СТУДЕНТОВ ПО ГРАФИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ  
ANALYSIS OF FOR THE DECLINE ACADEMIC PERFOR-  
MANCE IN GRAPHIC DISCIPLINES

С.В. Джежора, ст. преп.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
S. Dzhezhora, Senior Lecturer  
Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. В статье проведен анализ причин снижения успеваемости студентов по графическим дисциплинам.*

*Abstract. This article conducted the analysis of reasons for the decline academic performance in graphic disciplines.*

*Ключевые слова: анализ, снижение успеваемости, графические дисциплины.*

*Key word: analysis, the decline academic performance, graphic disciplines.*

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы наметилась устойчивая тенденция снижения успеваемости студентов по учебной дисциплине «Инженерная графика», которая является основой графической подготовки будущих инженеров в технических вузах. Следует разобраться в причинах данного неутешительного явления с целью разработки мероприятий по обеспечению качественной графической учебной базы знаний студента вуза как основы дальнейшего становления и развития грамотного специалиста в области инженерии.

Вероятно, одной из основных причин вышеназванного явления следует считать непопулярность конструкторских и технологических машиностроительных специальностей у абитуриентов вузов вследствие существенного изменения конъюнктуры на рынке труда, смещения акцентов в сторону выбора профессий с последующим высоким уровнем дохода, а также связанных с новейшими технологи-

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

ями. Сегодня никто с высокой долей уверенности не может предсказать ситуацию с востребованностью различных специальностей даже в обозримом будущем, не говоря о далекой перспективе. Но абсолютно точно можно говорить о необходимости подготовки высококлассных специалистов с универсальной базой знаний в соответствующей области науки или техники, способных к логическому мышлению и мобильному изменению интеллектуального багажа в зависимости от потребностей прогресса.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

За последние десятилетия (начиная с 90-х годов) образование претерпело несколько кардинальных реформ, скорее революционного, а не эволюционного характера. Некоторые этапы реформ даже противоречили предыдущим. Советская система образования, которая признавалась прогрессивной на мировом уровне, позволяла сформировать достаточно прочную, но при этом универсальную базу знаний у учащихся средней школы, которую затем можно было расширять и углублять на последующих этапах образования в виде среднего специального профессионального образования, высшего профильного образования и самообразования. Абитуриентами вузов становилась незначительная часть выпускников средней школы в силу высоких требований к уровню знаний при поступлении (высокий проходной балл, большой конкурс, то есть большое количество претендентов на одно место). Следует также отметить, что в советском обществе был поднят на небывалый уровень престиж рабочих профессий, так как значительная часть выпускников средней школы стремилась получить рабочую специальность, что не исключало возможности дальнейшего образования, чаще всего – на вечерних и заочных отделениях вузов [1].

Последующие реформы были ориентированы на западную систему образования, либеральность которой сделала высшее образование общедоступным, но при этом, очевидно, не был принят в расчет отечественный менталитет. В свое время количество заявленных мест в вузах находилось в соответствии с потребностью в специалистах отраслевых направлений, было увязано с демографической ситуацией в стране. Существовала объективная пропорция бюджетных и внебюджетных мест, что позволяло зачислять на бюджетные места



### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

лучших выпускников школ, но при этом у менее успешных учащихся появилась возможность получить высшее образование платно с последующим самостоятельным трудоустройством. В последнее время наблюдается несоответствие между планами набора студентов и объективными показателями, обеспечивающими их выполнение (демографический спад, потребность в специалистах разных направлений на стремительно меняющемся рынке труда, неоптимальный штат сотрудников вузов, низкая оплата труда преподавателей и т.д.). Таким образом, на студенческой скамье оказываются «случайные» люди без внутренней мотивации к обучению [2].

К сожалению, в последнее время по статистическим оценкам только 25–30 % студентов от общего количества реально получают высшее образование, т.е. проявляют заинтересованность к конечному результату обучения, хотя еще лет 15 тому назад менее 15–20 % обучающихся можно было отнести к слабомотивированным. Таким образом, недостаточную довузовскую подготовку и отсутствие мотивации к учебе можно отнести к причинам низкой успеваемости в вузе. Абсолютно нелогичной является организация дополнительных занятий по математике, физике, черчению, химии для студентов первого курса вуза с целью доучивания, то есть повышения уровня базового школьного образования, которая практиковалась в последние годы.

В последнее время высшее образование стало массовым, доступным, но достаточно большое количество обучающихся при поступлении в вуз решает иные социальные проблемы по сравнению с прямой задачей повышения уровня и качества знаний (например, закрепление в крупном городе с целью последующего трудоустройства, отсрочка исполнения воинской обязанности, следование настоянию родителей в выборе будущей профессии и т.д.). Отсюда и нежелание студентов учиться, их равнодушное отношение к успеваемости и посещению занятий. Вследствие этого преподавателю вуза вменяются несвойственные ранее обязанности «нянчиться» со студентами, а не осуществлять равноправное партнерство.

Еще одним фактором, который повлиял на относительную успеваемость, по-видимому, следует назвать введение 10-балльной системы оценки знаний. Случилась некоторая размытость критериев, которые учитываются при выставлении отметки. Также следует

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

учесть, что в распоряжении преподавателя отсутствуют четкие критерии оценки знаний студента по графическим дисциплинам.

Основными причинами снижения успеваемости студентов вузов в целом и по графическим дисциплинам в частности являются: недостаточная довузовская подготовка по черчению и геометрии, т.е. отсутствие базы знаний, необходимых для продолжения образования; непопулярность инженерно-технических специальностей на рынке труда, несмотря на востребованность; нерациональное планирование соотношения количества бюджетных и внебюджетных мест в вузах без учета прогнозируемой ситуации по демографической обстановке, потребности в кадрах соответствующей специализации, что приводит к снижению конкурса и проходного балла при поступлении в вуз; как следствие – слабая мотивация студентов к учебе в силу различных объективных и субъективных причин; недостаточная стимулирующая роль применяемой системы 10-балльной оценки знаний; снижение профессионального уровня педагогов по черчению и другим графическим дисциплинам вследствие недостаточной спецподготовки и низкой материальной заинтересованности [2].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В итоге можно сказать, что достаточно большое количество факторов прямо или косвенно приводит к снижению уровня успеваемости в целом и по графическим дисциплинам в частности. Анализ причин этого позволит разработать действия по повышению статуса выпускника, когда наличие диплома об окончании вуза станет свидетельством знаний, интеллекта и интеллигентности его обладателя.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Репьева Н.Г. Проблема адаптации студентов первого курса к обучению в вузе / Основные проблемы и направления воспитательной работы в современном вузе: Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции. Барнаул: АлтГТУ, 2010 – С. 275–277.
2. Гельмонт А.М. Мотивация учебной деятельности студентов и академическая успеваемость в вузе / вопросы методики преподавания в вузе. – 2003. – Вып. 5. – С. 8–20.

Представлено 29.03.2019 г.

Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»

УДК 37.031

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ДОВУЗОВСКОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ  
ПОДГОТОВКИ ИНОСТРАННЫХ СЛУШАТЕЛЕЙ  
SOME ASPECTS OF THE DOVOUZENSKAYA ENGINEERING  
TRAINING OF FOREIGN STUDENTS

Н.М. Грицко, ст. преп., Н.Б. Селедевская, зав. ПО для иностранных  
граждан УМС и ВЭД

Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

N. Gritsko, Senior Lecturer, N. Seledevskaya, head of the Preparatory  
Training Office

Belarusian national technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Аннотация. Анализ актуальных вопросов графической подготовки и пути повышения качества обучения иностранных слушателей.*

*Abstract. Analysis of topical issues of graphic training and ways to improve the quality of education for foreign students.*

*Ключевые слова: инженерная подготовка, графическая подготовка, обучение.*

*Key words: engineering training, graphic training, training.*

## ВВЕДЕНИЕ

Необходимым условием расширения обучения иностранных граждан в РБ является формирование экспортно-ориентированного пакета образовательных услуг [1]. Развитие международного сотрудничества является одним из приоритетных направлений деятельности вузов. Целью довузовской подготовки иностранных граждан является подготовка к поступлению и дальнейшее обучение по выбранной инженерной специальности. Первым этапом формирования графической культуры является разработка структуры графической подготовки в вузе. На подготовительном отделении графическая подготовка иностранных слушателей осуществляется в технических и архитектурных группах в рамках изучения курса черчения.

*Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*  
СПЕЦИФИКА ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРВОНАЧАЛЬНОЙ  
ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ИНОСТРАННЫХ  
СЛУШАТЕЛЕЙ

Графическая подготовка представляет собой глубокое и разностороннее овладение графическими знаниями, которые способствуют формированию графической культуры будущих инженеров. Под графической культурой понимается умение личности преобразовывать графические объекты.

Для иностранных слушателей, обучающихся на подготовительном отделении, начальным этапом профессионального инженерного образования является обучение по программе черчения в рамках довузовской подготовки. Этот этап во многом является определяющим, так как является фундаментом успешности дальнейшего обучения графическим дисциплинам.

Однако, реализация учебного процесса и достижение необходимого уровня компетентности в инженерной графике иностранными слушателями связано с преодолением определенных сложностей. За небольшой промежуток времени им предстоит решить для себя ряд актуальных задач: освоить русский язык в необходимом базовом объеме; изучить ряд дисциплин довузовского цикла образования; осознанно выбрать профессию. При этом нельзя не принять во внимание период адаптации иностранного слушателя к новым для него климатическим, социальным и бытовым условиям жизни.

Невысокий уровень первоначальной подготовки по общеобразовательным дисциплинам иностранных слушателей, в том числе и по черчению, поступающих на подготовительный факультет, диктует необходимость введения некоторых корректировок процесс обучения. Учебный материал по черчению, неусвоенный на базовом уровне, снижает качество обучения инженерной графики на последующих этапах обучения. Возможно, потребуется упрощение уровня сложности заданий в соответствии с содержанием учебной программы, использование дифференцированного подхода, изменение последовательности изучения отдельных тем, уменьшение вариативности, увеличение времени на выполнение графических заданий.

Зачастую имеет место одновременное начало учебной деятельности иностранных слушателей (в зависимости от времени их по-

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

ступления на подготовительное отделение), что усиливает необходимость координации работы преподавателя с каждым из них в отдельности. Необходимость включения индивидуального подхода в таких случаях создает благоприятные условия для качественного обучения.

Немаловажное значение имеет количественный состав групп иностранных слушателей. Неоспоримым является факт наиболее результативного обучения черчению в малочисленных группах. Сложность и специфика предмета требует больших временных затрат на всех этапах занятия. Поэтому при небольшом количестве иностранных слушателей в группе (6–10 человек) у преподавателя есть возможность индивидуальной работы с каждым, использовать в своей практике индивидуальные и групповые формы консультаций [3].

Особо важное место занимает самостоятельная графическая работа, которая способствует углублению и расширению полученных теоретических знаний, формированию интереса к инженерной деятельности, овладению приёмами процесса построений чертежа и методами решения задач, развитию графических способностей. Через формирование навыков самостоятельной работы слушателей с учебными пособиями развиваются познавательные процессы, мыслительная и речевая деятельность, активизируются внимание и память, что способствует интенсификации процесса обучения [2].

Очень результативным является изложение учебного и графического материала в учебно-методических пособиях параллельно на двух языках, например, на русском и английском. Во-первых, появляется возможность быстрее освоить новую теоретическую информацию, во-вторых, сопоставление терминов и содержания теории на двух языках способствует запоминанию информации. Предполагается расширение специальностей, которые будут преподаваться на английском языке и комплексное обучение [1].

Огромное значение при изучении черчения имеет иллюстративно-графическая материальная база, обеспечивающая визуализацию чертежей, этапов их построения, основных терминов и понятий, формулировок теорем и правил. Натуральные объемные модели и их изображения являются наглядной опорой для формирования у иностранных слушателей конкретных образов изучаемых объектов.

### *Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

Современные компьютерные технологии позволяют интенсифицировать учебный процесс, повысить его эффективность и расширить рамки за счет внеаудиторной работы, мотивацию и интерес к изучению черчения, как следствие повышают эффективность и качество подготовки.

Еще одним важным аспектом успешности процесса обучения является морально-нравственная составляющая. Национальные и культурные характеристики слушателей из разных стран определены менталитетом и особенностями поведения и характера. Создание смешанных групп представляется решением проблемы лингвистического характера, когда возникает необходимость вести беседу на русском языке.

Необходимость повышения уровня графического образования способствует повышению качества успеваемости по всем техническим дисциплинам, а также является одним из средств реализации междисциплинарных связей, так как она способствует осуществлению более полной технологии организации учебной деятельности иностранных слушателей.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обозначенные проблемы графической подготовки иностранных слушателей позволяет регулировать их адаптацию к образовательному процессу. Этот процесс зависит от многих факторов, и его реализация целенаправленно проектирует и выстраивает учебную и социально-воспитательную среду вуза, обеспечивая позитивный имидж вуза на международном образовательном пространстве.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Концептуальные подходы к развитию системы образования Республики Беларусь до 2020 года и на перспективу до 2030 года (утв. приказом Мин. обр. Республики Беларусь 29.11.2017 № 742).
2. Елизарова Л.Ю., Проценко Ю.В., Олешко Т.В. Из опыта организации учебной работы на подготовительном факультете РОСТГМУ // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 3.

*Секция «МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ»*

3. Крылов Э.Г. Особенности обучения иностранных студентов инженерным дисциплинам /Э.Г. Крылов//Высшее образование в России. – 2014. – №2.

Представлено 29.04.2019

## СОДЕРЖАНИЕ

Секция «Эксплуатация, обслуживание и ремонт автомобилей».....	3
Секция «Транспортные системы и технологии».....	122
Секция «Экономика автомобильного транспорта».....	224
Секция «Машиностроительное черчение.....	288



Научное издание

**АВТОМОБИЛЕ-  
И ТРАКТОРОСТРОЕНИЕ**

*Материалы Международной  
научно-практической конференции*

В 2 томах

Том 2

Подписано в печать 29.07.2019. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 21,45. Уч.-изд. л. 16,77. Тираж 60. Заказ 503.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.