

ТРАНСПОРТ
НАУКА, ТЕХНИКА, УПРАВЛЕНИЕ
НАУЧНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СБОРНИК
TRANSPORT
SCIENCE, EQUIPMENT, MANAGEMENT
SCIENTIFIC INFORMATION COLLECTION

Издается с 1990 г.

№ 10

Москва 2019

Научный информационный сборник «ТРАНСПОРТ: наука, техника, управление» включен в новый ПЕРЕЧЕНЬ рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидатов наук, на соискание ученой степени докторов наук (Перечень ВАК). Действует с 28.12.2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Гриняк В.М., Пашин С.С. Управление курсом движения судна с использованием ПИД-регулятора при параметрической неопределенности.....	3
Леонтьев Р.Г. Квазиклассификация и эфемерная идентификация уровней конкурентоспособности морских портов	8
Замыслов М.А., Мальцев А.М., Михайленко С.Б., Тарасов С.В., Штанькова Н.В. Рулевой привод летательного аппарата с изменяемой нечетким контроллером полосой пропускания	17
Ариничева О.В., Малишевский А.В. Некоторые аспекты профилактики конфликтного поведения в экипаже воздушного судна	27
Попов П.В. Влияние транспортно-логистической инфраструктуры федеральных округов на социальные показатели Российской Федерации	35
Тиверовский В.И. Зарубежные инновации в складской логистике.....	44
Катаргин В.Н., Руденко П.Г., Терских В.М., Самокрутова У.Н. Управление техническим состоянием пневматических подвесок легковых автомобилей.....	50
Кривцов С.Н., Кузакова В.В. Надежность автомобильных электрогидравлических форсунок с пьезоприводом.....	56
Макарова И.В., Мухаметдинов Э.М., Габсалихова Л.М., Романов С.Н., Фролов А.М. Повышение эксплуатационной надежности дисков колес грузовых автомобилей.....	61
Вниманию авторов.....	67

CONTENTS

Grinyak V.M., Pashin S.S. Using PID-Controller for Vessel Course Control under Parametric Uncertainty	3
Leontiev R.G. Quasi-Classification and Ephemeral Identification of the Levels of Competitiveness of Seaports	8
Zamyslov M.A., Maltsev A.M., Mikhaylenko S.B., Tarasov S.V., Shtankova N.V. Steering Gear with the Pass-Band Changed by a Fuzzy Controller	17
Arinicheva O.V., Malishevsky A.V. Some Aspects of Prevention of Conflict Behaviour in the Aircraft Crew	27
Popov P.V. Influence of Transport and Logistics Infrastructure of the Federal Districts on Social Indicators in the Russian Federation's	35
Tiverovsky V.I. Overseas Innovations in Warehousing Logistics	44
Katargin V.N., Rudenko P.G., Terskikh V.M., Samokrutova U.N. Management of the Technical Condition of Motor Car Air Suspensions	50
Krivtsov S.N., Kuzakova V.V. Reliability of Automobile Electro-Hydraulic Piezo Injectors	56
Makarova I.V., Mukhametdinov E.M., Gabsalikhova L.M., Romanov S.N., Frolov A.M. Improving the Operational Reliability of Wheel Disks of Trucks	61
Attention of authors	67

Вниманию авторов и читателей!

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ СБОРНИКА

(по состоянию на 12.01.2019 г.)

Наукометрический показатель	Значение
Двухлетний импакт-фактор в РИНЦ	0,509
Двухлетний импакт-фактор с учетом цитирования из всех источников	0,733
Пятилетний импакт-фактор в РИНЦ	0,277
Число статей за год в РИНЦ	131

Сборник занимает 38-е место в рейтинге SCIENCE INDEX по тематике «Транспорт».

**УПРАВЛЕНИЕ КУРСОМ ДВИЖЕНИЯ СУДНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПИД-РЕГУЛЯТОРА
ПРИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ¹**

Доктор техн. наук **Гриняк В.М.**
(Владивостокский государственный университет экономики и сервиса),
Пашин С.С.
(Дальневосточный федеральный университет)

**USING PID-CONTROLLER FOR VESSEL COURSE CONTROL
UNDER PARAMETRIC UNCERTAINTY**

Grinyak V.M., Doctor (Tech.)
(Vladivostok State University of Economics and Service),
Pashin S.S.
(Far Eastern Federal University)

Безопасность судовождения; управление судном; траектория движения; ПИД-регулятор; модель Номото; моделирование.

Marine safety; ship control; trajectory; PID controller; Nomoto model; modelling.

Рассматривается задача управления судном при его следовании по программной траектории. Отмечается, что погрешность априорных представлений о модели движения судна может существенно сказаться на его поведении в процессе управления; в условиях высокой интенсивности движения это может привести к опасным сближениям судов. Для решения этой проблемы предлагается включить в систему управления судном ПИД-регулятор и функцию идентификации модели движения объекта методом скоростного градиента, реализуя замкнутую систему. Приведены результаты моделирования такой системы управления судном, подтверждающие конструктивность предложенной идеи.

The paper is devoted to the problem of marine traffic safety. This work notes that the error of a priori ideas about the model of vessel movement can significantly affect the behavior of the vessel in the management process, the accuracy of control may become insufficient in conditions of high traffic intensity, which can lead to dangerous approaches of vessels. To solve this problem, it is proposed to include in the ship's control system a PID controller and also the function of identifying the model of movement of an object using the speed gradient method, implementing a closed system. The paper is accompanied by the results of modeling the proposed ship control system. It is shown that it is able to work within a single process in real time and respond adequately to changes in the parameters of the motion model.

Введение

Обеспечение безопасности движения судов – это актуальная, сложная и многоаспектная проблема, постоянно привлекающая внимание исследователей. В рамках этой проблемы выделяются задачи планирования пути – траектории движения судна на локальной акватории, целью которой является обеспечение навигационной безопасности движения при наличии препятствий и в условиях коллективного движения [1, 2].

Движение по заданной траектории связано с решением известной задачи выбора необходимых скорости и курса судна с учетом его динамических характеристик [3]. Основная сложность решения этой задачи связана с тем, что управление скоростью и курсом осуществляется не напрямую, а посредством выбора режима работы двигателя, положения пера руля, а для некоторых типов судов – и параметров работы специальных дополнительных рулевых устройств. При неустановившихся режимах движения зависимость скорости и курса от параметров работы органов управления судна является сложной и трудно идентифицируемой. Плавание в условиях ветра и волнения сопровождается качкой и рысканьем, дрейфом от течения и ветра, которые ещё более усложняют реализацию судном (удержание) проложенной траектории.

Синтез закона управления в рассматриваемой задаче связан с учётом динамики судна и действующих на него возмущений с помощью моделей различной степени полноты. Известная полная математическая модель пространственного движения судна содержит двенадцать нелинейных дифференциальных уравнений и мало пригодна для исследования систем управления [4, 5]. Её анализ настолько сложен, что не позволяет восстановить общую картину процессов управления движением. Синтез управления по упрощенным моделям приводит к более простым структурным решениям, доступным для технической реализации. Один из подходов к такому упрощению заключается в раздельном анализе элементарных движений судна [6]. Это позволяет выделить для самостоятельного исследования из общего пространственного движения бортовую, килевую и вертикальную качки, поступательное движение, рысканье корабля и боковой снос. Каждое из этих элементарных движений описывается дифференциальным уравнением 2-го порядка, решение которых хорошо изучено [6].

Классической задачей управления движением судна является его стабилизация на заданном курсе. Удержание судна на заданной траектории осуществляется путем выработки тем или иным способом поправок к

¹ Работа поддержана грантом РФФИ, проект 18-29-16129

заданному курсу, который полагается равным курсовому углу участка траектории, и стабилизации на этом откорректированном курсе. При этом необходимо достаточно точное знание о его модели и для синтеза качественной системы управления требуется решение задачи параметрической идентификации [7]. Погрешности априорных представлений о модели движения судна могут значительно повлиять на поведение судна в процессе управления. Точности такого управления может быть недостаточно в условиях высокой интенсивности движения, где оно может привести к опасным сближениям судов [8]. Даже если модель движения судна хорошо идентифицирована при испытаниях, её характеристики могут значительно изменяться в процессе эксплуатации (изменение геометрии корпуса, образование наростов на корпусе, изменение водоизмещения и т.п.).

Перспективным путём повышения качества управления является включение в систему управления пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора (ПИД, proportional-integral-derivative, PID), реализующего управление по отклонению курса, интеграла от этого отклонения и производной от него [4, 5]. Уточняя (идентифицируя) модель движения объекта и настраивая параметры регулятора в рамках единого процесса в режиме реального времени будем иметь замкнутую систему управления судном, адекватно реагирующую на изменения параметров модели его движения.

В настоящей статье рассматривается задача управления курсом движения судна без учета внешних помех. Управляющее воздействие осуществляется с помощью рулевого пера. Критерием качества, согласно устоявшейся традиции [3], является минимизация времени выполнения поворота судна и минимизация количества переключений руля. Целью работы является моделирование и оценка характеристик и особенностей систем управления судном, включающих ПИД-регулятор.

Основные модельные представления

Оставаясь в рамках традиций, в качестве модели движения судна будем использовать модель Номото второго порядка [9], имеющую вид

$$T_1 T_2 \ddot{\omega} + (T_1 + T_2) \dot{\omega} + \omega = K(\delta + T_0 \dot{\delta}) \quad (1)$$

Здесь коэффициенты T_0 , T_1 , T_2 , K – константы, ω – угловая скорость судна (скорость рысканья), δ – угол поворота пера руля. Особенность этой модели состоит в том, что её параметры-константы обладают высокой степенью неопределенности.

Пусть система управления судном состоит из регулятора, привода и гирокомпаса и имеет структуру, показанную на рис. 1.

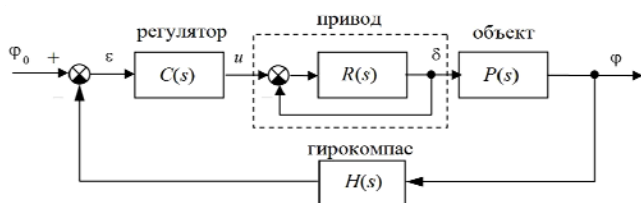


Рис. 1. Структурная схема системы управления курсом судна

На вход системы управления курсом судна (рис.1) подается желаемый курс - φ_0 . Разница фактического курса φ и желаемого φ_0 есть некое отклонение ε . Регулятору необходимо выработать управляющее воздействие u , такое, чтобы минимизировать это отклонение. Основываясь на управляющем воздействии u , привод осуществляет изменение положения пера руля δ , тем самым изменяя курс судна.

Передачная функция звена, описывающего динамику судна, в соответствии с формулой (1) имеет вид:

$$P(s) = \frac{\omega(s)}{\delta(s)} = \frac{\varphi(s)}{\delta(s)} = \frac{K(T_0 s + 1)}{s(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)} \quad (2)$$

Привод (рулевая машина) моделируется как интегрирующее звено, с единичной отрицательной обратной связью, его передаточная функция имеет вид:

$$R(s) = \frac{1}{T_R s + 1} \quad (3)$$

Для измерения угла рыскания используется гирокомпас, математическая модель которого записывается в виде апериодического звена первого порядка с передаточной функцией:

$$H(s) = \frac{1}{T_H s + 1} \quad (4)$$

Общая модель системы управления с ПИД регулятором представлена на рис. 2.

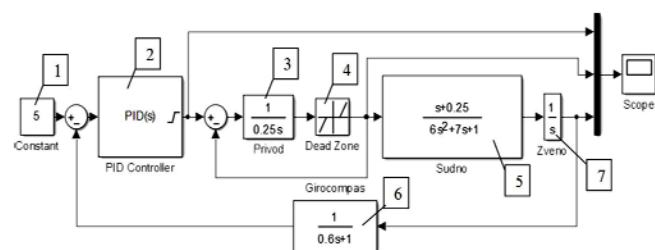


Рис.2. Модель системы управления с ПИД регулятором

Модель состоит из следующих блоков: 1) Constant – задает угол поворота судна; 2) PID controller – ПИД-регулятор, вырабатывающий управляющее воздействие; 3) Privod – блок, моделирующий работу привода; 4) Dead Zone – блок, задающий зону нечувствительности; 5) Sudno – блок, моделирующий судно; 6) Girocompas – блок, моделирующий работу гирокомпаса; 7) Zveno – интегрирующее звено.

Для адаптивной идентификации параметров движения судна используется известный алгоритм скоростного градиента [10]. Введём вектор состояния системы $w = (\omega, \dot{\omega})^T$, включающий в себя угловую скорость и ускорение судна. Уравнение движения судна (1) запишем в виде, характерном для метода скоростного градиента

$$\dot{w} = Aw + \delta B, \quad (5)$$

где A и B матрицы с коэффициентами $A_{11} = -\frac{1}{T_2}$;
 $A_{22} = -\frac{1}{T_1}$; $A_{12} = -\frac{K}{T_2}$; $A_{21} = 0$; $B_1 = \frac{K}{T_0}$;
 $B_2 = \frac{(K-1)}{T_0}$.

Пусть на некотором этапе настройки (итерация с номером m) система (5) имеет вид

$$\dot{w}_m = A_m w_m + \delta B_m + v,$$

где v – вектор вспомогательных сигналов, позволяющий ускорить процесс настройки параметров [10].

Пусть $E = w - w_m$ – вектор невязки между реальным и предполагаемым состоянием системы. Введём целевую функцию задачи адаптивной идентификации

$$Q = \frac{1}{2} E^T E.$$

Её производная будет иметь вид

$$\dot{Q} = E^T ((A - A_m)w + (B - B_m)\delta - v).$$

Частные производные последней функции по настраиваемым параметрам модели будут иметь вид

$$\frac{\partial \dot{Q}}{\partial A_m} = -E w^T, \quad \frac{\partial \dot{Q}}{\partial B_m} = -E \delta^T.$$

В результате алгоритм настройки параметров модели методом скоростного градиента может быть записан в виде:

$$\dot{A}_m = -\gamma E w^T, \quad \dot{B}_m = -\gamma E \delta^T, \quad v = v_0 \text{sign}(E),$$

где γ и v_0 – положительные числа, задающие скорость адаптации настраиваемых параметров. Описанный алгоритм устойчиво сходится при значениях параметров модели, характерных для практики [11].

Результаты численного моделирования

Численное моделирование задачи выполнялось для случая типичного рыболовного судна. Были взяты параметры судна РС-450 «Ураганный» с длиной 24 м, шириной 7.8 м и водоизмещением 65 т. Его исходные параметры модели Номото получены по результатам натурных испытаний путём наблюдения переходного процесса при левом повороте в балласте и имеют значения $T_0 = 4.0$, $T_1 = 1.0$, $T_2 = 6.0$, $K = 0.25$. В этом случае передаточная функция (2) будет иметь вид:

$$P(s) = \frac{s + 0.25}{6.0s^2 + 7.0s + 1.0}.$$

Существующие правила классификации и постройки морских судов [12] накладывают ограничения на действие рулевого привода. В зависимости от его типа (механический, гидравлический, электрогидравлический и т.д.) правила устанавливают минимальную угловую скорость перекладки руля. В данной работе угловая скорость перекладки руля принимается равной 4 градуса в секунду, что соответствует значению $T_R = 0.25$. При моделировании предполагается, что

гироскопас имеет малую инерционность, примем значение $T_H = 0.6$. Таким образом, передаточные функции (3), (4) будут иметь вид

$$R(s) = \frac{1}{0.25s + 1},$$

$$H(s) = \frac{1}{0.6s + 1}.$$

Существует большое количество методов настройки ПИД-регулятора [13], для параметров моделируемой модели судна используется аналитический метод настройки. Целью управления является плавный переходный процесс с малым значением перерегулирования. Зависимость управляющего воздействия ПИД-регулятора от отклонения ε (между желаемым и фактическим курсом) описывается уравнением:

$$u(t) = K_p \varepsilon(t) + K_i \int_0^t \varepsilon(t) + K_d \frac{d\varepsilon(t)}{dt},$$

Настройка ПИД-регулятора аналитическим методом даёт следующие значения параметров: $K_p = 2.455$, $K_i = 0.093$, $K_d = 2.458$.

Моделируются 2 случая: поворот судна на 5 градусов при точном знании модели (1); поворот судна на 5 градусов в условиях погрешности априорных представлений о параметрах модели (1).

На рис. 3 показан результат моделирования поворота судна на 5 градусов при точном знании модели (1).

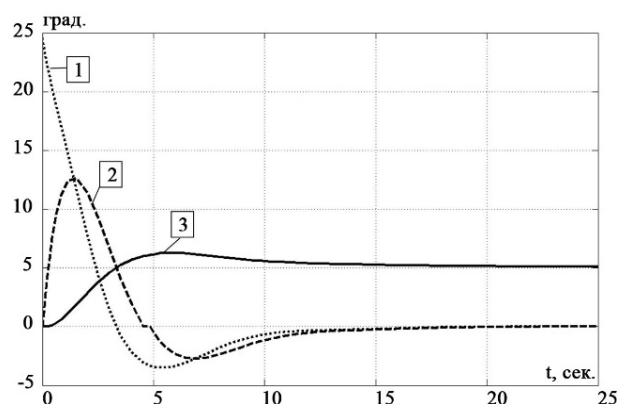


Рис. 3. Результаты моделирования управления судном (поворот на 5 градусов). 1 – управляющий сигнал с контроллера управления, 2 – угол перекладки пера руля, 3 – изменение курса судна

Из графиков (рис. 3) видно, что при использовании ПИД контроллера происходит плавная корректировка курса в течение 25 секунд, вначале ПИД-регулятор подает управляющий сигнал с поворотом пера руля на 13 градусов, тем самым осуществляя быстрый поворот и далее плавную корректировку на заданный курс. В данной модели не учитывается релейная составляющая изменения положений руля, т.е. используется упрощённая модель рулевой машины.

Теперь смоделируем ситуацию, при которой немного изменились параметры судна (изменилась геометрия корпуса судна, дно обросло ракушками и т.д.). Отразим это, изменив постоянную времени в передаточной функции судна без перенастройки контроллеров, так, что передаточная функция судна примет вид:

$$P(s) = \frac{s + 0.5}{6.0s^2 + 7.0s + 1.0}$$

На рис. 4 показан результат моделирования поворота судна на 5 градусов в условиях такой погрешности априорных представлений о параметрах модели (1).

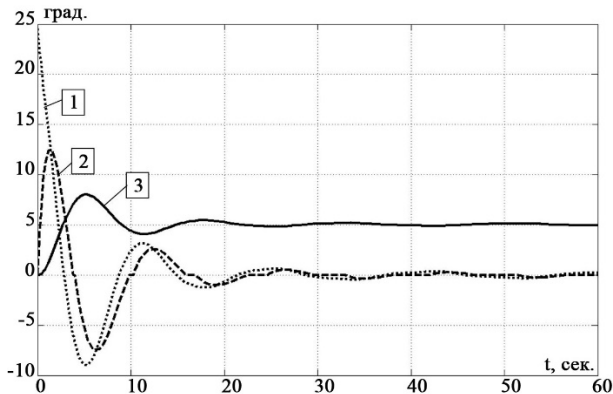


Рис. 4. Результаты моделирования управления судном в условиях погрешности о модели движения (поворот на 5 градусов).

1 — управляющий сигнал с контроллера управления, 2 — угол перекладки пера руля, 3 — изменение курса судна

Из графиков на рис. 4 хорошо видно, что судно делает поворот около 20 секунд, при этом достаточно долгое время происходит колебание курса судна относительно желаемого. При увеличении угла поворота судна разница будет еще более заметной. Более «резкое» поведение ПИД-регулятора связано с его дифференциальной составляющей. На графиках хорошо видно, что система принимает колебательный характер, тем самым значительно увеличивается количество переключений руля (график 2 на рис. 4). Использование ПИД-регулятора в условиях сильных возмущающих воздействий или при значительной параметрической неопределенности может привести к полной потере устойчивости в управлении. Таким образом, представляется целесообразной идентификация модели судна.

На рис. 5 показана реализованная схема алгоритма адаптивной идентификации. Здесь 1 — блок генерирующий задающий сигнал; 2 — модель судна; 3 — блок адаптивной идентификации модели; 4 — блок, показывающий выходной сигнал объекта и настраиваемой модели; 5 — блок, показывающий разницу (невязку) выходного сигнала объекта и модели (E).

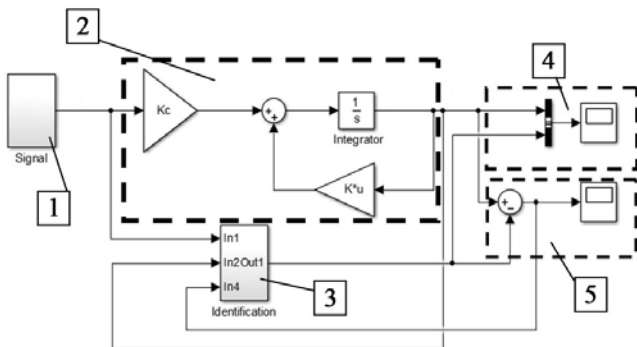


Рис. 5. Система адаптивной идентификации параметров

На рис. 6 показаны результаты моделирования процесса идентификации модели судна. Приведены значения невязки между реальным и предполагаемым состоянием системы (E) в процессе идентификации. График 1 показывает разницу между угловой скоростью объекта и угловой скоростью настраиваемой модели, график 2 — аналогичную разницу по ускорениям. Видно, что спустя всего 5 секунд ошибка идентификации становится близка к 0. Такой временной интервал вполне приемлем для практики.

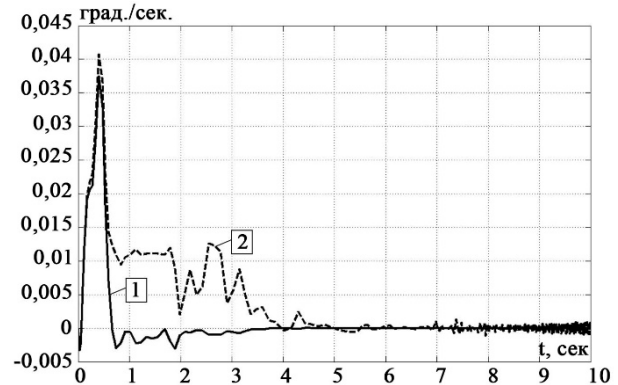


Рис. 6. Результаты идентификации модели движения судна

Уточнённая модель судна используется для корректировки (перенастройки) параметров ПИД регулятора. Его реализация с актуальными значениями гарантирует устойчивость и повышает качество управления.

В целом результаты моделирования демонстрируют конструктивность предложенной интегрированной схемы системы управления судном.

Заключение

При реализации системы управления судном параметры регулятора учитывают известные динамические характеристики судна. Со временем эти характеристики могут заметно изменяться (обрастание, деформация корпуса, изменение загрузки и т.п.), что, в свою очередь, существенно сказывается на качестве управления. Система управления должна быть либо адаптивной, способной подстраиваться под измененные условия, либо иметь возможность корректировки параметров управления вручную.

В работе предложена система управления судном с использованием классического ПИД регулятора. Реализован алгоритм адаптивной идентификации параметров системы управления на основе градиентного подхода для модели Номото 2-го порядка. Описанная параметрическая идентификация может выполняться как в режиме реального времени, так и с использованием предварительно сохраненных данных (offline). Для оценки степени изменения параметров математической модели судна процесс идентификации может быть проведен при различных условиях. Наилучшие результаты даёт активное маневрирование судна, например, движение типа «зигзаг» с интенсивной перекладкой пера руля.

Результаты работы ориентированы на расширение функциональности и повышение качества работы систем управления судном.

Литература

1. Дмитриев В.И., Каретников В.В. Методы обеспечения безопасности мореплавания при внедрении беспилотных технологий // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адм. С.О. Макарова. – 2017. – № 6. – С. 1149-1158. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-6-1149-1158.
2. Васьков А.С., Мироненко А.А. Управление скоростью движения судна по программной траектории // Эксплуатация морского транспорта. – 2015. – № 3. – С. 24-32.
3. Мироненко А.А. Модель программного движения судна в стеснённых водах // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2013. – № 2. – С. 65-70.
4. Лукомский Ю.А., Корчанов В.М. Управление морскими подвижными объектами. – СПб.: Элмор, 1996. – 318 с.
5. Лукомский Ю.А., Чугунов В.С. Системы управления морскими подвижными объектами. – Л.: Судостроение, 1988. – 272 с.
6. Вагущенко Л.Л., Цымбал Н.Н. Системы автоматического управления движением судна. 3-е изд., переработанное и дополненное. – Одесса: Фенікс, 2007. – 328 с.
7. Осокина Е.Б., Оськин Д.А., Дыда А.А. Адаптивная идентификация параметров судна на основе простых моделей // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адм. С.О. Макарова. – 2015. – № 2. – С. 24-31.
8. Гриняк В.М., Девятисильный А.С. Нечёткая система распознавания опасного сближения судов на морских акваториях // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2014. – № 11. – С. 36-42.
9. Дыда А.А., Дыда П.А., Осокина Е.Б., Оськин Д.А. Робастный подход к построению систем управления курсом судна // Морские интеллектуальные технологии. – 2017. – № 2. – С. 141-145.
10. Фрадков А.Л. Адаптивное управление в сложных системах: беспоисковые методы. – М.: Наука. 1990. – 296 с.
11. Фомин В.Н., Фрадков А.Л., Якубович В.А. Адаптивное управление динамическими объектами. – М.: Наука. 1981. – 448 с.
12. Правила классификации и постройки морских судов часть III «Устройства, оборудование и снабжение» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lk.rs-class.org/regbook/getDocument2?type=rules&d=E24119C4-F399-477C-8A44-1C143EAA1C03&f=2-020101-114-3> (01.05.2019)
13. O'Dwyer A. Handbook of PI and PID controller tuning rules. - Dublin Institute of Technology. 2009.

Сведения об авторах:

Гриняк Виктор Михайлович, профессор кафедры «Информационные технологии и системы».

Место работы: Владивостокский государственный университет экономики и сервиса.

Адрес: 690014 Владивосток, ул. Гоголя, 41.

Телефон 9046234235.

E-mail: Viktor.Grinyak@vvsu.ru.

Пашин Сергей Сергеевич, старший преподаватель на кафедре «Информационные системы управления».

Место работы: Дальневосточный федеральный университет.

Адрес: 690091 Владивосток, ул. Суханова, 8.

Тел. 9025052705.

E-mail: aych@yandex.ru.

КВАЗИКЛАССИФИКАЦИЯ И ЭФЕМЕРНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ УРОВНЕЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ МОРСКИХ ПОРТОВ

Доктор экон. наук, профессор **Леонтьев Р.Г.**

(Вычислительный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук. ВЦ ДВО РАН)

QUASI-CLASSIFICATION AND EPHEMERAL IDENTIFICATION OF THE LEVELS OF COMPETITIVENESS OF SEAPORTS

Leontiev R.G., Doctor (Econ.), Professor

(Computing Centre of the Far Eastern Branch of RAS. FEB RAS)

Уровни конкурентоспособности морских портов, субъект конкуренции, виды конкуренции, масштаб конкурентного рынка, квазиклассификация и эфемерная идентификация морских портов.

Levels of competitiveness of seaports, subject of competition, types of competition, scale of a competitive market, quasi-classification and ephemeral identification of seaports.

Рассмотрено стремление относящегося к морскому вузу соискателя как-то представить некую квазиклассификацию «уровней конкурентоспособности морских портов» по признакам (иерархиям) «субъектов конкуренции», «видов конкуренции», «масштабов конкурентного рынка», которое не только не получило должного воплощения, но и привело к неприемлемому распространению среди научной и вузовской общественности и специалистов транспорта весьма сомнительной гипотезы идентификации морских портов РФ и всего остального мира по неким уровням их эфемерной экономической конкурентоспособности.

The article examines the desire of the applicant, related to the maritime university, to somehow present some kind of quasi-classification of «competitiveness levels of seaports» according to signs (hierarchies) of «subjects of competition», «types of competition», «scales of a competitive market», which but also led to an unacceptable spread among the scientific and higher educational institutions and transport specialists of the rather dubious hypothesis of identification of seaports of the Russian Federation and the rest of the world for ephemeral economic competitiveness.

В последнее время в нормативно-правовых актах, регулирующих функционирование морского транспорта, в программных государственных документах, определяющих перспективы его развития, и исследовательских работах, целью которых являлось обогащение научных знаний об экономической специфике этого важнейшего вида транспорта, стали продуцироваться различные варианты спорных определений такого понятия, как «конкурентоспособность морских портов». Причем это понятие именно в спорных интерпретациях вошло в профессиональный тезаурус (а точнее в сленг, жаргон) весьма ответственных сотрудников отраслевых вузов, государственных управленческих учреждений морского транспорта и федеральных ведомств, регулирующих его деятельность как отрасли инфраструктуры экономики страны.

Вместе с тем, выраженная в утверждениях 1-20 анализируемой в настоящей работе статьи (Бодровцева Н.Ю. Понятие и виды конкурентоспособности морских портов // Транспортное дело России. – 2016. - № 5. – С. 31-33) попытка относящегося к морскому вузу ее (статьи) продуцента - аспиранта ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова (научный руководитель - д.э.н. Пантина Т.А.) - как-то обосновать и сформулировать определение понятия «конкурентоспособность морских портов» не только не получила должного воплощения, но и привела к неприемлемому распространению среди научной и вузовской общественности и специалистов транспорта квазиобоснования концептуальной псевдоформулы указанного понятия. Обстоятельства и доказательства неприемлемости для соответствующей сферы знаний такого «основного научного результата» Бодровцевой Н.Ю. были

представлены в трудах [1-6] и других исследованиях автора настоящей работы,

Однако у относящегося к морскому вузу продуцента анализируемой в настоящей работе статьи - аспиранта ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова (научный руководитель - д.э.н. Пантина Т.А.) возникла потребность поставить перед собой другую не менее благородную задачу: «обосновать подход к определению видов конкуренции и уровней конкурентоспособности морских портов во взаимосвязи субъекта конкуренции и масштабов конкурентного рынка в целях создания методологического аппарата для оценки и анализа данного понятия «конкурентоспособность морского порта».

Чтобы распознать научную ценность обоснования Бодровцевой Н.Ю. такого подхода, в работе [7] было выяснено, что научно-практическая ценность содержания утверждений 21-25 указанной статьи Бодровцевой Н.Ю., представляется ничтожной, поэтому без всякого ущерба для изложения авторских «научных результатов» из анализируемой в настоящей работе статьи эти утверждения можно и, в принципе, следует изъять. А вместо всей представленной в них информации следовало бы перечислить «типы конкуренции морских портов по географическому признаку, то есть по местоположению предполагаемого проявления этих «типов» в территориальном пространстве.

Что касается выраженного в утверждениях 26-29 статьи (Бодровцева Н.Ю. Понятие и виды конкурентоспособности морских портов // Транспортное дело России. – 2016. - № 5. – С. 31-33) в целом стремления относящегося к морскому вузу ее продуцента как-то объяснить феномен возникновения «внутрипортовой конку-

ренции» в условиях существования и функционирования морских портов как субъектов естественной монополии, обосновать и сформулировать определение соответствующего понятия, то в предыдущем исследовании автора настоящей работы было отмечено, что оно (стремление) не только не получило должного воплощения, но и привело к неприемлемому распространению среди научной и вузовской общественности и специалистов транспорта квазианализа конкурентоспособности видов услуг, оказываемых предприятиями в морских портах РФ и всего остального мира.

Для того, чтобы полнее распознать научную ценность обоснования Бодровцевой Н.Ю. такого подхода, необходимо проанализировать представленные в указанной статье ее дальнейшие авторские рассуждения.

Утверждение 30 – «На основании изложенного субъектами конкуренции следует определить: 1) отдельный порт; 2) группу портов; 3) хозяйствующих субъектов, предоставляющих услуги в морском порту; 4) услуги, оказываемые в морском порту».

Анализ содержания данного утверждения позволил выявить следующие негативные обстоятельства:

а) даже данное весьма краткое утверждение грешит фактами недостаточно грамотного написания и построения фразеологии русского языка:

- во-первых, в данном утверждении вместо неточно отражающего ссылку слова «изложенного» следовало бы употребить более корректное слово «вышеизложенного» или словосочетание «изложенного выше»;

- во-вторых, если условно согласиться со смыслом данного утверждения Бодровцевой Н.Ю., то вместо примененного в нем некорректного выражения - «субъектами конкуренции следует определить:» - необходимо употребить словосочетание «можно определить следующие субъекты конкуренции:»;

- в-третьих, если опять же условно согласиться со смыслом данного утверждения Бодровцевой Н.Ю., то для соблюдения последовательного ряда «субъектов», располагаемых в нем в порядке уменьшения их масштабов, следовало бы поставить первой «группу портов», а вторым – «отдельный порт»;

- в-четвертых, если еще раз условно согласиться со смыслом данного утверждения Бодровцевой Н.Ю., то упоминание в нем только о «порте» как об «отдельном» представляется некорректным и излишним, поскольку, если говорить об «отдельном порте», то тогда следовало бы говорить и об «отдельной группе портов», «отдельном хозяйствующем субъекте» и «отдельной услуге»;

- в-пятых, если же в очередной раз условно согласиться со смыслом данного утверждения Бодровцевой Н.Ю., то для корректного построения последовательного ряда «субъектов» их следовало бы представить либо в единственном числе («группа портов», «порт». «хозяйствующий субъект...», «услуга...»), либо как множества («группы портов», «порты». «хозяйствующие субъекты...», «услуги...»);

б) кроме того данное утверждение Бодровцевой Н.Ю. грешит смысловыми неточностями в отражении научных представлений о различных явлениях (событиях) окружающего мира и реальной российской действительности в сфере отечественной экономики, регулируемой соответствующими федеральными законами и другими нормативно-правовыми актами:

- во-первых, прежде чем «определить» непонятно каких и откуда взявшихся «субъектов конкуренции» было бы необходимо выяснить следующие обстоятельства: 1) следует понимать, что речь здесь идет о сугубо рыночной «конкуренции»; 2) рынок – место купли-продажи услуг [8]; 3) рыночная конкуренция – соперничество двух или нескольких хозяйствующих субъектов (производителей-продавцов) на конкретном рынке услуг; 4) предмет конкуренции – услуга или услуги, оказываемые на соответствующем рынке; 5) объект конкуренции – хозяйствующий субъект (потребитель-покупатель), приобретающий услугу (услуги); 6) субъект конкуренции – хозяйствующий субъект, оказывающий услугу (услуги) на соответствующем конкурентном рынке; 7) если рынок монопольный, то кроме полновластного «субъекта естественной монополии» никаких «субъектов конкуренции» на нем не существует. Налицо – первая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- во-вторых, абсолютно безоговорочное сообщение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де буквально всякий «порт» следует «определить субъектом конкуренции», представляется голословным и недостоверным в силу нескольких причин: 1) какой-то «порт» в единственном числе априори не может быть признан «субъектом конкуренции», поскольку у него должен быть хотя бы один «конкурент» - другой «порт»; 2) более того Бодровцевой Н.Ю. не приведено ни одного фактического примера «межпортовой конкуренции» на конкретном рынке; 3) в соответствии с российским законодательством услуги портов отнесены к естественной монополии, то есть конкуренция между портами, как правило, отсутствует; 4) администрация морских портов создается в отношении двух и более морских портов в РФ в форме ФГБУ и действует в соответствии с положением, утвержденным федеральным органом в области транспорта; 5) администрация морских портов оказывает услуги в морском порту пользователям в соответствии с перечнем услуг в морских портах, устанавливаемым федеральным органом в области транспорта; 6) тарифы на услуги в морском порту, оказываемые субъектами естественных монополий, и правила применения таких тарифов устанавливаются законодательством РФ о естественных монополиях; 7) российские морские порты входят в состав ФГУП «Росморпорт»; 8) поэтому признание Бодровцевой Н.Ю. какого-то «порта» «субъектом конкуренции» без какого-то объяснения игнорирования ею перечисленных здесь и многих других препятствующих такому признанию причин представляется недопустимым для науки и практики выдвижением крайне нелепой и пустопорожней гипотезы. Налицо – вторая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- в-третьих, абсолютно безоговорочное сообщение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де буквально всякую «группу портов» следует «определить субъектом конкуренции», также представляется голословным и недостоверным в силу нескольких причин: 1) какая-то одна «группа портов» априори не может быть признана «субъектом конкуренции», поскольку у нее должен быть хотя бы один «конкурент» - другая «группа портов»; 2) более того Бодровцевой Н.Ю. не приведено ни

одного фактического примера «конкуренции между группами портов» на конкретном рынке; 3) затем непонятно, есть ли внутренняя конкуренция между «портами» одной и той же «группы»; 4) или «порты» одной «группы» выступают на рынке в виде единого треста, конкурируя с другим единым трестом, состоящим из «портов» другой «группы»; 5) российские морские порты входят в ФГУП «Росморпорт»; 6) поэтому непонятно, что представляют собой «группы портов»: либо пять групп бассейновых портов, либо 14 групп филиальных портов ФГУП «Росморпорта», либо какие-то выделенные по какому-то признаку иные группы портов; 7) государственные хозяйствующие морские администрации портов, относящиеся к естественной монополии, в принципе не могут конкурировать друг с другом; 8) поэтому признание Бодровцевой Н.Ю. какой-то «группы портов» «субъектом конкуренции» без какого-то объяснения игнорирования ею перечисленных здесь и многих других препятствующих такому признанию причин также представляется недопустимым для науки и практики выдвижением крайне нелепой и пустопорожней гипотезы. Налицо – третья несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- в-четвертых, абсолютно безоговорочное сообщение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де буквально всех «хозяйствующих субъектов, предоставляющих услуги в морском порту» следует «определить субъектами конкуренции», является голословным и недостоверным в силу нескольких причин: 1) администрации морских портов, оказывающие услуги в морском порту пользователям, также являются хозяйствующими субъектами, но действующими в сфере естественной монополии, поэтому их нельзя отнести к «субъектам конкуренции»; 2) услуги в морском порту могут оказываться юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями на основании договоров с пользователями, а размер оплаты услуг в морском порту, не относящихся к сфере естественных монополий, определяется на основании договоров; 3) при этом хозяйствующий субъект (юридическое лицо или индивидуальный предприниматель), оказывающий услуги одного вида, в принципе не может конкурировать с хозяйствующим субъектом, предоставляющим услуги другого вида; 4) какой-то «хозяйствующий субъект» (юридическое лицо или индивидуальный предприниматель), в единственном числе оказывающий в морском порту услуги какого-то одного вида априори не может быть признан «субъектом конкуренции», поскольку для такого признания у него должен быть хотя бы один «конкурент» - другой «хозяйствующий субъект», производящий а этом же морском порту услуги того же вида; 5) поэтому признание Бодровцевой Н.Ю. буквально всех «хозяйствующих субъектов, предоставляющих услуги в морском порту», именно «субъектами конкуренции», без какого-то объяснения игнорирования ею перечисленных здесь и многих других препятствующих такому признанию причин также представляется недопустимым для науки и практики выдвижением крайне нелепой и пустопорожней гипотезы. Налицо – четвертая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- в-пятых, абсолютно безоговорочное сообщение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де «услуги, оказываемые в морском порту» следует «определить субъектами

конкуренции», является категорически недостоверным (нелепым) в силу следующих причин: 1) известно [9], что «субъект» – это человек как носитель каких-нибудь свойств, а «услуга» – это действие, приносящее пользу, помощь другому; 2) также известно [9], что «услуги» - это работа, выполняемая на заказ и не приводящая к созданию самостоятельного товара, в частности, услуги транспорта; 3) субъект естественной монополии - хозяйствующий субъект, занятый оказанием услуг в условиях естественной монополии; 4) субъект конкуренции - хозяйствующий субъект, занятый оказанием услуг в условиях конкуренции; 5) то есть «услуги» в принципе нельзя квалифицировать «субъектами конкуренции» в силу совершенно разной природы этих явлений; 5) поэтому признание Бодровцевой Н.Ю. «услуг, оказываемых в морском порту», именно «субъектами конкуренции», представляется недопустимым для науки и практики выдвижением крайне нелепой и безграмотной гипотезы. Налицо – пятая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

в) таким образом без всякого ущерба для изложения авторских «научных результатов» утверждение 30 из анализируемой в настоящей работе статьи Бодровцевой Н.Ю. следует изъять с целью дезавуировать неприемлемую для всякого исследования попытку его автора дезинформировать недостаточно теоретически и (или) практически подготовленного читателя.

Утверждение 31 – *«Соответственно по отношению к субъектам можно определить виды конкуренции:*

- межпортовую, как конкуренцию между отдельными портами, либо группами портов;

- внутрипортовую: по отношению к хозяйствующим субъектам, предоставляющим услуги в морском порту и услугам, оказываемым в порту».

Анализ содержания данного утверждения позволил выявить следующие негативные обстоятельства:

а) даже относительно краткое данное утверждение грешит фактами недостаточно грамотного написания и построения фразеологии русского языка:

- во-первых, в данном утверждении напечатанной статьи Н.Ю. Бодровцевой между словами «субъектам» и «можно» отсутствует обязательный разделяющий их пробел, что явно не делает чести редакции журнала «Транспортное дело», опубликовавшей указанную статью;

- во-вторых, если условно согласиться со смыслом данного утверждения Бодровцевой Н.Ю., то вместо примененного в нем некорректного выражения - «соответственно по отношению к субъектам можно определить виды конкуренции:» - необходимо употребить словосочетание «относительно указанных выше субъектов можно определить соответствующие виды конкуренции:»;

- в-третьих, из данного утверждения следует убрать запятую, поставленную после слова «межпортовую», и слово «отдельными»;

- в-четвертых, если также условно согласиться со смыслом данного утверждения Бодровцевой Н.Ю., то вместо примененного в нем некорректного выражения - «внутрипортовую: по отношению к хозяйствующим субъектам, предоставляющим услуги в морском порту и услугам, оказываемым в порту» - необходимо употребить приемлемое словосочетание «внутрипортовую как соперничество между хозяйствующими субъекта-

ми, предоставляющими услуги в морском порту, и услугами, оказываемыми в порту»;

б) кроме того данное утверждение Бодровцевой Н.Ю. грешит смысловыми неточностями в отражении научных представлений о различных явлениях (событиях) окружающего мира и реальной российской действительности в сфере отечественной экономики, регулируемой соответствующими федеральными законами и другими нормативно-правовыми актами:

- во-первых, абсолютно безоговорочное сообщение Бодровцевой Н.Ю. о том, что «относительно субъектов (конкуренции)», якобы «можно определить межпортовую конкуренцию (между портами и группами портов)» представляется голословным и недостоверным, поскольку такое признание без какого-то объяснения игнорирования ею перечисленных в настоящей работе выше при анализе утверждения 30 (в подпунктах «во-первых», «во-вторых» и «в-третьих» пункта «б»)) причин представляется недопустимым для науки и практики выдвиганием крайне нелепой и пустопорожней гипотезы. Налицо – первая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- во-вторых, абсолютно безоговорочное сообщение Бодровцевой Н.Ю. о том, что «относительно субъектов (конкуренции)», якобы «можно определить внутрипортовую конкуренцию (между хозяйствующими субъектами, предоставляющими услуги в морском порту и услугами, оказываемыми в порту)» представляется голословным и недостоверным, поскольку такое признание без какого-то объяснения игнорирования ею перечисленных в настоящей работе выше при анализе утверждения 30 (в подпунктах «в-третьих» и «в-четвертых» пункта «б»)) причин также представляется недопустимым для науки и практики выдвиганием крайне нелепой и пустопорожней гипотезы. Налицо – вторая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

в) таким образом без всякого ущерба для изложения авторских «научных результатов» утверждение 31 из анализируемой в настоящей работе статьи Бодровцевой Н.Ю. следует изъять с целью дезавуировать неприемлемую для всякого исследования попытку его автора дезинформировать недостаточно теоретически и (или) практически подготовленного читателя.

Утверждение 32 – *«В зависимости от масштабов оцениваемого конкурентного рынка следует рассматривать конкурентоспособность морских портов:*

- *на международном уровне: между портами Российской Федерации и портами иностранных государств,*

- *в масштабе страны,*

- *в отношении отдельных бассейнов, территориальных направлений;*

- *в отношении отдельных портов».*

Анализ содержания данного утверждения позволил выявить следующие негативные обстоятельства:

а) даже относительно краткое данное утверждение грешит фактами недостаточно грамотного написания и построения фразеологии русского языка:

- во-первых, в данном утверждении напечатанной статьи Н.Ю. Бодровцевой между словами «бассейнов,» и «территориальных» отсутствует обязательный разделяющий их пробел, что явно не делает чести редакции

журнала «Транспортное дело», опубликовавшей указанную статью;

- во-вторых, если условно согласиться со смыслом данного утверждения Бодровцевой Н.Ю., то вместо примененного в нем некорректного выражения - «оцениваемого конкурентного рынка» - необходимо употребить приемлемое словосочетание «оцениваемых конкурентных рынков»;

- в-третьих, если условно согласиться со смыслом данного утверждения Бодровцевой Н.Ю., то вместо примененного в нем некорректного выражения - «конкурентоспособность» - необходимо употребить приемлемое словосочетание «следующие уровни конкурентоспособности»;

- в-четвертых, если условно согласиться со смыслом данного утверждения Бодровцевой Н.Ю., то вместо примененного в нем некорректного выражения - «в масштабе страны» - необходимо употребить приемлемое словосочетание «страны в целом»;

- в-пятых, известно [9], что «отдельный» – это либо обособленный, самостоятельный, либо единичный, некоторый. Поэтому дважды употребленное в данном утверждении выражение «в отношении отдельных» следует убрать;

- в-шестых, если условно согласиться со смыслом данного утверждения Бодровцевой Н.Ю., то вместо примененного в нем некорректного выражения - «территориальных направлений» - необходимо употребить приемлемое словосочетание «филиалов ФГУП «Росморпорта»;

б) кроме того данное утверждение Бодровцевой Н.Ю. грешит смысловыми неточностями в отражении научных представлений о различных явлениях (событиях) окружающего мира и реальной российской действительности в сфере отечественной экономики, регулируемой соответствующими федеральными законами и другими нормативно-правовыми актами:

- во-первых, абсолютно безоговорочное мнение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де «в зависимости от масштабов оцениваемого конкурентного рынка следует рассматривать конкурентоспособность морских портов» представляется голословным и недостоверным в силу нескольких причин: 1) совершенно непонятно, о каком таком «конкурентном рынке» упоминает Бодровцева Н.Ю.; 2) что на этом «рынке» продается, кто является продавцом и кто является покупателем; 3) где конкретно и в каких границах осуществляется купля-продажа того, что продается; 4) какой характер носит конкуренция на этом рынке; и т. д.; 5) непонятно, почему обязательно «оцениваемого», а не просто «конкурентного рынка»; 6) неясно, кем, когда и зачем этот «рынок» непременно «оценивается»; 7) при этом необходимо привести фактические примеры существования конкретного «конкурентного рынка» с конкретными субъектами, предметами и объектами конкуренции; 8) поэтому данное мнение Бодровцевой Н.Ю. без какого-то объяснения игнорирования ею перечисленных здесь и многих других причин безусловно представляется недопустимым для науки и практики выдвиганием крайне нелепой и пустопорожней гипотезы. Налицо – первая несуразность в данном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- во-вторых, абсолютно безоговорочное мнение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де «следует рассматривать

конкурентоспособность морских портов», в частности, «в отношении портов», представляется голословным и недостоверным в силу следующих причин. Как уже отмечалось в статье автора настоящей работы [7], Бодровцева Н.Ю., упоминая о «конкурентоспособности морских портов» (правильно – «морского порта»), тем самым предполагает, что всякие морские порты как хозяйствующие субъекты, якобы, соперничают (конкурируют) друг с другом. Однако, например, в соответствии с Федеральным законом "О естественных монополиях" от 17 августа 1995 года № 147-ФЗ российские морские порты отнесены к субъектам естественной монополии, то есть они являются хозяйствующими субъектами, занятыми оказанием услуг в условиях естественной монополии. Поэтому каждый из морских портов, работая в условиях монополии, не испытывают потребности в обеспечении какой-то своей конкурентоспособности. Налицо – вторая несуразность в данном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая объяснения в ее статье;

- в-третьих, кроме того, проводя здесь анализ предложенных Бодровцевой Н.Ю. «масштабных» уровней «конкурентоспособности морских портов» в обратном порядке, необходимо отметить следующее. Абсолютно безоговорочное мнение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де «следует рассматривать конкурентоспособность морских портов», в частности, «портов», представляется голословным и недостоверным, поскольку совершенно непонятно, как какой-то порт, входящий в состав определенного филиала ФГУП «Росморпорт», будет и должен «конкурировать» с другим портом из этого же филиала под руководством одного и того же субъекта естественной монополии – морской администрации портов указанного филиала. К тому же неясно, на сторону какого из этих соперничающих портов встанет морская администрация. Налицо – третья несуразность в данном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого приемлемого объяснения в ее статье;

- в-четвертых, абсолютно безоговорочное мнение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де «следует рассматривать конкурентоспособность морских портов», в частности, «филиалов ФГУП «Росморпорт» («территориальных направлений» - у Бодровцевой Н.Ю.) представляется голословным и недостоверным, поскольку совершенно непонятно, как в границах какого-то одного бассейна какой-то филиал ФГУП «Росморпорт» под руководством соответствующего субъекта естественной монополии – морской администрации будет и должен «конкурировать» с другим филиалом этого же ФГУП под руководством соответствующего субъекта естественной монополии – морской администрации. К тому же неясно, на сторону какого из этих соперничающих филиалов встанет центральный аппарат ФГУП «Росморпорт». Налицо – четвертая несуразность в данном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого приемлемого объяснения в ее статье;

- в-пятых, абсолютно безоговорочное мнение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де «следует рассматривать конкурентоспособность морских портов», в частности, «страны в целом» («бассейнов» - у Бодровцевой Н.Ю.) представляется голословным и недостоверным, поскольку совершенно непонятно, как в морских границах Российской Федерации целостная совокупность портов (или филиалов ФГУП «Росморпорт») какого-то

одного бассейна будет и должна «конкурировать» с целостной совокупностью портов (или филиалов ФГУП «Росморпорт») какого-то другого бассейна под общим руководством одного и того же субъекта естественной монополии – ФГУП «Росморпорт». К тому же неясно, какому из этих соперничающих бассейнов отдаст предпочтение центральный аппарат ФГУП «Росморпорт» и как это предпочтение будет реализовываться на практике. Налицо – пятая несуразность в данном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- в-шестых, абсолютно безоговорочное мнение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де «следует рассматривать конкурентоспособность морских портов», в частности, «на международном уровне: между портами Российской Федерации и портами иностранных государств», представляется голословным и недостоверным, по нескольким причинам: 1) прежде чем гипотетически «рассматривать конкурентоспособность морских портов» необходимо привести хотя бы один пример места и границ существования конкурентного рынка внешне-торговых перевозок, где может состояться соперничество российских и иностранных портов; 2) единственным способом обеспечить конкурентоспособность российских портов при прочих равных условиях является снижение ставок портовых сборов; 3) однако ни сама морская администрация, ни руководство ФГУП «Росморпорт» не вправе самостоятельно устанавливать размеры этих ставок; 4) получается, что обеспечивать установление конкурентных ставок портовых сборов должны соответствующие федеральные ведомства, при этом эти ставки не должны быть меньше ставок, назначаемых для субъектов естественных монополий; 5) к тому же на «международном уровне» без государственного протекционизма российским портам явно не обойтись. Налицо – шестая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

в) таким образом без всякого ущерба для изложения авторских «научных результатов» утверждение 32 из анализируемой в настоящей работе статьи Бодровцевой Н.Ю. следует изъять с целью дезавуировать неприемлемую для всякого исследования попытку его автора дезинформировать недостаточно теоретически и (или) практически подготовленного читателя.

Утверждение 33 – «Морские порты Российской Федерации принято группировать по пяти бассейнам: Арктическому, Балтийскому, Азово-Черноморскому, Каспийскому и Дальневосточному».

Анализ содержания данного утверждения позволил выявить следующие негативные обстоятельства:

а) данное утверждение Бодровцевой Н.Ю. грешит смысловыми неточностями в отражении научных представлений о различных явлениях (событиях) окружающего мира и реальной российской действительности в сфере отечественной экономики, регулируемой соответствующими федеральными законами и другими нормативно-правовыми актами:

- во-первых, предназначенное для лишь создания видимости, якобы, причастности статьи Бодровцевой Н.Ю. к морской тематике данное утверждение носит сугубо тривиально-справочный характер и является в анализируемой в настоящей работе статье Бодровцевой Н.Ю. единственным утверждением такого рода и

потому весьма бесполезным для изложения в ней соответствующей научной проблемы;

- во-вторых, вместо такой совершенно не значимой для науки и практики информации Бодровцевой Н.Ю. следовало бы сообщить официальные сведения о том, что морские порты Российской Федерации входят в состав ФГУП «Росморпорт» и распределены по его 14 филиалам (морским администрациям): Северо-Западный бассейновый, Анадырский, Архангельский, Мурманский, Ванинский, Дальневосточный бассейновый, Магаданский, Петропавловский, Сахалинский, Астраханский, Махачкалинский, Азово-Черноморский бассейновый, Азовский бассейновый и Крымский;

в) таким образом без всякого ущерба для изложения авторских «научных результатов» утверждение 33 из анализируемой в настоящей работе статьи Бодровцевой Н.Ю. следует изъять с целью дезавуировать неприемлемую для всякого исследования попытку его автора дезинформировать недостаточно теоретически и (или) практически подготовленного читателя.

Утверждение 34 – *«Во взаимосвязи субъекта конкуренции и масштаба оцениваемого конкурентного рынка можно определить следующие уровни оценки конкурентоспособности морских портов:*

- *Конкурентоспособность морских портов Российской Федерации на международном уровне (страновая конкурентоспособность);*

- *Конкурентоспособность морских портов одного бассейна, по отношению к морским портам других бассейнов (бассейновая конкурентоспособность);*

- *Конкурентоспособность отдельных морских портов (межпортовая конкурентоспособность);*

- *Конкурентоспособность хозяйствующих субъектов, предоставляющих услуги в морском порту (внутрипортовая конкурентоспособность хозяйствующих субъектов);*

- *Конкурентоспособность услуг, предоставляемых в морском порту (внутрипортовая конкурентоспособность услуг)».*

Анализ содержания данного утверждения позволил выявить следующие негативные обстоятельства:

а) данное утверждение грешит фактами недостаточного грамотного написания и построения фразеологии русского языка:

- во-первых, в данном утверждении напечатанной статьи Н.Ю. Бодровцевой между словами «хозяйствующих» и «субъектов» отсутствует обязательный разделяющий их пробел, что явно не делает чести редакции журнала «Транспортное дело», опубликовавшей указанную статью;

- во-вторых, в данном утверждении все слова «конкурентоспособность» должны начинаться не с прописной буквы, а со строчной (маленькой);

- в-третьих, если условно согласиться со смыслом данного утверждения Бодровцевой Н.Ю., то вместо примененного в нем некорректных выражений – «субъекта конкуренции» и «масштабов оцениваемого конкурентного рынка» - необходимо употребить приемлемые словосочетание «субъектов конкуренции» и «масштабов оцениваемых конкурентных рынков»;

- в-четвертых, известно [9], что «отдельный» – это либо обособленный, самостоятельный, либо единичный, некоторый. Поэтому некорректно употребленное в данном утверждении слово «отдельных» следует убирать;

б) кроме того данное утверждение Бодровцевой Н.Ю. грешит смысловыми неточностями в отражении научных представлений о различных явлениях (событиях) окружающего мира и реальной российской действительности в сфере отечественной экономики, регулируемой соответствующими федеральными законами и другими нормативно-правовыми актами:

- во-первых, проводя здесь анализ, якобы, предложенной Бодровцевой Н.Ю. некоей классификации «уровней оценки конкурентоспособности морских портов» в обратном порядке, необходимо отметить следующее. Абсолютно безоговорочное мнение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де «можно определить» некий классификационный «уровень оценки конкурентоспособности морских портов», в частности, «услуг, предоставляемых в морском порту (внутрипортовая конкурентоспособность услуг)», является голословным и недостоверным по следующим причинам: 1) субъект конкуренции – это порт (администрация морского порта) как хозяйствующий субъект, оказывающий определенные государством портовые услуги, объект конкуренции – это судовладелец как потребитель (покупатель) портовых услуг, предмет конкуренции – это портовые услуги; 2) то есть «услуги» в принципе нельзя квалифицировать «субъектами конкуренции» в силу совершенно разной природы этих явлений; 3) если, как утверждает Бодровцева Н.Ю., всяким портовым услугам свойственна некая «конкурентоспособность», то это означает, что они могут и должны оказываться в условиях конкуренции; 4) а это, в свою очередь, означает, что законодательные нормы, относящие услуги портов к сфере естественной монополии, и другие соответствующие нормы должны быть немедленно отменены; 5) поэтому данное мнение Бодровцевой Н.Ю. без какого-то объяснения игнорирования ею перечисленных здесь и многих других причин безусловно представляется недопустимым для науки и практики выдвиганием крайне нелепой и пустопорожней гипотезы. Налицо – первая несуразность в данном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- во-вторых, абсолютно безоговорочное мнение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де «можно определить» некий классификационный «уровень оценки конкурентоспособности морских портов», в частности, всяких (не конкретных) «хозяйствующих субъектов, предоставляющих услуги в морском порту (внутрипортовая конкурентоспособность хозяйствующих субъектов)», является голословным и недостоверным по следующим причинам: 1) администрации морских портов, оказывающие услуги в морском порту пользователям, также являются хозяйствующими субъектами, но действующими в сфере естественной монополии, поэтому их нельзя отнести к «субъектам конкуренции»; 2) услуги в морском порту могут оказываться юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями на основании договоров с пользователями, а размер оплаты услуг в морском порту, не относящихся к сфере естественных монополий, определяется на основании договоров; 3) при этом хозяйствующий субъект (юридическое лицо или индивидуальный предприниматель), оказывающий услуги одного вида, в принципе не может конкурировать с хозяйствующим субъектом, предоставляющим услуги другого вида; 4) какой-то «хозяйствующий субъект» (юридическое лицо или индивидуальный предприниматель), в единственном числе ока-

зывающий в морском порту услуги какого-то одного вида априори не может быть признан «субъектом конкуренции», поскольку для такого признания у него должен быть хотя бы один «конкурент» - другой «хозяйствующий субъект», производящий а этом же морском порту услуги того же вида; 5) поэтому данное мнение Бодровцевой Н.Ю. без какого-то объяснения игнорирования ею перечисленных здесь и многих других препятствующих такому признанию причин также представляется недопустимым для науки и практики выдвиганием крайне нелепой и пустопорожней гипотезы. Налицо – вторая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- в-третьих, абсолютно безоговорочное мнение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де «можно определить» некий классификационный «уровень оценки конкурентоспособности морских портов», в частности, всяких (не конкретных) «отдельных морских портов (межпортовая конкурентоспособность)», является голословным и недостоверным по следующим причинам: 1) какой-то «отдельный порт» (то есть в единственном числе) априори не может быть признан «субъектом конкуренции», поскольку у него должен быть хотя бы один «конкурент» - другой «порт»; 2) более того Бодровцевой Н.Ю. не приведено ни одного фактического примера «межпортовой конкуренции» на конкретном рынке; 3) в соответствии российским законодательством услуги портов отнесены к естественной монополии, то есть конкуренция между портами, как правило, отсутствует; 4) администрация морских портов создается в отношении двух и более морских портов в РФ в форме ФГБУ и действует в соответствии с положением, утвержденным федеральным органом в области транспорта; 5) администрация морских портов оказывает услуги в морском порту пользователям в соответствии с перечнем услуг в морских портах, устанавливаемым федеральным органом в области транспорта; 6) тарифы на услуги в морском порту, оказываемые субъектами естественных монополий, и правила применения таких тарифов устанавливаются законодательством РФ о естественных монополиях; 7) российские морские порты входят в состав ФГУП «Росморпорт»; 8) поэтому данное мнение Бодровцевой Н.Ю. без какого-то объяснения игнорирования ею перечисленных здесь и многих других препятствующих такому признанию причин представляется недопустимым для науки и практики выдвиганием крайне нелепой и пустопорожней гипотезы. Налицо – третья несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- в-четвертых, абсолютно безоговорочное мнение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де «можно определить» некий классификационный «уровень оценки конкурентоспособности морских портов», в частности, всяких (не конкретных) «морских портов одного бассейна, по отношению к морским портам других бассейнов (бассейновая конкурентоспособность)», является голословным и недостоверным по следующим причинам: 1) какая-то совокупность «морских портов одного бассейна» априори не может быть признана «субъектом конкуренции», поскольку она не является целостным хозяйствующим субъектом (коммерческой организацией, осуществляющей деятельность, приносящую ей доход), оказывающим услуги на соответствующем конкурент-

ном рынке; 2) более того Бодровцевой Н.Ю. не приведено ни одного фактического примера «конкуренции между портами одного бассейна и портами другого бассейна» на конкретном рынке; 3) затем непонятно, есть ли внутренняя конкуренция между «портами одного и того же «бассейна»; 4) или «порты» одного «бассейна» выступают на рынке в виде единого треста, конкурируя с другим единым трестом, состоящим из «портов» другого «бассейна»; 5) российские морские порты входят в ФГУП «Росморпорт»; 6) поэтому официально морские порты входят в состав 14 групп филиальных портов ФГУП «Росморпорта»; 7) государственные хозяйствующие морские администрации портов, относящиеся к естественной монополии, в принципе не могут конкурировать друг с другом; 8) поэтому данное мнение Бодровцевой Н.Ю. без какого-то объяснения игнорирования ею перечисленных здесь и многих других препятствующих такому признанию причин также представляется недопустимым для науки и практики выдвиганием крайне нелепой и пустопорожней гипотезы. Налицо – четвертая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- в-пятых, абсолютно безоговорочное мнение Бодровцевой Н.Ю. о том, что де «можно определить» некий классификационный «уровень оценки конкурентоспособности морских портов», в частности, всяких (не конкретных) «морских портов Российской Федерации на международном уровне (страновая конкурентоспособность)», является голословным и недостоверным по следующим причинам: 1) прежде чем гипотетически «рассматривать конкурентоспособность морских портов» необходимо привести хотя бы один пример места и границ существования конкурентного рынка внешне-торговых перевозок, где может состояться соперничество российских и иностранных портов; 2) единственным способом обеспечить конкурентоспособность российских портов при прочих равных условиях является снижение ставок портовых сборов; 3) однако ни сама морская администрация, ни руководство ФГУП «Росморпорт» не вправе самостоятельно устанавливать размеры этих ставок; 4) получается, что обеспечивать установление конкурентных ставок портовых сборов должны соответствующие федеральные ведомства, при этом эти ставки не должны быть меньше ставок, назначаемых для субъектов естественных монополий; 5) к тому же на «международном уровне» без государственного протекционизма российским портам явно не обойтись. Налицо – пятая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

в) таким образом без всякого ущерба для изложения авторских «научных результатов» утверждение 34 из анализируемой в настоящей работе статьи Бодровцевой Н.Ю. следует изъять с целью дезавуировать неприемлемую для всякого исследования попытку его автора дезинформировать недостаточно теоретически и (или) практически подготовленного читателя.

Утверждение 35 – «Предлагаемый подход соотносится с подходом к определению конкурентоспособности на микро-, мезо- и макроуровнях [3]».

Анализ содержания данного утверждения позволил выявить следующие негативные обстоятельства:

а) данное утверждение Бодровцевой Н.Ю. грешит смысловыми неточностями в отражении научных пред-

ставлений о различных явлениях (событиях) окружающего мира и реальной российской действительности в сфере отечественной экономики, регулируемой соответствующими федеральными законами и другими нормативно-правовыми актами:

- во-первых, что касается источника (Гельвановский М.И. Конкурентоспособность в микро-, мезо- и макроуровневом измерениях / М.И. Гельвановский, В. Жековская, И. Трофимов. // Российский экономический журнал. 1998. № 3. С. 67-78), на который в данном утверждении сослалась Бодровцева Н.Ю., то, с одной стороны, при этом в списке литературы она неверно указала страницы этого источника (с. 67-68, хотя на самом деле надо было указать с. 67-78) и неправильно обозначены аббревиатуры имен и отчеств авторов, а с другой стороны Бодровцевой Н.Ю. надо было сослаться на более поздние откорректированные работы от 2005-2006 годов этих же авторов. Налицо – первая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- во-вторых, на самом деле «подход к определению конкурентоспособности на микро-, мезо- и макроуровнях» М.И. Гальвановского и др. сформулирован недостаточно корректно, поскольку, с одной стороны, не соответствует известной фундаментальной триаде уровней хозяйствования (микроэкономика, мезоэкономика, макроэкономика), а с другой стороны, вопреки некорректному мнению М.И. Гальвановского и др. «субъектом конкуренции» не может быть «товар», поскольку известно, что «субъект» – это человек как носитель каких-нибудь свойств [9], и что «субъект» - это лицо или группа лиц, коллектив, организация, являющиеся активными деятелями в каком-либо акте, процессе [11]. Налицо – вторая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- в-третьих, вместе с тем «подход к определению конкурентоспособности на микро-, мезо- и макроуровнях» М.И. Гальвановского и др. устанавливает, что «субъектами конкурентной борьбы являются на микроуровне – товары, на мезоуровне – отдельные предприятия, фирмы, на макроуровне – национальная экономика, страна. Нетрудно видеть, что сформулированный в предыдущем утверждении 34 «предлагаемый (Бодровцевой Н.Ю. – Р.Л.) подход» с пятью «уровнями оценки конкурентоспособности морских портов» не в полной мере соотносится с «подходом» М.И. Гальвановского и др., поскольку последний, в частности, не рассматривает ни «международный уровень», ни «бассейновый уровень». Налицо – третья несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая объяснения в ее статье;

- б) таким образом без всякого ущерба для изложения авторских «научных результатов» утверждение 35 из анализируемой в настоящей работе статьи Бодровцевой Н.Ю. следует изъять с целью дезавуировать неприемлемую для всякого исследования попытку его автора дезинформировать недостаточно теоретически и (или) практически подготовленного читателя.

Утверждение 36 – «Таким образом, конкурентоспособность морского порта - это многоплановое понятие, которое в зависимости от субъекта конкуренции и масштаба оцениваемого конкурентного рынка может рассматриваться на макроуровне как конкурентоспособность морских портов страны, бассейна; на

мезоуровне - как конкурентоспособность отдельного морского порта, и на микроуровне - как конкурентоспособность предприятия (организации), предоставляющей услуги в морском порту, и конкурентоспособность конкретной услуги, предоставляемой в порту».

Анализ содержания данного утверждения позволил выявить следующие негативные обстоятельства:

- а) данное утверждение грешит фактами недостаточно грамотного написания и построения фразеологии русского языка:

- во-первых, в данном утверждении напечатанной статьи Н.Ю. Бодровцевой между словами «бассейна» и «на», а также между словами «как» и «конкурентоспособность», отсутствует обязательный разделяющий их пробел, что явно не делает чести редакции журнала «Транспортное дело», опубликовавшей указанную статью;

- во-вторых, после слова «бассейна» вместо точки с запятой следовало бы поставить запятую, а после словосочетания «морского порта» запятую наоборот следовало бы убрать;

- в-третьих, во второй части данного утверждения вместо некорректного слова «предоставляющей» и вместо также некорректного выражения «конкретной услуги, предоставляемой» следовало бы соответственно употребить приемлемые прилагательное «предоставляющего» и словосочетание «услуг, предоставляемых»;

- б) кроме того данное утверждение Бодровцевой Н.Ю. грешит смысловыми неточностями в отражении научных представлений о различных явлениях (событиях) окружающего мира и реальной российской действительности в сфере отечественной экономики, регулируемой соответствующими федеральными законами и другими нормативно-правовыми актами:

- во-первых, даже по сравнению с представленными в настоящей работе выше в утверждениях 30-34 различными классификационными иерархиями «субъектов конкуренции», «видов конкуренции», «масштабов конкурентного рынка» и «уровней конкурентоспособности морских портов» изложенное Бодровцевой Н.Ю. в последнем утверждении 36 ее статьи некое определение «многопланового понятия конкурентоспособности морского порта» является не только не менее, но и более голословным и недостоверным по следующим причинам: 1) в указанном определении не представлен «международный уровень конкурентоспособности российских морских портов»; 2) гипотетически «бассейн» может относиться не к «макроуровню», а «мезоуровню»; 3) кроме того «бассейн» не может быть представлен «субъектом конкуренции», поскольку не является коммерческой организацией, в состав которой входят морские порты; 4) на самом деле на «масштабном мезоуровне» находятся не «бассейны», а филиалы ФГУП «Росморпорт», которые, кстати, являются субъектами естественной монополии; 5) как «морские порты», так и «хозяйствующие субъекты, оказывающие услуги в морском порту являются представителями микроэкономики («микроуровня»); 6) «конкретная услуга, предоставляемая в порту» в принципе (по определению) не может быть «субъектом конкуренции»; 7) поэтому сформулированное Бодровцевой Н.Ю. указанное определение без какого-то объяснения игнорирования ею перечисленных здесь и многих других препятствующих такому признанию причин также представляется недопустимым для науки и практики выдвиганием

крайне нелепой и пустопорожней гипотезы. Налицо – первая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- во-вторых, поэтому неудачная попытка в данном заключительном утверждении анализируемой в настоящей работе статьи Бодровцевой Н.Ю. наложить на предложенную (в рамках, якобы, «авторского подхода») выше в ее утверждении 34 некую нелепую классификацию «уровней оценки конкурентоспособности морских портов» на недостаточно корректную «некую многоуровневую систему субъектов-носителей конкурентоспособности» М.И. Гальвановского и др. привела к формулированию более нелепой и сокращенно-гибридной классификации «уровней конкурентоспособности морских портов». Налицо – вторая несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

- в-третьих, более того суть изложенного Бодровцевой Н.Ю. в последнем утверждении 36 ее статьи некоего определения «многопланового понятия конкурентоспособности морского порта» не только противоречит нормам российского законодательства в сфере морского транспорта, но и реальному положению дел в этой важнейшей инфраструктурной отрасли экономики РФ. Налицо – третья несуразность в указанном утверждении Бодровцевой Н.Ю., не нашедшая никакого объяснения в ее статье;

б) в результате без всякого ущерба для изложения авторских «научных результатов» последнее утверждение 36 из анализируемой в настоящей работе статьи Бодровцевой Н.Ю. следует изъять с целью дезавуировать неприемлемую для всякого исследования попытку его автора дезинформировать недостаточно теоретически и (или) практически подготовленного читателя.

Что касается выраженного в утверждениях 30-36 анализируемой в настоящей работе статьи (Бодровцева Н.Ю. Понятие и виды конкурентоспособности морских портов // Транспортное дело России. – 2016. - № 5. – С. 31-33) в целом стремления относящегося к морскому вузу ее продуцента как-то представить некую квазиклассификацию «уровней конкурентоспособности морских портов» по признакам (иерархиям) «субъектов конкуренции», «видов конкуренции», «масштабов конкурентного рынка», то следует отметить, что оно (стремление) не только не получило должного воплощения, но и привело к неприемлемому распространению среди научной и вузовской общественности и специалистов транспорта весьма сомнительной гипотезы идентификации морских портов РФ и всего остального мира по неким уровням их эфемерной экономической конкурентоспособности.

Литература

1. Леонтьев Р.Г. Верификация постановки задачи определения понятия конкурентоспособности морского порта // Транспорт: наука, техника, управление. – 2018. - № 10. – С. 13-18.
2. Леонтьев Р.Г. Конкуренция морских портов: верификация понятий // East European Scientific Journal (Warsaw, Poland). – 2018. - № 7 (35) part. 3. – V. 49-54.
3. Леонтьев Р.Г. От конкуренции к конкурентоспособности морпорта: квазипоследовательность концептуальных моделей // Spirit - time (Berlin, Germany). – 2018. - № 8. VOL. 2. – P. 10-16.
4. Леонтьев Р.Г. Эфемерность подхода к концептуальной модели конкурентоспособности морского порта // Транспорт: наука, техника, управление. – 2018. - № 12. – С. 17-23.
5. Леонтьев Р.Г. Моделирование системы портовых сборов с учетом квазиконкурентоспособности // Евразийский союз ученых (ЕСУ). – 2018. - № 8 (53). Ч. 4. – С. 35-40.
6. Леонтьев Р.Г. Нужные свойства формулы: новизна методики обоснования портовых сборов в конкурентной среде // Spirit - time (Berlin, Germany). – 2018. - № 10. VOL. 1. – P. 46-51.
7. Леонтьев Р.Г. Квазимоделирование псевдотриады «подходов» к определению видов конкуренции морских портов // Colloquium-journal (Warsaw, Poland). – 2019. - № 1 (25) part. 6. – V. 55-61.
8. Борисов А.П. Большой экономический словарь. – М.: Книжный мир, 2008. – 860 с.
9. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка. – М.: ООО "ИТИ Технологии", 2003. – 944 с.
10. Большой экономический словарь / Под ред. А.Н. Азриляна. – М.: Институт новой экономики, 1999. – 1248 с.
11. Новый энциклопедический словарь. – М.: РИПОЛ классик, 2013. – 1568 с.

Сведения об авторе:

Леонтьев Рудольф Георгиевич, главный научный сотрудник ВЦ ДВО РАН. Адрес: 680000, Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, 65.

Тел. (4212) 22-72-67.

E-mail: RLeontyev1@mail.ru.

РУЛЕВОЙ ПРИВОД ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ИЗМЕНЯЕМОЙ НЕЧЕТКИМ КОНТРОЛЛЕРОМ ПОЛОСОЙ ПРОПУСКАНИЯ

Кандидат техн. наук, старший научный сотрудник **Замыслов М.А.**,
кандидат техн. наук, доцент **Мальцев А.М.**,
кандидат техн. наук, старший научный сотрудник **Михайленко С.Б.**,
Тарасов С.В., Штанькова Н.В.
(Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия
имени проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»)

STEERING GEAR WITH THE PASS-BAND CHANGED BY A FUZZY CONTROLLER

Zamyslov M.A., Ph.D. (Tech.), Senior Researcher,
Maltsev A.M., Ph.D. (Tech.), Associate Professor,
Mikhaylenko S.B., Ph.D. (Tech.), Senior Researcher,
Tarasov S.V., Shtankova N.V.
(Military Air Force Training and Research Center “Air Force Academy
named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin”)

Летательный аппарат, турбулентность атмосферы, рулевой привод, изменяемая полоса пропускания, нечеткий контроллер.

Aircraft, turbulent atmosphere, steering gear, the changeable pass-band, fuzzy controller.

Предложен способ построения рулевого привода летательного аппарата с изменяемой нечетким контроллером полосой пропускания. Рассмотрен вариант реализации способа на примере рулевого привода с изодромной обратной связью, проведено его моделирование с использованием расширений Simulink и Fuzzy Logic Toolbox программы MATLAB и показана возможность его применения в интересах повышения безопасности полетов в турбулентной атмосфере.

In article the way of construction of a steering gear of a aircraft with the pass-band changed by the fuzzy controller is offered. The variant of realization of a way on an example of a isodrom feedback steering gear is considered, Its modelling with use of expansions Simulink and Fuzzy Logic Toolbox programs MATLAB is spent and possibility of its application in interests of increase of safety of flights in turbulent atmosphere is shown.

Введение

В работе [1] показано, что при полетах летательных аппаратов (ЛА) в сложных метеорологических условиях их безопасность в большой степени определяется надежностью и эффективностью функционирования систем управления и их исполнительных органов (рулевых приводов, рулей, элеронов и др.). Особо опасным является полет в зонах турбулентности, когда может возникнуть так называемый «подхват», приводящий к сваливанию ЛА из-за превышения предельного угла атаки. Примером этого является катастрофа самолета Ту-154 RA-85185 этой Донецкой областью (2006 г.) при попытке обойти грозовой фронт путем набора предельной для ЛА высоты в зоне турбулентности [2]. В апреле 2017 г. получили травмы из-за сильной турбулентности 15 пассажиров самолета Boeing 747 австралийской авиакомпании *Qantas* во время выполнения рейса из Мельбурна в Гонконг [3]. В инциденте, который произошел с лайнером Boeing 777 авиакомпании Turkish Airlines, совершавшим перелет из Стамбула в Нью-Йорк в марте 2019 г., из-за воздействия мощной турбулентности пострадали 30 человек [4].

Опасность турбулентности подтверждается данными статистики национального комитета США по безопасности перевозок. Они показывают, что в период с 1964 г. по 1975 г. турбулентность привела к 183 авариям с пострадавшими. При этом 63% (115) из их числа было связано с турбулентностью, обусловленной грозовыми образованиями [5]. При полете в турбулентной

зоне из-за добавочных ускорений возникают вредные перегрузки, вызывающие возмущенное движение ЛА и болтанку, что может привести к травмированию пассажиров. Действие перегрузок вызывает дополнительные напряжения в отдельных частях ЛА, что ускоряет изнашивание элементов конструкции. В случаях, когда перегрузки превышают допустимые, ЛА может попасть на срывные режимы или разрушиться в воздухе.

Обычно при попадании в зону болтанки пилоту рекомендуется стремиться к сохранению горизонтального полета и избегать резких движений органами управления. Болтанка более опасна при полете на практически полетке, где ЛА обладает меньшей устойчивостью [6, 7]. При выполнении полета в условиях болтанки могут складываться ситуации, когда направление управляющих воздействий пилота на ЛА случайно совпадет с характером турбулентного (внешнего) воздействия атмосферы на ЛА. В таких условиях увеличивается вероятность разрушения ЛА и попадания в аварийные и катастрофические ситуации.

В [1] для сохранения возможности управления полетом ЛА в условиях высокой турбулентности предложен вариант построения рулевого привода (РП) с изменяемой полосой пропускания.

Структурная схема такого РП с изодромной обратной связью и изменяемой полосой пропускания приведена на рис.1 а), а ЛАХ замкнутого контура РП с исходной изодромной ОС (штрихпунктирная линия) и изодромной ОС с последовательно включенным формирующим звеном (сплошная линия) - на рис. 1 б) [1].

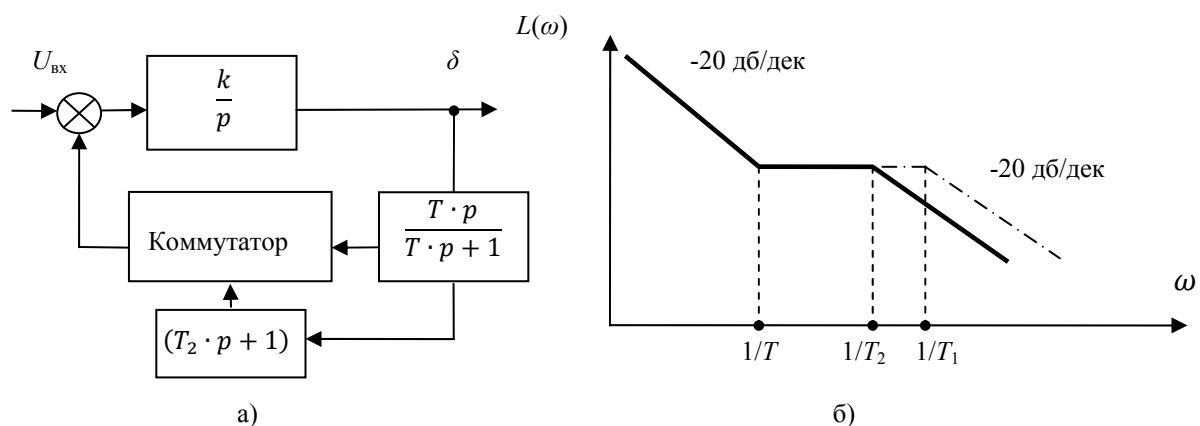


Рис. 1. Структурная схема рулевого привода с изодромной обратной связью и изменяемой полосой пропускания; а) структурная схема РП; б) логарифмическая амплитудно-частотная характеристика

Изображенная на рис. 1 б) асимптотическая логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАХ) РП, вычислялась по формуле $L(\omega) = 20 \cdot \lg(|W_{\text{нф}}(p)|)$, где $W_{\text{нф}}(p)$ – передаточная функция приведенного на рис. 1а) РП.

Для ослабления высокочастотных колебаний, вызванных турбулентностью, жесткостью конструкции самолета и собственными частотами крутильных и изгибных колебаний органа управления в РП (рис. 1), в цепь обратной связи последовательно с изодромом включено форсирующее звено с передаточной функцией $W_f(p) = (T_2 p + 1)$. Это позволяет уменьшить полосу пропускания РП $\Delta\omega_{\text{рп}}$. При этом передаточная функция замкнутого контура РП примет вид [1]

$$W_{\text{нф}}(p) = \frac{T \cdot p + 1}{T_3 \cdot p + 1} \cdot \frac{k_1}{p}, \quad k_1 = \frac{k}{1 + k \cdot T}, \quad T_3 = \frac{T \cdot (1 + k \cdot T_2)}{1 + k \cdot T}, \quad (1)$$

где k – коэффициент усиления рулевого агрегата;

T – постоянная времени изодрома в цепи обратной связи;

T_2 – постоянная времени форсирующего звена.

Недостатком представленного на рис. 1 РП с ИПП является то, что решение на изменение структуры и переключение коммутатора должны приниматься и выполняться пилотом ЛА. В условиях же сильной болтанки и высокой психо-эмоциональной нагрузки возможны запоздалое переключение или ситуации, в которых переключение коммутатора не будет выполнено вообще.

Поэтому обеспечение возможности автоматического изменения полосы пропускания РП ЛА является актуальной задачей повышения безопасности полетов в сложных метеорологических условиях. Данная работа посвящена решению именно этой задачи с использованием методов и средств искусственного интеллекта.

Особенности турбулентности атмосферы и ее основные характеристики рассмотрены в работах [6-7, 10], посвященных вопросам управления полетом ЛА и обеспечения его безопасности в возмущенной атмосфере.

При полете в турбулентной зоне движение летательного аппарата становится возмущенным, возникают добавочные вредные ускорения (в вертикальной и боковой плоскости) и болтанка. Характеристики болтанки ЛА, вызванной действием турбулентности, приведены в табл. 1 [6].

Таблица 1

Характеристики болтанки ЛА, вызванной действием турбулентности

Интенсивность болтанки	Характеристика поведения ЛА и приборов при болтанке	Величина максимальной перегрузки
Слабая	Редкие колебания и вздрагивания самолета. Легкие броски вверх и вниз. Изменение показаний вариометра до 2-3 м/с.	Менее ± 0.2
Умеренная	Значительное дрожание самолета, резкие и частые броски вниз и вверх до 10-15 м, колебания воздушной скорости до 10-15 км/ч. Режим полета сохраняется.	От ± 0.2 до ± 0.5
Сильная	Интенсивные частые и резкие броски самолета вверх и вниз до 20-40 м и более, изменение воздушной скорости до 20-40 км/ч, сильное дрожание самолета и ощутимые динамические удары. Режим полета нарушается.	От ± 0.5 до ± 0.8

Как отмечалось выше, при попадании в зону турбулентности (болтанки) летчик должен стремиться к сохранению горизонтального полета и не совершать резких движений рукояткой управления (штурвалом). Оказать ему в этом помощь и должна предлагаемая автоматическая система изменения ширины полосы пропускания рулевого привода, облегчающая пилотирование ЛА в условиях турбулентности.

В качестве входных параметров (переменных), необходимых для функционирования рассматриваемой автоматической системы, управляющей изменением полосы пропускания рулевых приводов ЛА, будем использовать приведенные в табл. 1 значения интенсивности болтанки, изменения показаний вариометра и датчика нормальных ускорений (величины максимальной перегрузки). Систему будем разрабатывать с использованием методов нечеткой логики, широко применяемых в современных условиях для построения и

совершенствования систем управления полетом ЛА и их элементов [8, 9, 13-17].

Ниже кратко рассмотрим способ построения рулевого привода летательного аппарата с изменяемой нечетким контроллером (НК) полосой пропускания.

Способ построения рулевого привода летательного аппарата с изменяемой нечетким контроллером полосой пропускания

Способ основан на использовании таких значений параметров полета ЛА, которые являются следствием воздействия на него турбулентности, то есть изменений показаний приборов, характеризующих вертикальную и горизонтальную составляющие скорости полета, и датчиков ускорений, характеризующих нормальную и боковую перегрузки ЛА. Эти значения после фаззификации (преобразования в лингвистические переменные) используются в НК, выполняющем роль управляющего элемента, для принятия решения об изменении полосы пропускания РП. Выходные переменные НК, полученные в результате выполнения процедур нечеткого вывода, после дефаззификации (преобразования лингвистических переменных в физические величины (напряжения)) управляют переключением коммутатора. Реализуется способ путем включения в схему, изображенную на рис. 1, датчиков, измеряющих скорость и ускорение ЛА, и НК, управляющего переключением коммутатора. Структурная схема РП с НК, управляющим переключением коммутатора, изменяющего полосу пропускания привода, приведена на рис. 2. Здесь так же, как в [1], рассматривается РП с изодромной ОС, а для уменьшения его полосы пропускания, в цепь обратной связи, последовательно с изодромом включается формирующее звено с передаточной функцией $W_f(p) = (T_2 p + 1)$.

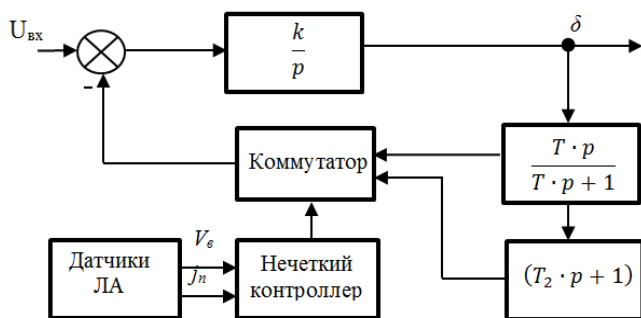


Рис. 2. Структурная схема рулевого привода с нечетким контроллером, управляющим переключением коммутатора для изменения полосы пропускания привода

Рассмотрим теперь более подробно порядок построения нечеткого контроллера, управляющего работой коммутатора рулевого привода, и процессы его функционирования в составе РП.

Построение алгоритмов нечеткого управления системой автоматического изменения полосы пропускания рулевого привода

Допустим, что основными параметрами, характеризующими влияние турбулентности на ЛА, являются такие показатели интенсивности болтанки, как вертикальная скорость (V_V) и нормальное ускорение (J_n). Поэтому в качестве управляющих характеристик будем использовать отклонения этих параметров полета от значений, поддерживаемых демпферами и автоматами

устойчивости ЛА или пилотами в ручном режиме управления.

С помощью операции фаззификации производится переход от числовых значений отклонений этих характеристик к их "нечеткой" интерпретации. При этом, в соответствии с [8], возможные отклонения этих характеристик рассматриваются как лингвистические переменные (ЛП), описываемые следующей упорядоченной совокупностью

$$\langle N, T = [\langle \beta, \gamma, M = \langle \mu_i(x) / x \rangle], X \rangle, \quad (2)$$

где N – имя ЛП;

T – терм-множество (ТМ) (множество значений) ЛП;

β – имя нечеткой переменной;

γ – базовая шкала нечеткой переменной;

M – функция принадлежности (ФП) нечеткой переменной;

X – базовая шкала лингвистической переменной;

μ_i – значение ФП.

ФП (2) задает степень соответствия текущего отклонения характеристик к каждому элементу терм-множества ЛП и представляет собой непрерывную функцию, принимающую множество значений в диапазоне от нуля до единицы. Правила вычисления и возможные варианты представления ФП термов в виде различных нечетких чисел описаны в [8,9]. Мы будем в основном использовать представление ФП терма в виде нечеткого числа $L-R$ типа или его модификаций

$$LR = \{b, a, c\},$$

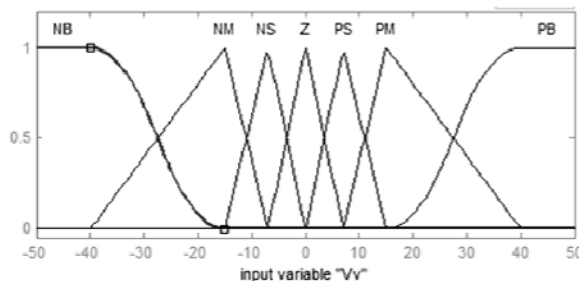
где b – точка, в которой значение ФП равно единице; $a(c)$ – координаты ближайшей слева (справа) к $x=b$ точки базовой шкалы, в которой ФП принимает нулевое или иное значение.

Введенные выше понятия и терм-множества будем использовать при разработке процедур принятия решений по управлению системой изменения полосы пропускания РП, в виде совокупности логико-формальных правил, представленных в лингвистической форме, и преобразовании их с применением методов нечеткой логики. Такие правила формируются квалифицированными экспертами в области управления ЛА и их эксплуатации. Отметим также, что все рассматриваемые ниже правила, характеристики и параметры являются гипотетическими, не относятся ни к одному из типов ЛА и носят иллюстративный характер. При необходимости они могут быть конкретизированы и уточнены применительно к конкретным типам ЛА.

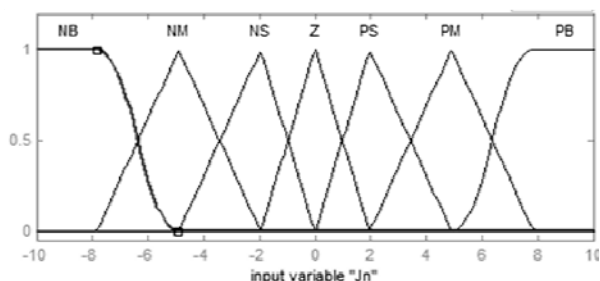
Приступая к формированию необходимой для решения рассматриваемой задачи базы правил системы нечеткого вывода, в первую очередь, определим входные и выходные лингвистические переменные. В качестве входных лингвистических переменных будем рассматривать величину вертикальной скорости полета ЛА (« V_V ») и нормального ускорения ЛА (« J_n »). Функции принадлежности перечисленных выше входных ЛП приведены на рис. 3.

Введем также качественные оценки для принимаемых решений на выходе системы, т.е. определим выходную ЛП. Для этого сформируем решения, которые должны приниматься в процессе функционирования системы автоматического ИПП РП. К таким решениям, соответствующим рассмотренным выше особенностям построения системы, относятся следующие два реше-

ния: Sw1 – широкая полоса пропускания РП (выключить коммутатор); Sw2 – узкая полоса пропускания РП (включить коммутатор). Для того чтобы различать такие понятия, представим выходную ЛП в виде двух термов, показанных на рис. 4. Таким образом, в качестве выходной лингвистической переменной будем рассматривать величину управляющего напряжения, подаваемого на коммутатор (переключатель) рулевого привода («Sw»). При этом выходная ЛП может принимать одно из значений множества: $S = \{OFF, ON\}$.



а)



б)

Рис. 3. Вид функций принадлежности качественных оценок значений характеристик основных параметров полета летательного аппарата:

- а) вертикальной скорости полета ЛА V_v ;
- б) нормального ускорения J_n

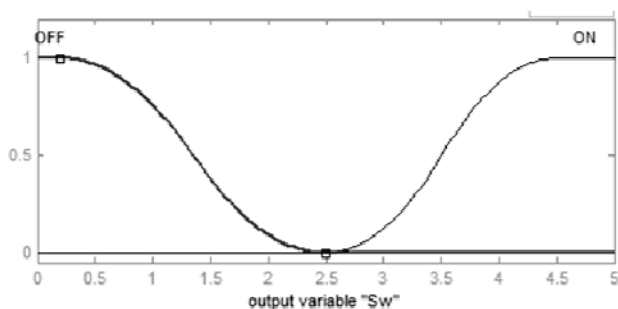


Рис. 4. Вид функций принадлежности качественных оценок значений управляющих сигналов, подаваемых на коммутатор РП

Для конкретности и с учетом ограниченного объема статьи из всего многообразия возможных аварийных ситуаций ЛА в условиях возмущенной среды рассмотрим только пример ситуации, связанной с попаданием ЛА в область высокой турбулентности при выполнении полета на малых высотах. При этом ограничимся одним из возможных вариантов основных признаков того, что ЛА вошел в зону сильной турбулентности на маршруте полета. Такими признаками являются: высокая вертикальная скорость полета и большое значение нормального ускорения.

В такой ситуации одним из правил, соответствующим принимаемому решению Sw2, описываемому ЛП Sw (узкая полоса пропускания РП (включить коммутатор)), и записанным на естественном языке для рассматриваемой системы, может быть следующее высказывание:

если вертикальная скорость полета ЛА и максимальное ускорение соответствуют сильной турбулентности, то есть интенсивности болтанки «сильная», то продолжать движение ЛА в исходном режиме нельзя, необходимо уменьшить полосу пропускания РП (включить коммутатор).

С использованием введенных выше терм-множеств входных и выходной лингвистических переменных и логико-формальных методов это правило в соответствии с упрощенным алгоритмом нечеткого вывода [8] записывается в следующем виде:

$$\begin{aligned} ((V_v = PB) \wedge (J_n = PB)) &\mapsto (Sw = ON), \\ ((V_v = NB) \wedge (J_n = NB)) &\mapsto (Sw = ON), \end{aligned} \quad (4)$$

где $\wedge$ - знак логической операции "и"; $\mapsto$ - знак логической операции "секвенция", обозначающий, что высказывание, стоящее в правой части выражения (4) "истинно" тогда и только тогда, когда "истинно" высказывание в его левой части.

Аналогичным образом, с использованием терм-множеств входных и выходных ЛП и упрощенного алгоритма нечеткого вывода, записываются соответствующие логико-формальные правила (правила нечеткого вывода) для принятия возможных решений во всех других ситуациях, характеризующихся различными интенсивностями и направлениями турбулентности (болтанки). Процедура построения нечеткой модели с упрощенным алгоритмом нечеткого вывода подробно описана в работах [16,17], посвященных разработке систем распознавания опасных ситуаций и спасения экипажа ЛА в катастрофических ситуациях. Там же приведена типовая структурная схема НК, разработанная с использованием упрощенного алгоритма нечеткого вывода.

Рассмотрим реализацию рассматриваемой системы в программной среде **MATLAB**.

Нечеткая модель контроллера автоматической системы изменения полосы пропускания РП, построенная с использованием пакета **Fuzzy Logic Toolbox** программы **MATLAB**

Рассмотрим решение задачи, содержательная постановка которой и один из алгоритмов нечеткого моделирования приведены выше. При этом будем использовать программную среду **MATLAB** с ее расширениями **Fuzzy Logic Toolbox** и **Simulink** [8,15]. Эти расширения позволяют построить нечеткий контроллер, реализующий алгоритм нечеткого вывода, сформировать программный код его работы и провести имитационное моделирование системы автоматического ИПП РП.

Имитационная модель такой системы разработана на основе структурной схемы, изображенной на рис. 2.

Технология разработки таких моделей и последовательность выполнения основных задач при этом подробно рассмотрены в работах [8,9,13-14,16,17]. Поэтому ниже рассматриваются только характеристики и особенности разработки НК в интерактивном режиме с

использованием интерфейса расширения *Fuzzy Logic Toolbox* [8, 15] программы *MATLAB*.

Остановимся более подробно на НК. Основная функция, возлагаемая на него – формирование выходного значения напряжения для управления коммутатором системы в зависимости от текущих значений напряжения, пропорционального текущим значениям параметров полета ЛА в турбулентной атмосфере. Входной информацией для контроллера являются сигналы датчиков вертикальной скорости полета (вариометра) и нормального ускорения, а выходными сигналами – команды на включение и выключение коммутатора.

Входная (чёткая) информация в НК обрабатывается следующим образом [8, 13, 14]: производится фаззификация текущих значений входных переменных (преобразование в лингвистические переменные); разрабатывается база правил нечеткого вывода (база правил контроллера) с учетом выбранных решений; производится нечёткий логический вывод, в результате которого вычисляются лингвистические значения выходных переменных на основании входных лингвистических значений и с использованием базы правил контроллера; производится дефаззификация, то есть заключительный

этап обработки, связанный с вычислением "чётких" значений управляющих параметров.

Ключевым элементом создания нечеткой модели является разработка базы правил НК. Она сводится к решению задач выбора входных ЛП, назначения для каждой из них набора лингвистических значений (термов) и выбора для каждого термина соответствующего нечеткого множества (см. рис. 3, 4).

При решении перечисленных выше задач использовался нечёткий контроллер с двумя входами и одним выходом (рис. 2). Для реализации алгоритма управления применялись графические средства пакета расширения *Fuzzy Logic Toolbox*, позволяющие разрабатывать и применять системы нечеткого вывода в интерактивном режиме [8,15] с использованием редакторов систем нечеткого вывода (*FISE*), функций принадлежности (*MFE*), правил вывода (*RE*), просмотрщиков правил (*RV*) и поверхностей вывода (*SV*). Система нечеткого вывода была выполнена по типу Мамдани. Фрагменты интерфейса пакета расширения *Fuzzy Logic Toolbox*, реализующего методами нечеткой логики разработанный НК для модели системы ИПП РП, приведены на рисунках 5-7.

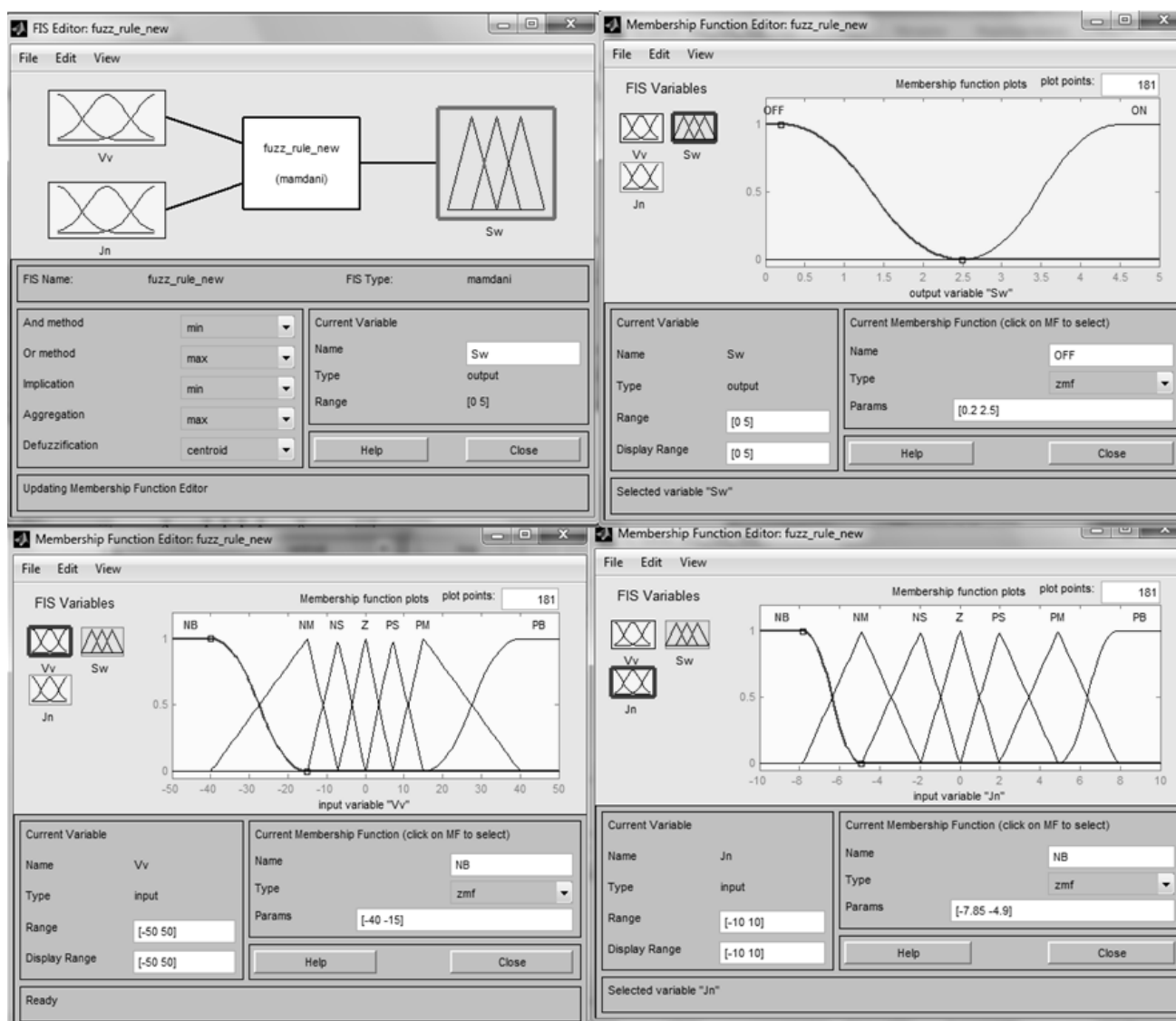


Рис. 5. Фрагмент интерфейса пакета расширения *Fuzzy Logic Toolbox* в среде *MATLAB*, задающего параметры ФП входных и выходной лингвистических переменных, системы нечеткого вывода и ее структуру для НК в модели системы ИПП РП

Для лингвистического описания входных переменных V_v и J_n выбраны по семь термов (*NB (negative big), NM (negative middle), NS (negative small), Z (zero), PS (positive small), PM (positive middle), PB (positive big)*), приведенных на рис.3а). Причем термы NB являются z – образными, *PB* s – образными, а остальные треугольными. Выходная ЛП (*Sw*) представлена двумя термами (*OFF, ON*), показанными на рис. 4.

Правила нечеткого вывода формируются по типу «Если (if) ..., то (then) ...» [8,9]. Фрагмент реализованных в нечеткой модели правил представлен в редакторе *Rule Editor* на рис.6.

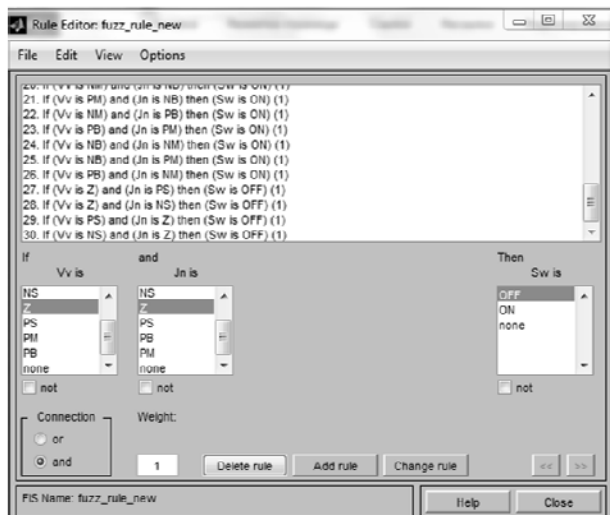


Рис. 6. Фрагмент правил вывода, реализованных в нечеткой модели и представленных в редакторе *Rule Editor* пакета расширения *Fuzzy Logic Toolbox*

В модели, как видно из рис. 5, используется схема нечеткого вывода Мамдани, в качестве метода агрегирования применяется операция $\min$ -конъюнкции [8], а

методом активации является $\min$, который рассчитывается по формуле

$$\mu'(y) = \min\{c_j, \mu(y)\},$$

где $\mu(y)$ – функция принадлежности терма, который является значением некоторой выходной переменной ω_j , заданной на универсуме Y ; c_j – значение степени истинности подзаключений для j -го правила, входящего в рассматриваемую базу правил нечеткого вывода.

Аккумуляция заключений правил производится по методу $\max$ – дизъюнкции, а дефазификация – методом центра площади *COA (Centre of Area)*. При этом центру площади *COA* соответствует абсцисса, делящая площадь, ограниченную графиком кривой ФП переменной Sw , на две равные части, то есть центр площади равен $y=u$, а значение u определяется из уравнения:

$$\int_{Min}^u \mu(x) \cdot dx = \int_u^{Max} \mu(x) \cdot dx,$$

где u – результат дефазификации; x – переменная, соответствующая выходной лингвистической переменной ω ; $\mu(x)$ – функция принадлежности нечеткого множества, соответствующего выходной переменной ω после этапа аккумуляции; Min, Max – левая и правая точки интервала носителя нечеткого множества выходной переменной ω .

После выполнения всех интерактивных операций с *FIS* редактором, проведем анализ и отладку данной системы нечеткого вывода при решении задачи управления системой ИПП РП для трех различных вариантов входных данных. С этой целью используем *Rule Viewer* и редактор *MFE*, окна которых показаны на рис. 7.

В окне *Input* введем вектор значений входных переменных V_v, J_n . Эти значения отображены также в верхней части окна обозревателя правил.

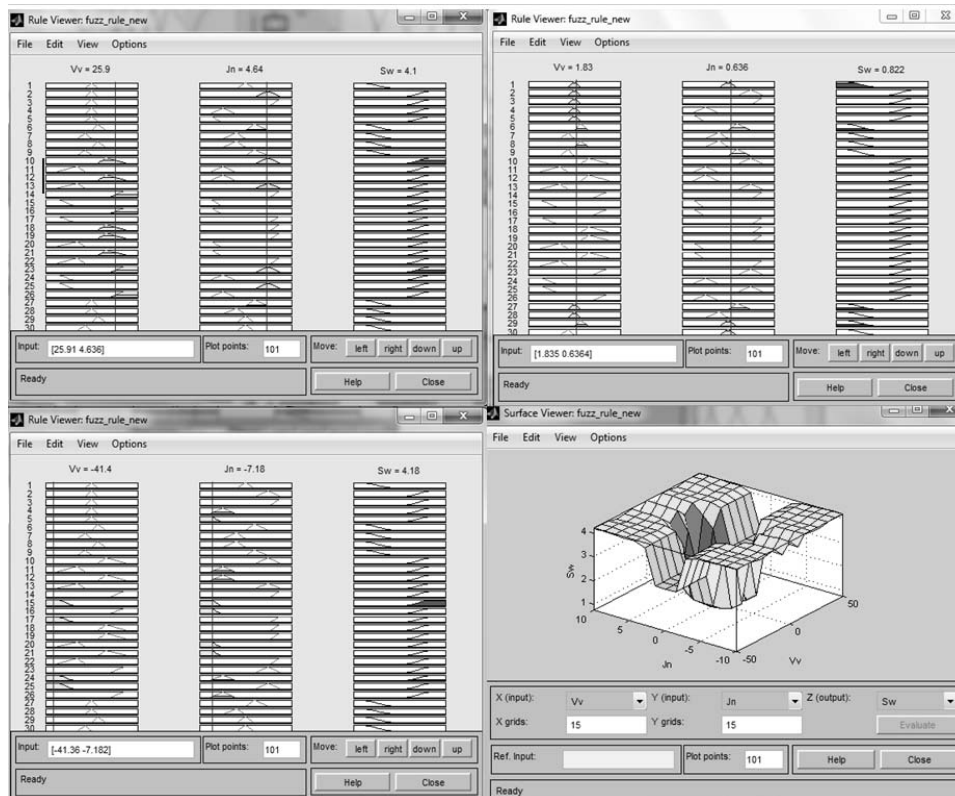


Рис. 7. Вид рабочего интерфейса программы *Fuzzy Logic Toolbox* в режиме отладки проекта «Автоматическая система предотвращения аварий»

Там же, кроме входных данных, таких же, как в окне *Input*, приведены и значения выходных данных НК. Кроме того, общий анализ нечеткой модели можно выполнить с помощью графического окна просмотра трехмерной поверхности нечеткого вывода (окна «*Surface*» на рис. 7). Данная поверхность характеризует зависимость значений выходной переменной от значений отдельных входных переменных нечеткой модели. Отсутствие разрывов на поверхностях нечеткого

вывода говорит об устойчивом характере данной нечеткой модели, что является одним из аргументов в пользу реализации этой модели на практике [8].

Модель НК после отладки была экспортирована в рабочую область *MATLAB* и использовалась для имитационного моделирования системы изменения полосы пропускания РП в среде *Simulink*. Имитационная модель и результаты моделирования представлены на рис. 8-10.

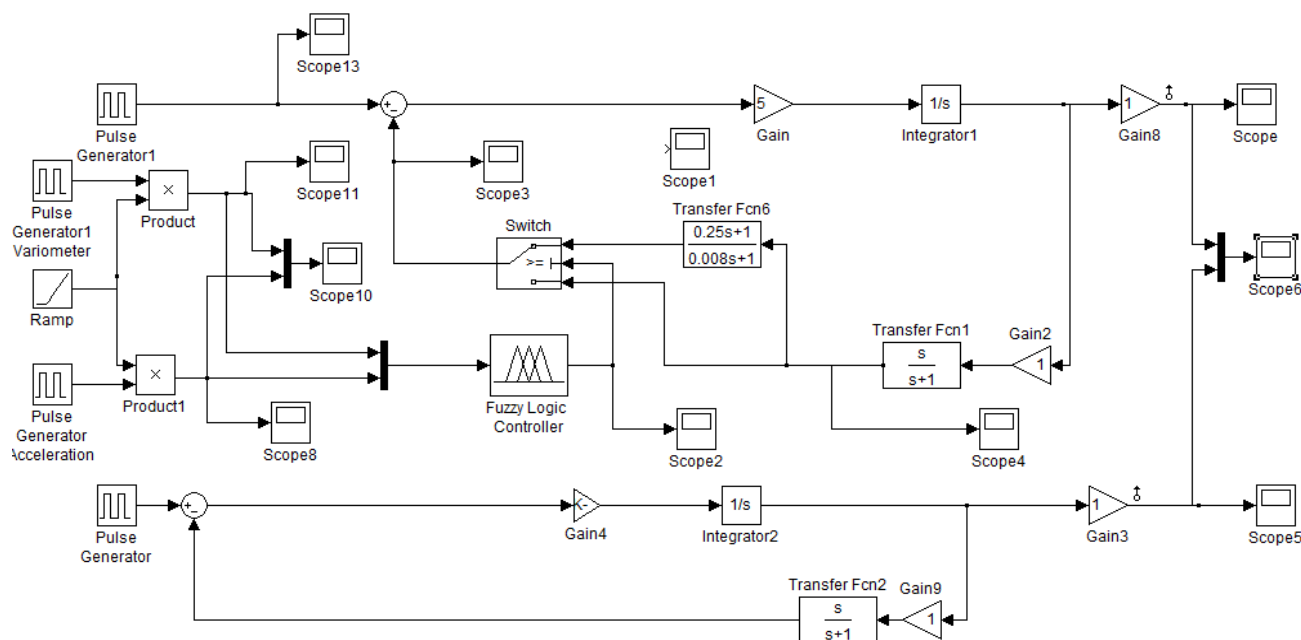


Рис. 8. Имитационная модель обычного рулевого привода (внизу) и с изменяемой нечетким контроллером полосой пропускания (в верхней части схемы)

Имитационная модель (рис. 8) состоит из следующих динамических звеньев и вспомогательных элементов: блоков *Transfer Fcn 1,2* [15], представляющих собой динамические звенья в цепи обратной связи (изодромы), *Transfer Fcn 6* - реальное форсирующее звено, интеграторов *integrator 1,2*, блоков усиления *Gain, Gain1-4, Gain8-9*, осциллографов *Scope*, коммутатора *Switch*, нечеткого контроллера *Fuzzy Logic Controller*, а также перемножителей *Product, Product 1*, четырех генераторов импульсов *Pulse Generator* и источника линейно нарастающего напряжения *Ramp*. Генераторы *Pulse Generator* и *Pulse Generator1* формируют единичные импульсы на входах рулевых приводов с периодом 3с. и длительностью 0.06 с. (скважность 50). Генератор *Pulse Generator1 Variometer* создает последовательность единичных импульсов с периодом 3с. и шириной, равной 40% от их периода, а генератор *Pulse Generator1 Acceleration* - таких же импульсов, но только шириной 30% от их периода. Эти генераторы используются для демонстрации функционирования системы изменения полосы пропускания РП. При этом *Pulse Generator1 Variometer* совместно с источником линейно нарастающего напряжения *Ramp* выполняет роль имитатора линейно нарастающего значения вертикальной скорости полета, а *Pulse Generator1 Acceleration* и *Ramp* -

роль имитатора линейно нарастающего значения ускорения ЛА.

На рис. 9 представлены результаты имитационного моделирования системы изменения полосы пропускания РП в условиях воздействия таких импульсных сигналов. При этом рассматривались конкретные гипотетические значения характеристик элементов системы и считалось, что параметры элементов рулевых приводов равны: $k=50$, $T=1$ с, $T_2=0.25$ с, а эквивалентные параметры k_1 , T_3 принимают при этом следующие значения: $k_1=0.98$, $T_3=0.265$ [8].

На этом же рис. показаны осциллограммы процессов в различных точках модели. Внизу рис. 9, на первой слева осциллограмме показаны сигналы, поступающие на входы как традиционного РП без ИПП (схема внизу рис. 9), так и РП с ИПП (схема сверху рис. 9). На второй осциллограмме показаны сигналы, поступающие на вход НК, на третьей - сигналы на выходе НК, которые поступают на управление коммутатором. На четвертой осциллограмме изображена реакция традиционного РП на входной сигнал. Реакция РП с нечетким контроллером, изменяющим полосу пропускания привода, на входной сигнал в условиях турбулентности представлена на осциллограмме в верхней правой части рис. 9.

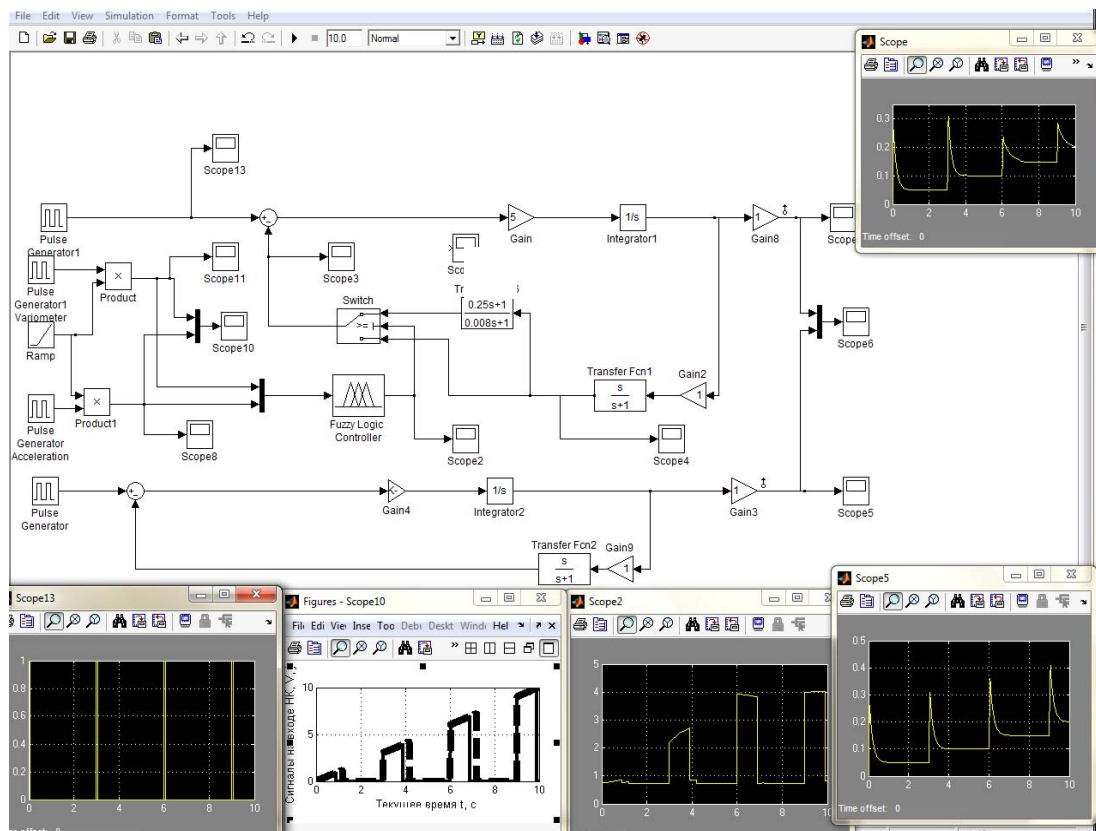
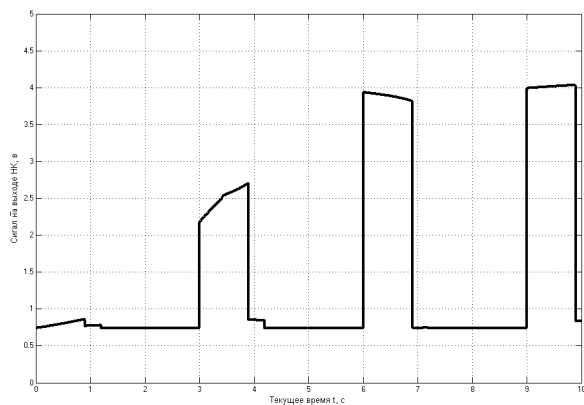
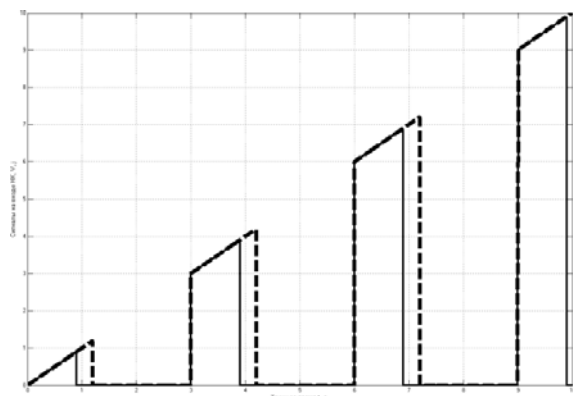


Рис. 9. Имитационное моделирование рулевого привода с изменяемой нечетким контроллером полосой пропускания и осциллограммы в различных точках привода

В более крупном масштабе некоторые из этих сигналов показаны на рис. 10, 11.



а)



б)

Рис. 10. Сигналы на входе (а) и выходе (б) нечеткого контроллера системы ИПП рулевого привода

На рис. 10 а) сплошной линией показан сигнал, поступающий от вариометра, а пунктирной – от датчика ускорений, причем их амплитуда линейно нарастает с коэффициентом наклона, равным 1.

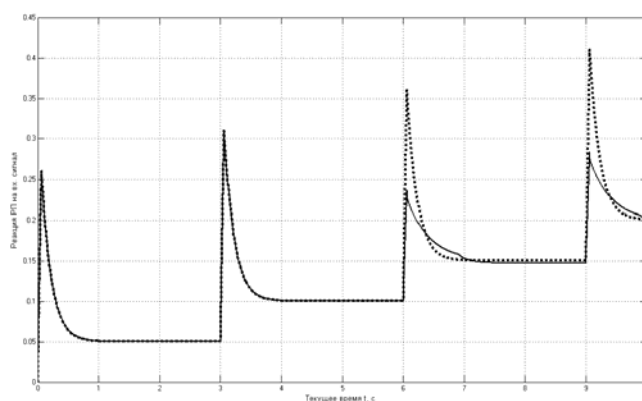


Рис. 11. Сигналы, характеризующие реакцию рулевого привода в стандартном исполнении (пунктирная линия) и с НК, изменяющим полосу пропускания привода (сплошная линия)

Анализ графических зависимостей, приведенных на рис. 10 и 11 показывает, что при нарастании параметров, характеризующих турбулентность (вертикальной скорости, ускорения ЛА, вызванных болтанкой), нечеткий контроллер формирует сигнал (на 6 с. на рис. 10-11) на включение коммутатора, подключающего форсирующее звено последовательно к изодромному звену в цепи обратной связи РП (рис. 2). При этом уменьшается полоса пропускания РП и, как следствие этого, привод отрабатывает входной сигнал (входное возмущение) не полностью. Например, для принятых в модели (рис. 9)

параметров изодромного и форсирующего звеньев, в соответствии с [1] полоса пропускания РП уменьшается в 12 раз, что вызывает, как видно из рис. 11, снижение амплитуды реакции привода на турбулентные возмущения в 1.93 раза. При этом эквивалентная постоянная времени привода возрастает только на 0.015 с.

Таким образом, использование предлагаемой системы автоматического изменения полосы пропускания РП позволит ослабить реакцию ЛА на турбулентные возмущения. Это снизит вероятность возникновения резонансных явлений, когда могут совпасть направления воздействия пилота на органы управления ЛА и турбулентной среды на ЛА, за счет уменьшения как амплитуды реакции РП, так и увеличения ее инерционности.

Для разработки конкретных рекомендаций по требуемой величине снижения полосы пропускания РП необходимо проведение исследований по определению статистических характеристик реакции РП на случайные возмущающие воздействия, характеризующие турбулентность в различных слоях атмосферы. Однако, эти вопросы выходят за рамки настоящей работы.

Таким образом, на основе исследований, выполненных в работе, можно сделать следующие выводы:

- разработанные модели (нечеткая и имитационная) адекватно реагирует на изменения условий полета в турбулентной атмосфере;

- результаты, полученные при отладке НК и на имитационных моделях рулевого привода, совпадают.

При этом программа, описывающая процесс функционирования системы в кодах программ *Fuzzy Logic Toolbox*, после преобразования в нотации языка FCL в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 61131-7-2017 может использоваться в ряде внешних программах как процедура, формальными параметрами которой являются входные переменные блока правил, а возвращаемыми значениями – дефазифицированные значения выходных переменных. Порядок организации вызова таких процедур во внешних программах рассмотрен в [8].

Представленная модель автоматической системы изменения полосы пропускания РП является открытой и может быть расширена за счет введения новых переменных, и правил вывода, а также уточнена путем изменения диапазонов значений ФП и редактирования правил нечеткого вывода.

Нечеткий контроллер для этой системы может быть реализован на базе зарубежных нечетких процессоров, например, типа SAE81 C99, широко применяемых в современных системах интеллектуального управления [8] или отечественных контроллеров типа *TREI-5B-04*. Например, процессор фирмы Siemens SAE81C99 может обрабатывать 256 входных переменных, формировать до 64 выходных значений по 16384 правилам с высокой скоростью ($10 \cdot 10^6$ правил в секунду)[18].

Заключение

В статье рассмотрен возможный подход к построению алгоритмов функционирования системы автоматического изменения полосы пропускания рулевого привода, основанный на представлении параметров воздействия турбулентности на ЛА в лингвистической

форме и реализации управляющих решений с использованием методов нечеткой логики.

Результаты работы алгоритмов нечеткого вывода, реализованных в нечетком контроллере в среде расширения *Fuzzy Logic Toolbox*, иллюстрируются на конкретных гипотетических примерах с использованием имитационных моделей рулевого привода, построенных в среде *Simulink* программы *MATLAB*.

С использованием предложенного подхода может быть разработана автоматическая система изменения полосы пропускания рулевого привода, обеспечивающая повышение безопасности и устойчивости полетов ЛА в условиях турбулентности атмосферы, реализованная на базе отечественных, программируемых на языке FCL, логических контроллеров, например на базе контроллера *TREI-5B-04*.

Литература

1. Замыслов М.А., Мальцев А.М., Михайленко С.Б., Штанькова Н.В., Дедяев А.А. Повышение безопасности полетов летательных аппаратов в турбулентной атмосфере за счет применения рулевого привода с изменяемой полосой пропускания//ВИНИТИ. Проблемы безопасности полетов.- 2019.- № 2.- С. 11-22.
2. Новости авиации. Авиакатастрофы Ту-154. [Электрон. ресурс].-2018.-URL: <http://www.aero-news.ru/katastrofa-tu-154/> (дата обращения: 18.11. 2018).
3. Пассажиры самолета Qantas пострадали из-за турбулентности. [Электрон. ресурс].-2018.-URL: https://forbes.kz/news/2017/04/13/newsid_141161 (дата обращения: 18.11. 2018).
4. Десятки пассажиров пострадали из-за мощной турбулентности [Электрон. ресурс].-2018.-URL: https://travel.rambler.ru/news/41844063-desyatki-passazhirov-postradali-iz-za-turbulentnosti/?utm_source=head&utm_campaign=self_promo&utm_medium=news&utm_content=news (дата обращения: 11.03.19).
5. Влияние метеорологических условий на авиакатастрофы. [Электрон. ресурс].-2018.-URL: <http://www.aero-news.ru/katastrofa-tu-154/> (дата обращения: 18.11. 2018).
6. Справочник летчика и штурмана. Под ред. засл. воен. штурмана СССР генерал-лейтенанта авиации М.В. Лавского. -М.: Воениздат, 1974.- С.33-36, 512 с., ил.
7. Красовский А.А., Вавилов Ю.А., Сучков А.И. Системы автоматического управления летательных аппаратов.- М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1986.- С.249, 477 с., ил.
8. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH . – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.-736 с, ил.
9. Агеев А.М., Замыслов М.А., Мальцев А.М., Мальцев М.А., Михайленко С.Б. Система автоматизированного распознавания летных ситуаций, опасных для пилотирования ЛА, на основе нечеткой логики. //ВИНИТИ. Транспорт: наука, техника, управление.- 2017.- № 10. –С. 34-40.
10. Оболенский Ю.Г. Управление полетом маневренных самолетов. М.: филиал Воениздат, 2007, с. 480, 154 с, ил.

11. Кривицкий Б.Х. Автоматические системы радиотехнических устройств. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1962, 664 с, 302 с, ил.
12. Основы автоматического управления. Под ред. В.С. Пугачева. М.: Наука, 1974, с. 720, 226 с, ил.
13. Takagi T., Sugeno M. Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control // IEEE Trans. SystemsManCybernet. 1985. Vol. 15. No. 116. P. 116–132.
14. Mamdani E.H. Applications of Fuzzy Algorithms for Control of Simple Dynamic Plant // Proc. IEEE. 1974. V. 121. № 12.
15. В.П.Дьяконов. MATLAB7*/R2006/R2007: Самоучитель.-М.:ДМК Пресс, 2008.
16. Замыслов М.А., Мальцев А.М., Мальцев М.А., Михайленко С.Б. Автомат продольного управления летательного аппарата с адаптивным регулированием коэффициентов передачи методами нечеткой логики // ВИНТИ. Транспорт: наука, техника, управление. 2018. № 6. С. 10–19.
17. Замыслов М.А., Мальцев А.М., Мальцев М.А., Михайленко С.Б. , Штанькова Н.В. Система автоматического спасения экипажа пилотируемого летательного аппарата в катастрофических ситуациях на основе нечеткой логики//Проблемы безопасности полетов. ВИНТИ РАН.- 2018.- №11. –С. 34-63.
18. Васильев В.И., Ильясов Б.Г. Интеллектуальные системы управления: учебное пособие.- М.6 Радиотехника, 2009. -392 с., ил.

Сведения об авторах:

Замыслов Михаил Александрович, старший научный сотрудник.

Телефон 8 950 762 2234;

e-mail: mzam48@mail.ru.

Мальцев Александр Михайлович, старший научный сотрудник..

Телефон 8 906 589 3616;

e-mail: aleksamalcev@yandex.ru.

Михайленко Сергей Борисович, ведущий научный сотрудник.

Телефон 8 904 211 2437;

e-mail: mikhserbor@yandex.ru.

Тарасов Сергей Васильевич, младший научный сотрудник.

Телефон 8 904 211 2437;

e-mail: tarasov772@mail.ru.

Штанькова Надежда Викторовна, младший научный сотрудник.

Телефон 8 903 8561228;

e-mail: nadia_shtankova@mail.ru.

Место работы всех авторов: ВУНЦ ВВС «ВВА» им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина.

Адрес организации: 394064, г. Воронеж, ул. Старых большевиков, д. 54

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОФИЛАКТИКИ КОНФЛИКТНОГО ПОВЕДЕНИЯ В ЭКИПАЖЕ ВОЗДУШНОГО СУДНА

Кандидат техн. наук **Ариничева О. В.**,
кандидат техн. наук, доцент **Малишевский А. В.**
(Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации)

SOME ASPECTS OF PREVENTION OF CONFLICT BEHAVIOUR IN THE AIRCRAFT CREW

Arinicheva O.V., Ph.D. (Tech.),
Malishevsky A.V., Ph.D. (Tech.), Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Civil Aviation)

Авиационное происшествие, человеческий фактор, взаимодействие, конфликт, стратегия поведения, соционические характеристики, тип информационного метаболизма.

Aviation accident, human factor, interaction, conflict, strategy of behavior, socionic characteristics, type of information metabolism.

Статья продолжает цикл исследований по выявлению предикторов, обуславливающих соответствующий стиль поведения личности в конфликтной ситуации. Приводятся результаты эксперимента, где в качестве личностной особенности, определяющей предпочитаемый стиль поведения в конфликте, рассматривались характеристики информационного метаболизма человека. Рассчитаны корреляции между выраженностью того или иного стиля поведения в конфликте и возможностью проявления отдельных психологических установок и функций, а также составляющими соционической модели человека. Полученные результаты сравниваются с аналогичными исследованиями, опубликованными в литературных источниках.

This article continues a series of studies to identify predictors that determine the appropriate style of behavior in a conflict situation. The results of the experiment are presented, where the characteristics of human information metabolism were considered as a personal feature that determines the preferred style of behavior in the conflict. Correlations between the expression of a particular style of behavior in a conflict and the possibility of manifestation of individual psychological attitudes and functions, as well as components of the socionic model of a person are calculated. The results are compared with similar studies published in literature.

Нарушение взаимодействия в экипаже воздушного судна (ВС) – одна из важнейших причин авиационных катастроф. Очень часто такое нарушение сопровождается конфликтом между членами экипажа, а иногда именно возникший конфликт является причиной нарушения взаимодействия, как это, например, было в случае катастрофы Ту-204 во Внуково [1], когда «при полете в Пардубице КВС (командир воздушного судна – прим. авторов) допускал обращения в грубой форме ко второму пилоту, с огромным количеством нецензурных выражений, что вызвало достаточно напряженную обстановку и нервозность в кабине самолета. ... Следствием этого поведения командира стала эмоциональная напряженная обстановка в экипаже и сложилась, возможно, конфликтная ситуация. Этот факт, судя по всему, способствовал отсутствию нормального взаимодействия между членами экипажа при выполнении обратного полета по Внуково» [1]. Также конфликт послужил и причиной нарушения взаимодействия в экипаже Ту-134 при посадке в Иваново [2], когда командир полностью игнорировал мнение второго пилота и штурмана, а последние самоустранились от процесса управления. «Обострению взаимоотношений КВС с членами экипажа, вероятно, способствовали ошибки, допущенные вторым пилотом и штурманом при заходе на посадку в аэропорту Минеральные Воды. Замечания, высказанные им командиром, могли явиться решающим фактором, определившим стиль дальнейшего поведения экипажа в обратном полете в Иваново» [2].

Однако чаще конфликт является следствием высокого психоэмоционального напряжения, возникающего у экипажа в процессе протекания аварийной ситуации. Например, в материалах расследования катастрофы Ту-154 в районе Иркутска [3] отмечено: «с момента срабатывания сигнализации АУАСП наблюдается резкое повышение психоэмоционального напряжения в экипаже, особенно отчетливо проявляющееся у КВС и второго пилота». «Интенсивное и значительное отклонение руля высоты привело к увеличению нормальной перегрузки до 2 ед., угла тангажа до 20°, выводу ВС на критические углы атаки (местный угол атаки более 45°, истинный более 29°) за 3 секунды и к сваливанию самолета с последующим переходом в штопор. С этого момента психоэмоциональное напряжение членов экипажа достигло уровня стресса» [3]. Аналогично и в случае катастрофы Boeing 737-800 в Ростове-на-Дону, «когда самолет вышел за критический угол, его скорость начала падать. В этот момент и произошел конфликт. Управляющий летчик продолжал тянуть штурвал на себя, а другой пилот начал отталкивать свой штурвал с криком: «Стой! Куда?! Стоять!» В результате бортовой компьютер начал получать разные импульсы от двух штурвалов, и управление самолетом было разорвано. Судя по записи, летчики поняли друг друга, лишь когда почувствовали отрицательные перегрузки, но к этому времени что-либо изменить были не в силах. Когда самолет на скорости 325 км/ч несся к земле, они лишь кричали от ужаса и отчаяния» [4].

Другие наиболее резонансные катастрофы, сопровождавшиеся аналогичными конфликтами как следствием стрессовой ситуации, произошли в Подмоскowie [5], в Перми [6], в Ярославле [7].

Иногда, как в случае катастрофы самолета Ту-154 в районе Иркутска [3] или Ту-154 в районе Хабаровска [8], или в том же Ростове-на-Дону [4], ситуация развивается стремительно, и конфликт развивается резко и спонтанно, завися в своём протекании, скорее от нервно-психической устойчивости и эмоционального опыта [9, 10] его участников. Но есть и многочисленные примеры, когда конфликт развивался на протяжении достаточно длительного времени, как это было в ходе катастроф в Иваново [2], в Перми [6] или во Внуково [1], и тогда развитие конфликта во многом определяется уже личностными особенностями участников конфликта.

Из жизненного опыта и здравого смысла, очевидно, что разные люди обладают и разной склонностью к конфликтному поведению, и разным поведением в уже возникшем конфликте. Предпочитаемая стратегия или стиль поведения в конфликте часто определяется с помощью методики «Management-of-Differences Exercise» или MODE [11], которую сами авторы методики начали называть «Thomas – Kilmann Conflict Mode Instrument (TKI)», придав объекту смысл инструмента управления конфликтом. В отечественной психологической литературе русскоязычная версия данного теста – TKI-R чаще известна как «Тест К. Томаса в адаптации Н. В. Гришиной» [12]. Считается, что «она является мощным инструментом тренинга управления межличностными конфликтами» [13].

В ходе исследований, нас интересовало, действительно ли TKI-R позволяет определить предпочитаемый стиль поведения в конфликте, и связан ли этот предпочитаемый стиль поведения с какими-либо другими личностными особенностями человека.

В работах [14, 15] нами был предпринят поиск предикторов конфликтного поведения. В качестве таковых рассматривались различные формы агрессивности, определявшиеся по тесту А. Басса – А. Дарки [12] и уровень развития интеллекта, определявшийся по тесту Г. Айзенка [16]. Относительно последних выводы, полученные в работах [14, 15] вполне однозначны: уровень развития интеллекта предиктором конфликтного поведения не является. Сложнее обстоит дело с агрессивностью. В ходе двух экспериментов с диспетчерами по управлению воздушным движением (УВД), наиболее сильная (+0,6146) и очень высоко значимая ($p < 0,001$) корреляция имеет место между склонностями к вербальной агрессии и к стратегии соперничества у студентов (выборка из 48 человек), а наиболее сильная (-0,4451) значимая ($p < 0,05$) корреляция у профессионалов (выборка из 30 человек) имеет место между склонностями к вербальной агрессии и к стратегии приспособления. Так как выборки сравнительно небольшие, трудно сделать какой-либо однозначный вывод, относительно того, является ли склонность к агрессии предиктором результатов по TKI-R. Требуется дополнительные исследования этого вопроса.

Существенный интерес представляет вопрос, как связаны результаты TKI-R с соционическими характеристиками, поскольку эти характеристики показывают, каков информационный метаболизм человека [9], то есть, как проходит у него процесс приёма, обработки и выдачи вонне информации. О важности этих характеристик и возможном их применении для профессионального психологического отбора (ППО) авиационного персонала, мы уже не раз писали в работах [9, 17-19].

С этой целью, нами был проведён эксперимент, в котором приняли участие 55 диспетчеров УВД из Сыктывкара, Когалыма, Новосибирска и Красноярска и 13 пилотов из Москвы. Интересно сравнить полученные результаты с аналогичными экспериментами других исследователей [20-22]. Это тем более интересно, что были использованы различные подходы к определению соционических характеристик.

В работах [21, 22] используются даже не соционические, а типоведческие методы, то есть тест Myers-Briggs Type Indicator (MBTI) [23]. О достаточно серьёзных отличиях типологии от соционики мы подробно писали в работах [9, 24]. Основное отличие заключается в схожести, но неэквивалентности психологической дихотомии (ПД) Judging-Perceiving (J/P), используемой в типологии, от ПД Рациональность-Иррациональность (Р/И), используемой в классической соционике [20, 25, 26].

Различия же между классической соционикой [20, 25, 26] и используемым нами подходом, который получил условное название «авиационная соционика» (поскольку нашел широкое применение именно в авиационных ВУЗах России и Украины [9, 17-19, 27-31]), подробно рассматривались в [9], а также в процессе полемики с адептами классического подхода [24, 26]. Здесь существенным отличием является понимание ПД Р/И как зависимой (то есть как это и было у К. Г. Юнга [32]), а также использование наряду с типом информационного метаболизма (ТИМ), или же социотипом, и соционической модели человека (СМЧ) [9, 17-19], базирующейся на использовании теории нечётких множеств [33] и показывающей возможность проявления того или иного ТИМ у данного конкретного человека.

В качестве же теста для оценки стиля поведения в конфликте в нашем эксперименте и у авторов работ [14, 15, 20-22] использовался тест TKI [11] (где стили поведения в конфликте X_1 – соперничество (competing), X_2 – сотрудничество (collaborating), X_3 – компромисс (compromising), X_4 – избегание (avoiding), X_5 – приспособление (accommodating)).

Были рассчитаны корреляции между выраженностью того или иного стиля поведения в конфликте и возможностью проявления отдельных психологических установок и функций, а также составляющими СМЧ (возможностью проявления того или иного ТИМ). Как видно из табл. 1, значимых корреляций ($p < 0,05$) практически нет, а те, что есть – слабые ($0,2 < r_{\text{корр}} < 0,3$). (Остальные полученные нами корреляции и вовсе очень слабые ($r_{\text{корр}} < 0,2$) и незначимые ($p \geq 0,05$)). Отсюда можно сделать вывод, что соционические характеристики не являются предикторами результатов по TKI-R.

Корреляции, полученные в ходе эксперимента

Первая величина	Вторая величина	$r_{\text{корр}}$	Вывод о силе корреляции	Вывод о значимости корреляции	
X_1	экстраверсия	+0,2172	слабая	$p \geq 0,05$	незначимая
X_2	экстраверсия	-0,2298	слабая	$p \geq 0,05$	незначимая
X_4	ТИМ ЛИИ	+0,2515	слабая	$p < 0,05$	значимая
X_4	ТИМ ЛСИ	+0,2309	слабая	$p \geq 0,05$	незначимая
X_5	ТИМ СЭЭ	+0,2517	слабая	$p < 0,05$	значимая
X_5	ТИМ ИЭЭ	+0,2499	слабая	$p < 0,05$	значимая
X_5	логика	-0,2033	слабая	$p \geq 0,05$	незначимая
Здесь и далее ТИМ: ЛСЭ – логико-сенсорный экстраверт; ЛИЭ – логико-интуитивный экстраверт; ЭСЭ – этико-сенсорный экстраверт; ЭИЭ – этико-интуитивный экстраверт; СЛЭ – сенсорно-логический экстраверт; ИЛЭ – интуитивно-логический экстраверт; СЭЭ – сенсорно-этический экстраверт; ИЭЭ – интуитивно-этический экстраверт; ЛСИ – логико-сенсорный интроверт; ЛИИ – логико-интуитивный интроверт; ЭСИ – этико-сенсорный интроверт; ЭИИ – этико-интуитивный интроверт; СЛИ – сенсорно-логический интроверт; ИЛИ – интуитивно-логический интроверт; СЭИ – сенсорно-этический интроверт; ИЭИ – интуитивно-этический интроверт.					

Сравним данный вывод с результатами, полученными авторами [20]. Они рассматривали выборку из 383 сотрудников «одной производственно-торговой фирмы на протяжении целого ряда лет [34]. Люди, прошедшие тест Томаса-Килманна и соционическую диагностику – это в большинстве своем претенденты на вакантные должности и сотрудники фирмы. Возраст – от 19-ти до 54-х лет, средний возраст – 28,3 года» [20].

«Руководство фирмы в силу специфики работы было заинтересовано в привлечении новых сотрудников с высокими показателями конкуренции (соперничество – прим. авторов). Но даже несмотря на это ... только возрастная группа до 26-ти лет демонстрирует несколько более высокие показатели по этому стилю, чем другие группы. Можно также сказать, что в целом с возрастом показатели конкуренции уменьшаются, а примирения (приспособление – прим. авторов) увеличиваются, но изменения эти незначительны. Самым предпочитаемым стилем поведения во всех возрастных группах оказывается партнерство (сотрудничество – прим. авторов). Наименьшие показатели по примиряющему стилю поведения. Средние значения по конкуренции, компромиссу и избеганию примерно одинаковы» [20]. Из сравнения рис. 1 и 2 видно, что здесь есть некоторые расхождения между результатами двух экспериментов. Кроме считанных единиц среди студентов из выборки, описанной в работе [15], нет лиц старше 26 лет. Тем не менее, склонность к соперничеству у них явно ниже, чем у лиц из эксперимента в работе [20]. А наименьшие показатели по стилю приспособления наблюдаются только у студентов-мужчин. Самым же популярным стилем поведения и у студентов [15], и у участников описываемого в настоящей статье эксперимента стало не сотрудничество, а компромисс.

Авторы работы [20] также отмечают, что «мужчины в целом более конкурентны, чем женщины, и менее склонны к избегающему стилю поведения в конфликте. При этом различия в склонности к партнерскому и компромиссному стилям весьма незначительны. Эта закономерность прослеживается и в возрастных группах».

Это нашими экспериментами (в частности, описанным в работе [15]) вполне подтверждается и хорошо видно на рис. 1. Более того, это даже более резко выражено, чем на рис. 2.

Далее авторы [20] пишут: «Интересно было проверить гипотезу о наличии у разных соционических типов [25, 35] явных предпочтений каких-то определенных стилей поведения в конфликте. Однако даже беглый взгляд на результаты опроса нас насторожил: хотя некоторые различия и есть, но они не являются ярко выраженными (табл. 2)».

Таблица 2

Стили поведения в конфликте и соционические типы [20]

ТИМ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Количество
ИЛЭ	6,50	7,08	6,75	5,67	4,08	12
СЭИ	5,35	7,94	7,24	5,47	3,71	17
ЭСЭ	6,07	8,07	6,27	6,03	3,57	30
ЛИИ	5,45	8,73	6,27	5,91	3,64	11
ЭИЭ	6,05	7,78	6,57	5,76	3,84	37
ЛСИ	5,09	7,45	6,91	6,27	4,27	11
СЛЭ	6,15	7,90	6,53	5,43	3,93	40
ИЭИ	4,44	8,00	7,00	5,33	4,78	9
СЭЭ	7,34	7,84	6,13	5,34	3,41	32
ИЛИ	5,52	7,52	6,41	5,89	4,63	27
ЛИЭ	6,71	7,40	6,63	5,60	3,49	35
ЭСИ	6,09	7,74	6,35	5,95	3,81	43
ЛСЭ	5,44	7,80	6,52	6,00	4,12	25
ЭИИ	3,88	7,06	6,44	6,81	5,44	16
ИЭЭ	6,37	7,78	6,70	5,37	3,70	27
СЛИ	3,27	7,64	7,27	5,91	5,00	11
Дисперсия	1,12	0,16	0,11	0,15	0,35	383

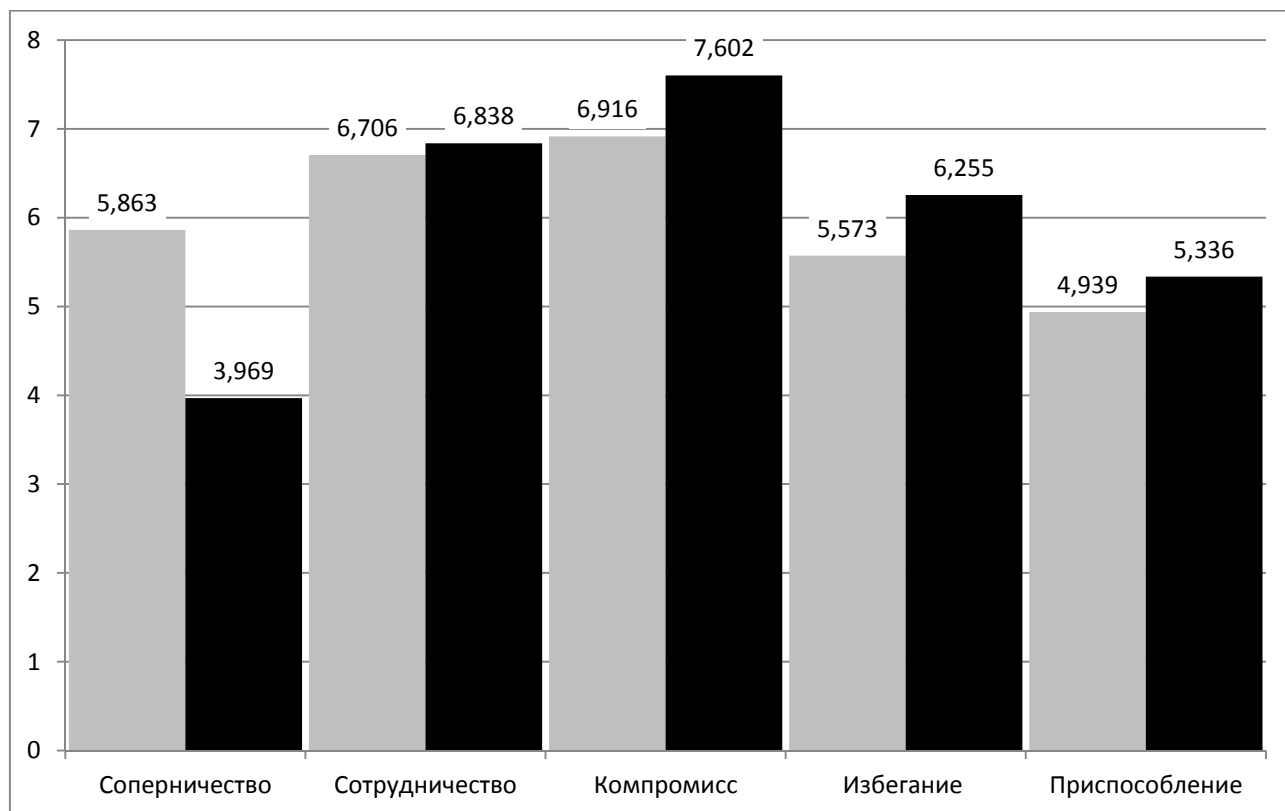


Рис. 1. Показатели стилей поведения в конфликтной ситуации в баллах по тесту TKI-R 344 студентов-мужчин (серый цвет) и 259 студентов-женщин (чёрный цвет) из Санкт-Петербурга и Иркутска [15]

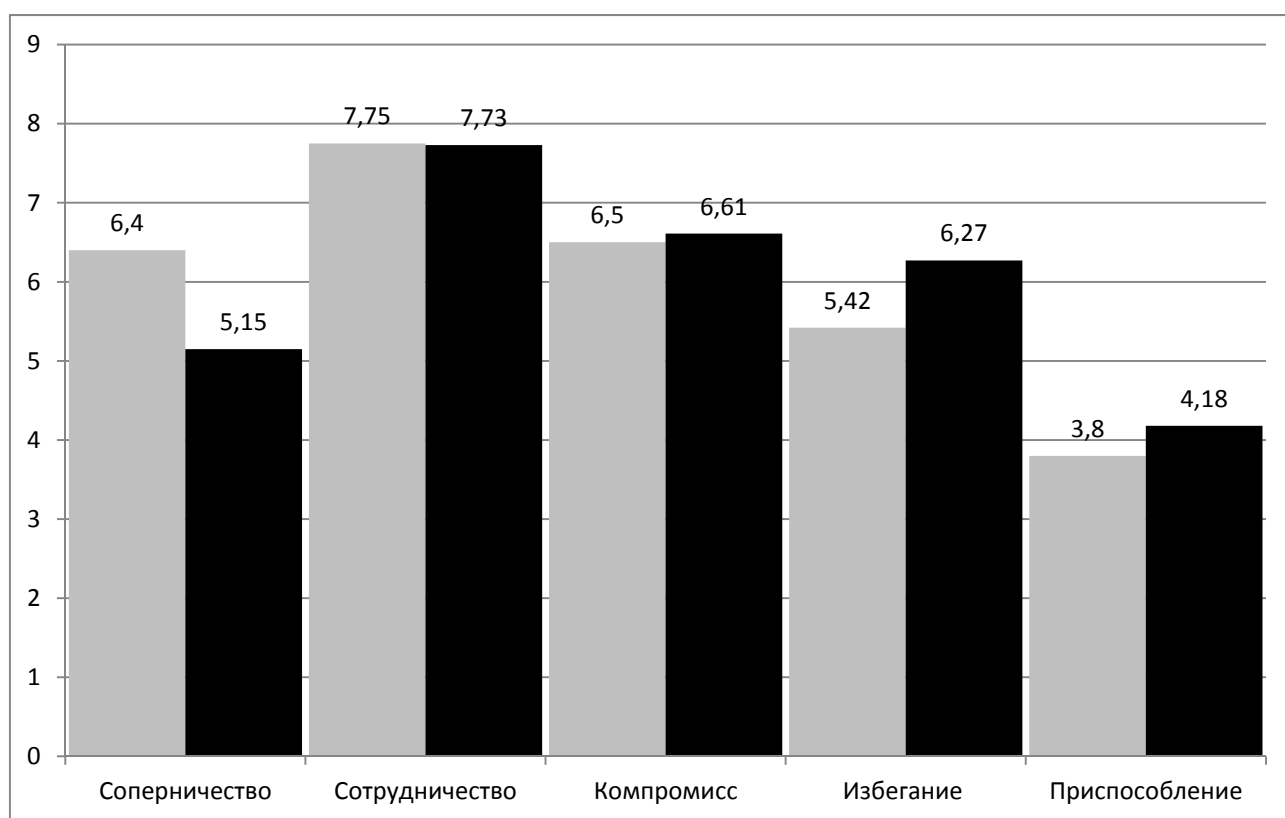


Рис. 2. Показатели стилей поведения в конфликтной ситуации в баллах по тесту TKI-R 233 мужчин (серый цвет) и 150 женщин (чёрный цвет) сотрудников производственно-торговой фирмы [20]

Это нашими экспериментами (в частности, описанным в работе [15]) вполне подтверждается и хорошо видно на рис. 1. Более того, это даже более резко выражено, чем на рис. 2.

Далее авторы [20] пишут: «Интересно было проверить гипотезу о наличии у разных соционических типов [25, 35] явных предпочтений каких-то определенных стилей поведения в конфликте. Однако даже беглый взгляд на результаты опроса нас насторожил: хотя некоторые различия и есть, но они не являются ярко выраженными (табл. 2)».

Таблица 2

Стили поведения в конфликте и соционические типы [20]

ТИМ	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Количество
ИЛЭ	6,50	7,08	6,75	5,67	4,08	12
СЭИ	5,35	7,94	7,24	5,47	3,71	17
ЭСЭ	6,07	8,07	6,27	6,03	3,57	30
ЛИИ	5,45	8,73	6,27	5,91	3,64	11
ЭИЭ	6,05	7,78	6,57	5,76	3,84	37
ЛСИ	5,09	7,45	6,91	6,27	4,27	11
СЛЭ	6,15	7,90	6,53	5,43	3,93	40
ИЭИ	4,44	8,00	7,00	5,33	4,78	9
СЭЭ	7,34	7,84	6,13	5,34	3,41	32
ИЛИ	5,52	7,52	6,41	5,89	4,63	27
ЛИЭ	6,71	7,40	6,63	5,60	3,49	35
ЭСИ	6,09	7,74	6,35	5,95	3,81	43
ЛСЭ	5,44	7,80	6,52	6,00	4,12	25
ЭИИ	3,88	7,06	6,44	6,81	5,44	16
ИЭЭ	6,37	7,78	6,70	5,37	3,70	27
СЛИ	3,27	7,64	7,27	5,91	5,00	11
Дисперсия	1,12	0,16	0,11	0,15	0,35	383

Сравнивать результаты, полученные авторами [20] и наши результаты довольно затруднительно. Мы рассчитывали корреляции между результатами теста ТКІ-R и отдельными составляющими СМЧ, а в [20] использовался ТИМ, то есть доминирующая составляющая СМЧ (как это и показано в табл. 2). Кроме того, если рассмотреть социопортрет использованной нами выборки (то есть распределение в данной выборке лиц с различным ТИМ), то очевиден стандартный для авиационных коллективов [9, 18, 19] «перекос» в сторону преобладания логических и сенсорных ТИМ (см. табл. 3). В эксперименте из [20] распределение ТИМ гораздо более сбалансировано (см. табл. 2). В такой однородной группе корреляции будут неизбежно слабыми, а влияние флюктуаций наоборот может стать заметным. Тем не менее, вывод авторов [20] полностью совпал с нашим, что «выбор стиля поведения в конфликте по тесту Килманна мало зависит от соционического типа и соционических характеристик личности» [20, с. 13].

Таблица 3

Социопортрет группы из 68 профессиональных пилотов и диспетчеров УВД, участвовавших в данном эксперименте

ИЛЭ	СЭИ	ЭСЭ	ЛИИ	ЭИЭ	ЛСИ	СЛЭ	ИЭИ
0	2	1	0	1	11	20	0
ЛИЭ	ЭСИ	СЭЭ	ИЛИ	ЛСЭ	ЭИИ	ИЭЭ	СЛИ
0	0	3	0	17	1	0	12

«Из всех соционических признаков наибольшую связь со стилем поведения в конфликте удалось проследить для признака *экстраверсия/интроверсия*» [20, с. 13]. «Мы проанализировали все 15 признаков (Рейнина [35] – прим. авторов), но только один из них – *экстраверты / интроверты* (Э/И или Е/І) – показал явные отличия, и то только по конкуренции. *Экстраверты* оказываются более конкурентными» [20, с. 10]. Из табл. 1 видно, что и в нашем эксперименте получен аналогичный результат, пусть только и на уровне тенденций.

Все эти данные достаточно серьезно не совпадают с данными, полученными с помощью теста МВТИ в работах [21, 22]. В работе [22] утверждается, что полученные в ней корреляции между результатами тестов МВТИ и ТКІ значимы. Иерархия предпочитаемых стилей поведения для различных типов по МВТИ из работы [22] показана в табл. 4. В табл. 4 серым отмечена стратегия избегания, так как, по мнению авторов [22]. Предполагается, что выбор избегания – это точка, в которой прерывается процесс конфликта, так что стратегии с более низким рангом вряд ли будут использоваться («*The vertical barrier indicates the order of the strategy to avoid conflict. It is assumed that avoidance at this point aborts the process so that lower ranked strategies will not likely be used*» [22, с. 14]).

Следует отметить, что авторы [21, 22] считают практически не влияющей на выбор стратегии поведения в конфликте ПД сенсорики-интуиция (С/И или S/N). (*The test for interactive combinations of MBTI scales by each MODE scale. MBTI scales are usually combined to produce 16 different types; however, because we did not find any evidence for significant effects for the S/N dimension, we collapsed across this dimension and report data for only 8 MBTI groups* [22, с. 12].) Поэтому, данные типов, отличающихся только по ПД С/И имеют одинаковые ранги предпочитаемых стилей поведения в конфликте. Наибольшую важность, по их мнению, при выборе стратегии играет ПД логика-этика (Л/Э или Т/Ф). «Найдены четыре комбинации шкалы МВТИ, для которых мышление (логика – прим. авторов) или чувство (этика – прим. авторов) является доминирующей функцией, то есть, экстравертные мыслительные типы (ESTJ или ENTJ) предпочитают соперничество, экстравертные чувствующие типы (ESFJ и ENFJ) предпочитают сотрудничество, интровертные мыслительные типы (ISTP или INTP) предпочитают компромисс и интровертные чувствующие типы (ISFP или INFP) предпочитают избегание» [22].

Сравнение табл. 2 и 4 показывает, что полученные в [20] и в [22] результаты мало в чём совпадают. Лица из выборки, описанной в [22], в куда меньшей степени склонны к сотрудничеству и компромиссу, в сравнении с участниками обследования из работы [20]. Представители выборки из [22] также практически не склонны к соперничеству, кроме мужчин с ТИМ близким к ЛСЭ и ЛИЭ. Зато достаточно склонны к избеганию и приспособлению. Последний стиль поведения совершенно не характерен ни для участников нашего эксперимента, ни для результатов, полученных в работах [15, 20]. Единственный вывод, сближающий все четыре эксперимента, это относительно большая склонность к соперничеству мужчин, нежели женщин.

Данные из [21, 22] сравнивать с нашими данными достаточно сложно, по описанным ранее причинам.

Тем не менее, исходя из здравого смысла, связь между ТИМ и поведением человека в конфликте быть должна, и здесь, вроде бы, результаты, полученные в работах [21, 22] вызывают большее доверие.

Таблица 4

**Иерархия стилей поведения в конфликте для различных типов по MBTI [22]
(в скобках указан средний ранг предпочтения данного стиля)**

Тип по MBTI	Наиболее близкий ТИМ	Стратегии поведения в порядке среднего ранга (от более предпочитаемых к менее предпочитаемым)				
		1	2	3	4	5
ESTJ (М)	ЛСЭ	X ₁ (1,44)	X ₃ (2,21)	X ₂ (2,64)	X ₄ (3,01)	X ₅ (3,26)
ENTJ (М)	ЛИЭ	X ₁ (1,44)	X ₃ (2,21)	X ₂ (2,64)	X ₄ (3,01)	X ₅ (3,26)
ESTJ (Ж)	ЛСЭ	X ₃ (1,51)	X ₂ (2,39)	X ₅ (2,51)	X ₄ (3,18)	X ₁ (3,51)
ENTJ (Ж)	ЛИЭ	X ₃ (1,51)	X ₂ (2,39)	X ₅ (2,51)	X ₄ (3,18)	X ₁ (3,51)
ISTP	СЛИ	X ₃ (1,32)	X ₄ (2,20)	X ₂ (3,26)	X ₁ (3,39)	X ₅ (3,76)
INTP	ИЛИ	X ₃ (1,32)	X ₄ (2,20)	X ₂ (3,26)	X ₁ (3,39)	X ₅ (3,76)
ESTP	СЛЭ	X ₃ (1,51)	X ₅ (2,18)	X ₄ (3,51)	X ₂ (4,01)	X ₁ (4,71)
ENTP	ИЛЭ	X ₃ (1,51)	X ₅ (2,18)	X ₄ (3,51)	X ₂ (4,01)	X ₁ (4,71)
ISTJ	ЛСИ	X ₄ (1,84)	X ₃ (2,26)	X ₅ (2,62)	X ₂ (3,71)	X ₁ (4,29)
INTJ	ЛИИ	X ₄ (1,84)	X ₃ (2,26)	X ₅ (2,62)	X ₂ (3,71)	X ₁ (4,29)
ESFJ	ЭСЭ	X ₂ (1,76)	X ₅ (2,39)	X ₃ (2,44)	X ₄ (2,67)	X ₁ (4,45)
ENFJ	ЭИЭ	X ₂ (1,76)	X ₅ (2,39)	X ₃ (2,44)	X ₄ (2,67)	X ₁ (4,45)
ISFP	СЭИ	X ₄ (1,22)	X ₅ (2,01)	X ₃ (2,31)	X ₂ (3,84)	X ₁ (4,89)
INFP	ИЭИ	X ₄ (1,22)	X ₅ (2,01)	X ₃ (2,31)	X ₂ (3,84)	X ₁ (4,89)
ESFP	СЭЭ	X ₅ (1,46)	X ₃ (2,14)	X ₄ (3,01)	X ₂ (3,76)	X ₁ (4,56)
ENFP	ИЭЭ	X ₅ (1,46)	X ₃ (2,14)	X ₄ (3,01)	X ₂ (3,76)	X ₁ (4,56)
ISFJ	ЭСИ	X ₄ (1,64)	X ₅ (1,64)	X ₃ 2,89()	X ₂ 3,64()	X ₁ (4,52)
INFJ	ЭИИ	X ₄ (1,64)	X ₅ (1,64)	X ₃ 2,89()	X ₂ 3,64()	X ₁ (4,52)

Однако, как справедливо отмечают авторы [20]: «Хотим обратить внимание, что исследованные нами корреляции относятся только к результатам по тесту Килманна. Однако этот тест не исчерпывает всего многообразия проявлений личности и типа информационного метаболизма даже в области поведения в конфликте. Общая же конкурентность отдельных соционических типов определяется, прежде всего, той информационной сферой, в которой происходит деятельность» [20]. Фактически это же отмечает и автор работы [21], по ее мнению, люди, которые понимают, что тип, отличный от них самих, имеет тенденцию по-иному подходить к конфликту, способны понять, что поведение другого человека зависит от предпочтительного способа обработки информации и общения с окружающим. Это может помочь сохранить правильное поведение, быть принятым другими и уменьшает склонность к оборонительным реакциям. Выбор может быть сделан так, чтобы выбрать иметь ли дело с конфликтом в стиле, который не является предпочтитель-

ным, но, который может быть более подходящим для работы с человеком другого типа [21]. Аналогично авторы [22] отмечают, что признают важность контекста при определении стиля поведения в конфликте, так как шкалы MBTI и шкалы MODE измеряют контекст-независимые предпочтения в отношении использования установок и функций и стилей поведения в конфликте, соответственно (например, можно легко представить себе человека, который в целом не склонен к одобрению кросс-ситуационного предпочтения соперничества, но, тем не менее, конкурирует в контексте, в котором это наиболее целесообразная стратегия), что свидетельствует о потребности исследования поведения в конфликте с учетом контекстуальных факторов [22].

Также и автор работы [36], справедливо отмечает, что «природа конфликта такова, что заставляет его участников применять разные стратегии в зависимости от возможного поведения других игроков. В противном случае оказалось бы невозможным обучение в опыте. Значит, данный инструмент в принципе не способен

измерить индивидуальный стиль поведения в конфликте» [36].

Схожее мнение, хотя и в несколько иной форме, высказывает и автор работы [37], которая пишет, что «для конфликтного поведения всех групп испытуемых преобладающей является средняя выраженность стратегий соперничества, сотрудничества, компромисса, избегания и приспособления, что свидетельствует о способности испытуемых данного возраста к гибкому поведению в конфликтных ситуациях с учетом конкретных условий взаимодействия» [37, с. 65].

На основании всего вышеизложенного можно сделать вывод о том, что по результатам теста TKI невозможно даже приблизительно предсказать, как будет действовать тот или иной человек в конкретной ситуации. Тест TKI, безусловно, измеряет нечто, но, что именно он определяет, похоже, только предстоит выяснить. Если же говорить о стиле поведения в конфликте вне контекста, то с помощью TKI мы получаем широко известного «сферического коня в вакууме». Поэтому данные, приведённые авторами работ [38-41] и целого ряда других по предпочитаемым стратегиям поведения в конфликте, определённым с помощью TKI у различных категорий испытуемых, представляются достаточно сомнительными. (При этом авторы несколько не пытаются усомниться в правильности теории Р. Блейка и Дж. Маутон, а также в полезности сетки Томаса-Килманна, речь только о тесте TKI.)

Авторы предполагают продолжить изучение данного вопроса в нескольких аспектах. Во-первых, продолжить изучение корреляций результатов, полученных с помощью TKI-R с результатами других тестов, для уточнения того, что же мы измеряем, и для чего это может быть полезно. Во-вторых, необходимо в свете, проблем, изложенных в работах [9, 42], искать методики определения реальной склонности авиационного специалиста к конфликтному (конкурентному) поведению, ибо TKI-R для этого явно не подходит.

Литература

1. Авиакатастрофа Ту-204 авиакомпании Red Wings в аэропорту Внуково. [Электронный ресурс] / AVIA.PRO. 22.12.2014. URL: <http://avia.pro/blog/aviakatastrofa-tu-204-v-aeroportu-vnukovo-2012> (дата обращения 06.05.2019).
2. Катастрофа Ту-134А Ивановского авиапредприятия в районе а/п Иваново [Электронный ресурс] / Авиационные происшествия, инциденты и авиакатастрофы в СССР и России: факты, история, статистика. 2006-2019. URL: <http://www.airdisaster.ru/database.php?id=90> (дата обращения 06.05.2019).
3. Катастрофа Ту-154М а/к «Владивосток-авиа» в районе Иркутска [Электронный ресурс] / Авиационные происшествия, инциденты и авиакатастрофы в СССР и России: факты, история, статистика. 2006-2019. URL: <http://www.airdisaster.ru/reports.php?id=9> (дата обращения 06.05.2019).
4. Авиакатастрофа в Ростове-на-Дону: 62 жертвы трагического крушения [Электронный ресурс] / AVIA.PRO. 19.03.2016. URL: <http://avia.pro/blog/aviakatastrofa-v-rostove-na-donu-flydubai?page=1> (дата обращения 06.05.2019).
5. Катастрофа Ан-148 в Подмоскowie [Электронный ресурс] / Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=95115464> (дата обращения 06.05.2019).

6. Окончательный отчет по результатам расследования авиационного происшествия / Боинг-737-500 VP-BKO 14.09.2008 [Электронный ресурс] / Межгосударственный авиационный комитет. 29.05.2009. URL: https://mak-iac.org/upload/iblock/c2d/vp-bko_report.pdf (дата обращения 06.05.2019).

7. Окончательный отчет по результатам расследования авиационного происшествия / Як-42 RA-42434 07.09.2011 [Электронный ресурс] / Межгосударственный авиационный комитет. 02.11.2012. URL: https://mak-iac.org/upload/iblock/b75/report_ra-42434.pdf (дата обращения 06.05.2019).

8. Катастрофа Ту-154Б Хабаровского ОАО над Сихотэ-Алинем [Электронный ресурс] / Авиационные происшествия, инциденты и авиакатастрофы в СССР и России: факты, история, статистика. 2006-2019. URL: <http://www.airdisaster.ru/reports.php?id=13> (дата обращения 06.05.2019).

9. Лейченко С.Д., Малишевский А.В., Михайлик Н.Ф. Человеческий фактор в авиации. В 2 т. Т. 2. СПб.: ГУ ГА; Кировоград: ГЛАУ, 2006. 512 с.

10. Пат. 2128006 Российская Федерация, МПК7 А 61 В 5/16. Способ оценки работоспособности членов экипажа воздушного судна / Михайлик Н.Ф., Джафарзаде Р.М., Малишевский А.В.; заявители и патентообладатели: Михайлик Н.Ф. (RU), Джафарзаде Р.М. (AZ), Малишевский А.В. (RU) - 97114639/14; заявл. 26.08.97; опубл. 27.03.99, Бюл. № 9. С. 274.

11. Kilmann R.H., Thomas K.W. Developing a Forced-Choice Measure of Conflict-Handling Behavior: The MODE Instrument // Educational and Psychological Measurement. 1977. Vol. 37. № 2. P. 309-325.

12. Карелин А.А. Большая энциклопедия психологических тестов. М.: Эксмо, 2007. 416 с.

13. Кардашина С.В., Шаньгина Н.В. Психометрические характеристики русскоязычной версии опросника К. Томаса – Р. Килманна («Thomas-Kilmann Conflict Mode Instrument – TKI-R») // Педагогическое образование в России. 2016. № 11. С. 216-228.

14. Ариничева О.В., Малишевский А.В. Исследование связей между стилем поведения в конфликте и уровнем интеллектуального развития будущих авиационных специалистов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. 2017. № 3 (16). С. 54-60.

15. Ариничева О.В., Малишевский А.В. Предикторы конфликтного поведения авиационных специалистов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. 2018. № 4 (21). С. 20-34.

16. Энциклопедия психологических тестов / сост. С.А. Касьянов. М.: ЭКСМО-Пресс, 2000. 496 с.

17. Пат. 2182815 Российская Федерация, МПК7 А61В 5/16. Способ оценки подготовки экипажа воздушного судна в области человеческого фактора / Лейченко С.Д., Малишевский А.В., Михайлик Н.Ф.; заявители и патентообладатели: Лейченко С.Д., Малишевский А.В., Михайлик Н.Ф. - 2001124897/14; заявл. 31.08.01; опубл. 27.05.02, Бюл. № 15. С. 274.

18. Малишевский А.В., Ариничева О.В. Исследование методов и средств управления и планирования в сфере воздушного транспорта на базе соционических моделей // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. Сер. Аэромеханика и прочность. 2008. № 125 (1). С. 186-190.

19. Малишевский А.В., Ариничева О.В., Каймакова Е.М. Соционическое моделирование профессиональных групп работников авиационного транспорта // *Транспорт: наука, техника, управление*. 2015. № 4. С. 13-20.
20. Карпенко О.Б., Букалов А.В. Соционические типы и поведение в конфликте // *Менеджмент и кадры: психология управления, соционика и социология*. 2016. № 9-10. С. 5-14.
21. Woosley E.R. A Look at the Relationships Between MBTI Psychological Types and MODE Conflict Styles / The Graduate School University of Wisconsin-Stout. Menomonie, WI: University of Wisconsin-Stout, 2001. 81 p.
22. Percival T.Q., Smitheram V., Kelly M. Myers-Briggs Type Indicator and conflict-handling intention: an interactive approach // *Journal of Psychological Type*. 1992. Vol. 23. P. 10-16.
23. Myers I. B., McCaulley M. H. Manual: A guide to the development and use of the Myers Briggs Type Indicator. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, 1985. 309 p.
24. Ариничева О.В., Малишевский А.В. Назад к Юнгу: являются ли авторы данной статьи социониками? // *Соционика, ментология и психология личности*. 2017. № 2 (131). С. 42-51.
25. Аугустинавичюте А. Соционика. М.: Чёрная белка, 2016. 464 с.
26. Букалов А.В. О статье О.В. Ариничевой и А.В. Малишевского «Назад к Юнгу...» // *Соционика, ментология и психология личности*. 2017. № 2 (131). С. 52-59.
27. Малишевский А.В., Бровкин П.Е. Результаты оценки эффективности взаимодействия в парах пилотов с использованием интERTипных отношений В. В. Гуленко и результатов специальных компьютерных испытаний // *Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации*. 2014. № 1 (199). С. 108-115.
28. Харченко В.П., Шмельова Т.Ф., Сікірда Ю.В., Землянський А.В. Застосування методів соціоніки для комплектування груп фахівців аеронавігаційних систем // *Вісник Національного Авіаційного Університету*. 2012. № 1 (50). С. 14-21.
29. Самков О.В., Делас М.І., Захарченко Ю.А., Крамаренко Т.І. Методичний підхід з відбору фахівців льотного складу та формування екіпажів повітряних суден // *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації*. 2011. Вип. № 14. С. 120-128.
30. Самков О.В., Крамаренко Т.І., Калакура Р.Т., Кобулей А.І. Методичний підхід для підвищення ефективності функціонування організаційно-технічних систем // *Наукоємні технології*. 2011. № 1-2 (9-10). С. 88-91.
31. Пат. 2128471 Российская Федерация, МПК7 А 61 В 5/16. Способ оценки эффективности взаимодействия членов экипажа воздушного судна / Мухтаров М.А., Малишевский А.В., Михайлик Н.Ф.; заявители и патентообладатели: Мухтаров М.А. (AZ), Малишевский А.В. (RU), Михайлик Н.Ф. (RU) - 98108455/14; заявл. 14.05.98; опубл. 10.04.99, Бюл. № 10. С. 329.
32. Юнг К.Г. Психологические типы / пер. с нем. Софии Лорие. Минск: Харвест, 2017. 528 с.
33. Zadeh L.A. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility // *Fuzzy sets and Systems*. 1978. № 1. P. 3-28.
34. Букалов А.В., Карпенко О.Б. Применение соционики в эффективном менеджменте // *Менеджмент и кадры: психология управления, соционика и социология*. 2015. № 3. С. 5-16.
35. Букалов А.В. Потенциал личности и загадки человеческих отношений. М.: Черная белка, 2009. 592 с.
36. Светлов В.А. Классификация стратегий поведения в конфликте К. Томаса и Р. Килменна и единая теория конфликта // *Научные труды SWorld*. 2014. Т.16. № 1. С. 3-5.
37. Гринина Е.С. Особенности поведения в межличностных конфликтах старшеклассников с различным уровнем развития интеллекта // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12. Психология. Социология. Педагогика*. 2014. Вып. 2. С. 58-66.
38. Литвинцева А.Е. Стратегии поведения в конфликтных ситуациях людей зрелого возраста // *Научно-методический электронный журнал «Концепт»*. 2016. Т. 11. С. 2471-2475.
39. Павленкович С.С. Стратегии поведения студентов-спортсменов с разными личностными особенностями в конфликтных ситуациях // *Материалы V Международной научной конференции «Конфликты в современном мире: международное, государственное и межличностное измерение»* (Саратов, 08 апреля 2016 г.). М.: Перо, 2016. С. 644-648.
40. Аристова Ю.В., Фрейманис И.Ф., Игнатова Е.С. Особенности стратегий поведения предпринимателей в конфликте в связи с полом // *Успехи современной науки и образования*. 2016. Т. 7. № 11. С. 22-25.
41. Васильева Л.Н., Щепеткова С.С. Исследование стратегий поведения в межличностном конфликте у студентов-медиков на начальном этапе обучения в ВУЗе // *Историческая и социально-образовательная мысль*. 2016. Т. 8. № 4-2. С. 111-114.
42. Ариничева О.В., Малишевский А.В. Недостатки существующего профессионального отбора пилотов и проблема его совершенствования // *Транспорт: наука, техника, управление*. 2016. № 6. С. 41-51.

Сведения об авторах:

Ариничева Ольга Викторовна, доцент кафедры «Летная эксплуатация и безопасность полетов в гражданской авиации» Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации (СПбГУ ГА). 196210, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, 38.

Тел. +7(905)2067535,
e-mail: 2067535@mail.ru.

Малишевский Алексей Валерьевич, доцент кафедры «Летная эксплуатация и безопасность полетов в гражданской авиации» Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации (СПбГУ ГА). 196210, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, 38.

Тел.: +7(911)9126260,
e-mail: 9909395@bk.ru.

ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ НА СОЦИАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ¹

Кандидат техн. наук, доцент **Попов П.В.**
(Волжский филиал Волгоградского государственного университета)

INFLUENCE OF TRANSPORT AND LOGISTICS INFRASTRUCTURE OF THE FEDERAL DISTRICTS ON SOCIAL INDICATORS IN THE RUSSIAN FEDERATION'S

Popov P.V., Ph.D. (Tech.), Associate Professor
(Volzhsky Branch of Volgograd State University)

Логистическая инфраструктура, социальные показатели РФ, многофакторный дисперсионный анализ, множественный регрессионный анализ.

Logistics infrastructure, socio indicators Russian Federation, multivariate ANOVA, multiple regression analysis.

Показано влияние логистической инфраструктуры федеральных округов Российской Федерации на ключевые социальные показатели страны. В результате проведенного исследования определены объекты инфраструктуры для каждого федерального округа, оказывающие наибольшее влияние на социальные показатели. Для каждого объекта оценена степень влияния, а также их значимость. Показано, что развитие водной и аэропортовой инфраструктуры приводит к наибольшему изменению зависимых переменных.

The article shows the impact of the logistics infrastructure of the federal districts of the Russian Federation on key social indicators of the country. As a obtained result, infrastructure objects for each federal district were identified that have the greatest impact on social indicators. For each object, the degree of influence is estimated, as well as their significance. It is shown that the development of water and airport infrastructure leads to the greatest change in the dependent variables.

К ключевым драйверам, оказывающим существенное влияние на социальные показатели как страны в целом, так и отдельных субъектов Российской Федерации, следует отнести транспортную инфраструктуру [1-3]. Она является основной составляющей логистической инфраструктуры, которая способствует минимизации общих издержек в товаропроводящих системах и обеспечивает заданный уровень обслуживания.

В отечественных и зарубежных научных источниках представлено значительное количество работ [1-6, 9, 10], показывающих влияние транспортно-логистической инфраструктуры на экономические показатели региона или страны. Однако в большинстве из них рассмотрена взаимосвязь транспортной составляющей логистической инфраструктуры с экономическими показателями региона без учета финансовой и информационной составляющей. Кроме этого, не изучено влияние логистической инфраструктуры на социальные показатели страны.

Автором статьи ранее доказана взаимосвязь между социально-экономическими показателями и транспортно-логистической инфраструктурой Волгоградской [7] и Астраханской области [8]. Также в этих работах дана оценка степени влияния логистической инфраструктуры на социально-экономические показатели субъекта Российской Федерации.

В настоящей статье показана взаимосвязь между социальными показателями Российской Федерации и логистической инфраструктурой ее федеральных округов за 2004–2016 гг. Кроме этого, определены предикторы, оказывающие наибольшее влияние на ключевые показатели экономики РФ.

В качестве основных составляющих логистической инфраструктуры были выбраны следующие независимые показатели:

- объемы перевозок портов (морские и внутренние водные), тыс. т (x_1);
- перевозка пассажиров железнодорожным транспортом, тыс. чел. (x_2);
- отправление грузов железнодорожным транспортом, млн т (x_3);
- число предприятий и организаций транспорта, шт. (x_4);
- перевозка пассажиров автомобильным транспортом, тыс. чел. (x_5);
- отправление грузов автомобильным транспортом, млн т (x_6);
- пассажиропоток аэропорта, чел. (x_7);
- перевозка грузов воздушным транспортом, т (x_8);
- объем импорта товаров, млн дол. (x_9);
- объем экспорта товаров, млн дол. (x_{10});
- индекс промышленного производства, % (x_{11});
- перевозка пассажиров внутренним водным транспортом, чел. (x_{12}).

В качестве характеристик финансовой и информационной составляющей логистической инфраструктуры были выбраны следующие показатели:

- объем иностранных инвестиций, млн дол. (x_{13});
- количество предприятий, оказывающих финансовые услуги, шт. (x_{14});
- количество предприятий, использовавших информационно-коммуникационные технологии, шт. (x_{15}).

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-010-00182

К ключевым (результатирующим) социальным показателям Российской Федерации были отнесены:

- средний уровень заработной платы, руб. (y_1);
- количество безработных, тыс. чел. (y_2).

С целью выявления показателей, оказывающих существенное влияние на социальные показатели Российской Федерации, а также для оценки полноты их связи, в работе был использован совокупный потенциал методов многофакторного дисперсионного анализа и множественного регрессионного анализа. Расчет проводился в программе IBM SPSS Statistics 20². В качестве метода исследования применялся метод шагового отбора.

На первоначальном этапе для исключения избыточных независимых переменных рассчитывался коэффициент корреляции между социально-экономическими показателями Российской Федерации и предикторами логистической инфраструктуры. Если линейная связь между переменными отсутствовала, то данные независимые переменные исключались из дальнейшего расчета. На втором этапе осуществлялась проверка на мультиколлинеарность. Для этого строилась матрица интеркорреляций. Из дальнейшего расчета исключались показатели логистической инфраструктуры, имеющие наибольшее количество значений коэффициента линейной корреляции, превышающих 0,7. На последнем этапе для всех оставшихся показателей логистической инфраструктуры осуществлялась проверка на соответствие нормальному закону распределения с использованием многостороннего критерия Шапиро-Уилка.

После оценки адекватности применения независимых показателей логистической инфраструктуры с помощью программы IBM SPSS Statistics 20 была проведена оценка линейной взаимосвязи между социальными показателями страны и логистической инфраструктурой федеральных округов Российской Федерации.

Согласно блоку «Сводка для модели» (рис.1, 2) линейная модель множественной регрессии для социальных показателей «Средний уровень заработной платы, руб.» и «Количество безработных, тыс. чел.» может быть содержательно интерпретирована для Центрального, Северо-западного, Южного, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов.

Для Северо-Кавказского, Приволжского и Уральского федеральных округов линейная модель множественной регрессии не может быть содержательно

интерпретирована, так как скорректированный R-квадрат менее 70%.

Федеральные округа, для которых линейная модель множественной регрессии не могла быть содержательно интерпретирована, исключались из дальнейшего расчета.

Для остальных федеральных округов, учитывая хорошее качество построения модели, были определены независимые переменные, оказывающие наибольшее существенное влияние на социальные показатели «Средний уровень заработной платы, руб.» (рис. 3) и «Количество безработных, тыс. чел.» (рис. 4).

Результаты расчета показали, что на социальный показатель «Средний уровень заработной платы, руб.», за исключением Южного федерального округа, существенное влияние оказывает аэропортовая и водная (морская и внутренняя водная) инфраструктура. В Южном федеральном округе наибольшее влияние на зависимую переменную оказывает автомобильная инфраструктура. Кроме этого, в Дальневосточном федеральном округе наибольшее влияние на социальный показатель «Средний уровень заработной платы, руб.» оказывает объем экспорта в Приморском крае, в Сибирском федеральном округе – количество предприятий, оказывающих финансовые услуги.

Результаты расчета показали, что на социальный показатель «Количество безработных, тыс. чел.» наибольшее влияние оказывают следующие показатели логистической инфраструктуры федеральных округов Российской Федерации: Центральный – объем импорта Костромской области; Северо-западный – объем перевозок портов в Ленинградской области; Южный – перевозка пассажиров железнодорожным транспортом в Краснодарском крае; Сибирский – количество предприятий, использующих информационно-коммуникационные технологии в Новосибирской области; Дальневосточный – объем перевозок портов в Амурской области.

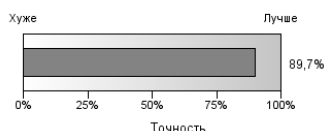
Значения коэффициентов регрессии являются статистически значимыми (таблица 1) практически для всех независимых переменных, так как уровень значимости не превышает 3%, а, следовательно, имеется возможность интерпретировать относительную степень влияния каждого из предикторов на зависимую переменную.

² IBM SPSS Statistics Base 20: Практическое руководство к применению. – Copyright IBM Corporation USA 1989, 2011

Сводка для модели

Целевое поле	Средний уровень заработной платы, руб.
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	273,776

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

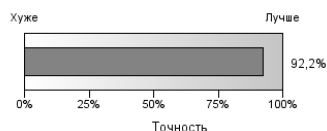


а)

Сводка для модели

Целевое поле	Средний уровень заработной платы, руб.
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	274,262

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

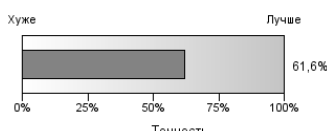


в)

Сводка для модели

Целевое поле	Средний уровень заработной платы, руб.
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	290,853

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

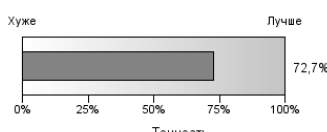


д)

Сводка для модели

Целевое поле	Средний уровень заработной платы, руб.
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	286,456

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

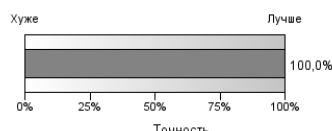


ж)

Сводка для модели

Целевое поле	Средний уровень заработной платы, руб.
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	188,034

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

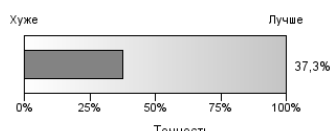


б)

Сводка для модели

Целевое поле	Средний уровень заработной платы, руб.
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	292,050

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

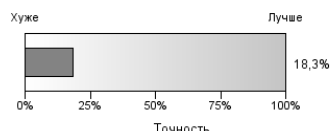


г)

Сводка для модели

Целевое поле	Средний уровень заработной платы, руб.
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	295,487

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

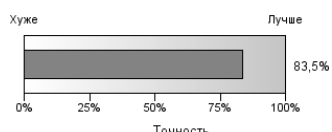


е)

Сводка для модели

Целевое поле	Средний уровень заработной платы, руб.
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	279,851

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.



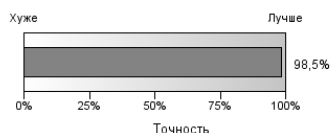
з)

Рис. 1. Качество построения линейной модели множественной регрессии федеральных округов Российской Федерации для социального показателя «Средний уровень заработной платы, руб.»: а) Центральный; б) Северо-западный; в) Южный; г) Северо-Кавказский; д) Приволжский; е) Уральский; ж) Сибирский; з) Дальневосточный

Сводка для модели

Целевое поле	Количество безработных, тыс. чел
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	201,730

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

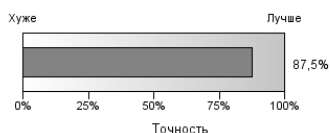


а)

Сводка для модели

Целевое поле	Количество безработных, тыс. чел
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	219,151

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

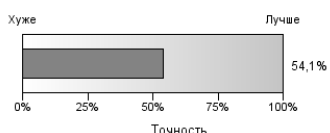


в)

Сводка для модели

Целевое поле	Количество безработных, тыс. чел
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	236,105

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

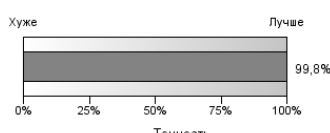


д)

Сводка для модели

Целевое поле	Количество безработных, тыс. чел
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	165,711

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

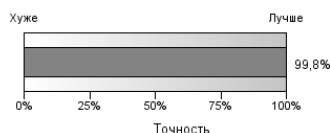


ж)

Сводка для модели

Целевое поле	Количество безработных, тыс. чел
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	162,574

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

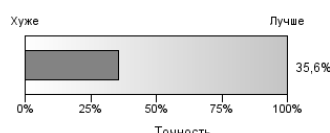


б)

Сводка для модели

Целевое поле	Количество безработных, тыс. чел
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	235,302

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

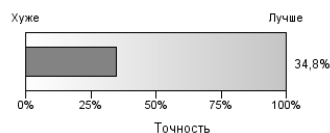


г)

Сводка для модели

Целевое поле	Количество безработных, тыс. чел
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	237,695

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.

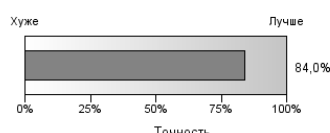


е)

Сводка для модели

Целевое поле	Количество безработных, тыс. чел
Автоматическая подготовка данных	Вкл
Метод подбора модели	Прямой шаговый
Информационный критерий	222,356

Для сравнения моделей используется информационный критерий. Модели с меньшим значением информационного критерия имеют лучшую подгонку.



з)

Рис. 2. Сводка для модели федеральных округов Российской Федерации для социального показателя «Количество безработных, тыс. чел.»: а) Центральный; б) Северо-западный; в) Южный; г) Северо-Кавказский; д) Приволжский; е) Уральский; ж) Сибирский; з) Дальневосточный.

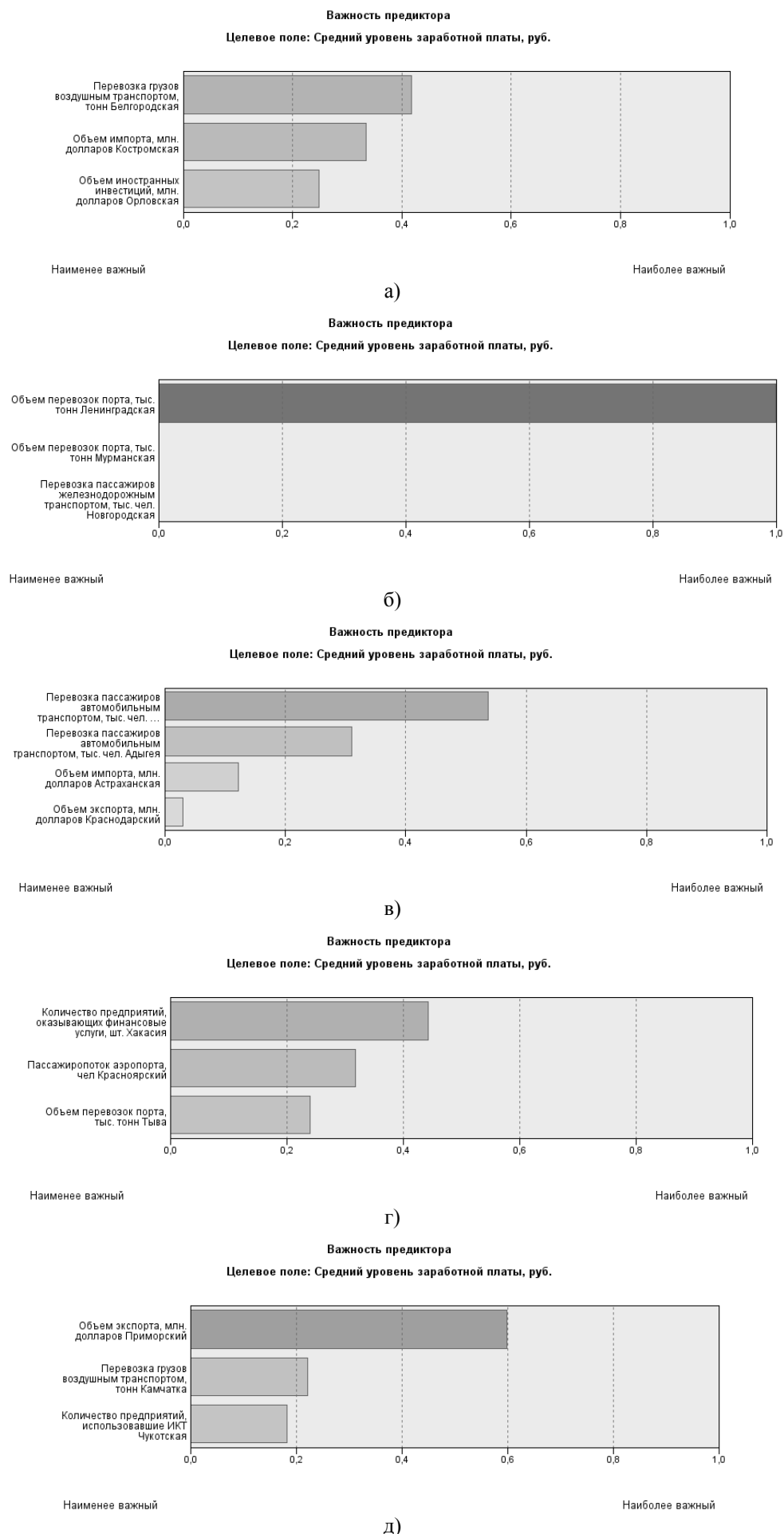


Рис. 3. Влияние логистической инфраструктуры федеральных округов Российской Федерации на социальный показатель «Средний уровень заработной платы, руб.»: а) Центральный; б) Северо-западный; в) Южный; г) Сибирский; д) Дальневосточный.

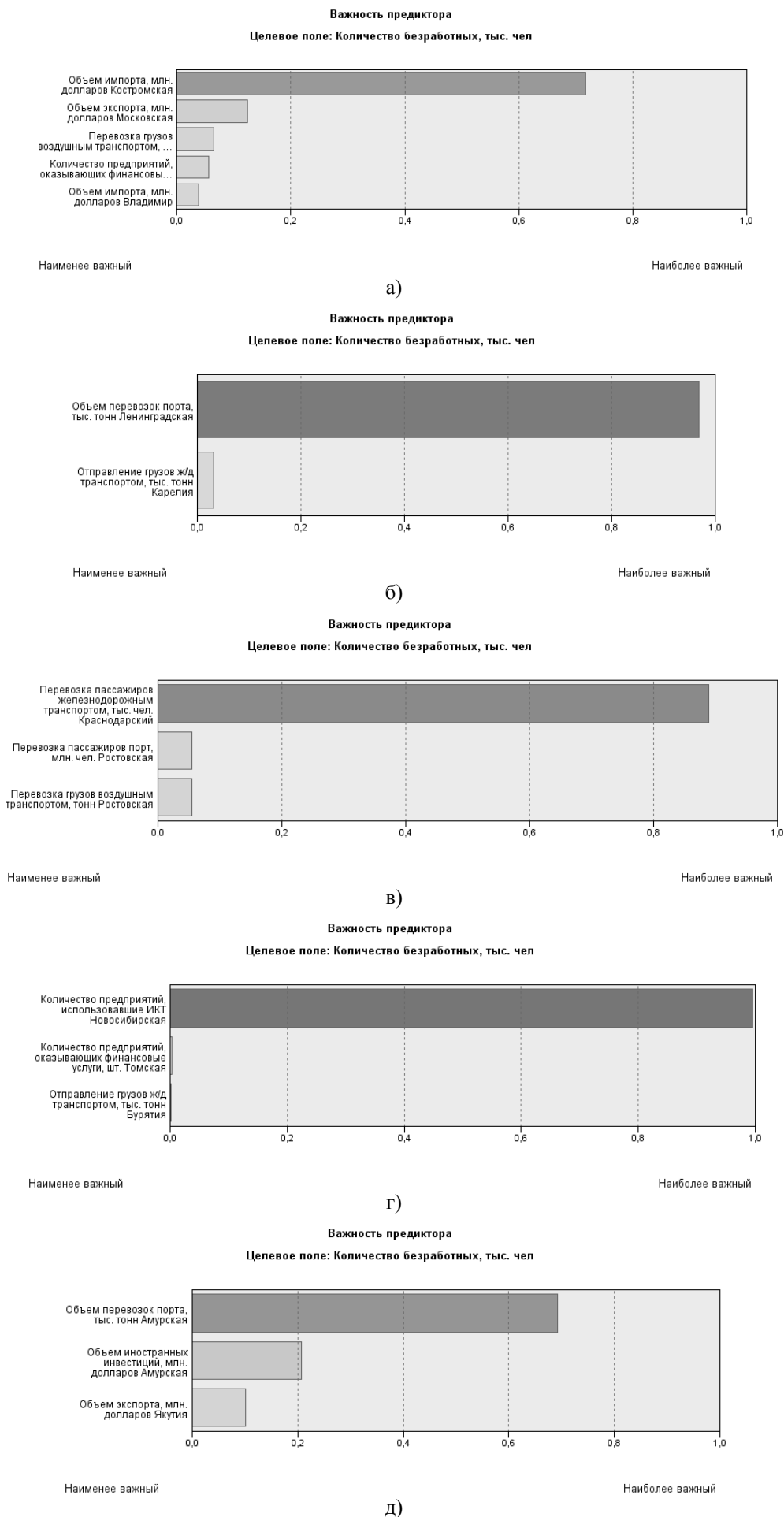


Рис. 4. Влияние логистической инфраструктуры федеральных округов Российской Федерации на социальный показатель «Количество безработных, тыс. чел.»: а) Центральный; б) Северо-западный; в) Южный; г) Сибирский; д) Дальневосточный.

Статистики коэффициентов

Зависимые переменные	Показатели	Стандартизированные коэффициенты	Важность	Значимость
Центральный федеральный округ				
Средний уровень заработной платы, руб.	Свободный член	-35569,64		0,29
	Перевозка грузов воздушным транспортом, тонн, Белгородская область	-784,822	0,417	0,002
	Объем импорта товаров, млн. долларов, Костромская область	657,927	0,334	0,004
	Объем иностранных инвестиций, млн. долларов, Орловская область	511,159	0,249	0,008
Количество безработных, тыс. чел.	Свободный член	-52808,515		0,0001
	Объем импорта товаров, млн. долларов, Костромская область	145,723	0,717	0,0001
	Объем экспорта товаров, млн. долларов, Московская область	-5,037	0,124	0,0001
	Перевозка грузов воздушным транспортом, тонн, Белгородская область	-55,483	0,065	0,0001
	Количество предприятий, оказывающих финансовые услуги, шт., Курская область	134,559	0,056	0,0001
	Объем импорта товаров, млн. долларов, Владимирская область	8,386	0,039	0,001
Север-западный федеральный округ				
Средний уровень заработной платы, руб.	Свободный член	-7253,297		0,0001
	Объем перевозок порта, тыс. тонн, Ленинградская область	0,243	0,999	0,0001
Средний уровень заработной платы, руб.	Объем перевозок порта, тыс. тонн, Мурманская область	0,947	0,0005	0,001
	Перевозка пассажиров железнодорожным транспортом, тыс. чел., Новгородская область	-1,667	0,0005	0,014
Количество безработных, тыс. чел.	Свободный член	10904,452		0,0001
	Объем перевозок порта, тыс. тонн, Ленинградская область	0,029	0,97	0,0001
	Отправление грузов ж/д транспортом, млн. тонн, Республика Карелия	-0,402	0,03	0,0001
Южный федеральный округ				
Средний уровень заработной платы, руб.	Свободный член	608485,154		0,0001
	Перевозка пассажиров автомобильным транспортом, тыс. чел., Астраханская область	-11,127	0,537	0,0001
	Перевозка пассажиров автомобильным транспортом, тыс. чел. Республика Адыгея	18,596	0,31	0,0001
	Объем импорта товаров, млн. долларов, Астраханская область	362,899	0,122	0,002
	Объем экспорта товаров, млн. долларов, Краснодарский край	7,503	0,03	0,051
Количество безработных, тыс. чел.	Свободный член	-61066,353		0,0001
	Перевозка пассажиров железнодорожным транспортом, тыс. чел., Краснодарский край	2,629	0,89	0,0001
	Перевозка пассажиров водным транспортом, чел., Ростовская область	21855,405	0,055	0,066
	Перевозка грузов воздушным транспортом, тонн, Ростовская область	2,334	0,055	0,068

Сибирский федеральный округ				
Средний уровень заработной платы, руб.	Свободный член	-983150,057		0,004
	Количество предприятий, оказывающих финансовые услуги, шт., Республика Хакасия	2987,99	0,442	0,005
	Пассажиропоток аэропорта, чел., Красноярский край	0,069	0,318	0,012
	Объем перевозок порта, тыс. тонн, Республика Тыва	200674,743	0,239	0,024
Количество безработных, тыс. чел.	Свободный член	9143,928		0,0001
	Количество предприятий, использовавшие ИКТ, шт., Новосибирская область	0,942	0,996	0,0001
Количество безработных, тыс. чел.	Количество предприятий, оказывающих финансовые услуги, шт. Томская область	-10,795	0,002	0,006
	Отправление грузов ж/д транспортом, млн. тонн, Республика Бурятия	-0,154	0,002	0,015
Дальневосточный федеральный округ				
Средний уровень заработной платы, руб.	Свободный член	-906871,588		0,002
	Объем экспорта товаров, млн. долларов, Приморский край	198,304	0,597	0,0001
	Перевозка грузов воздушным транспортом, тонн, Камчатский край	-5,142	0,221	0,002
	Количество предприятий, использовавшие ИКТ, шт., Чукотский автономный округ	7688,604	0,181	0,004
Количество безработных, тыс. чел.	Свободный член	52610,9		0,0001
	Объем перевозок порта, тыс. тонн, Амурская область	-9,52	0,692	0,0001
	Объем иностранных инвестиций, млн. долларов, Амурская область	28,931	0,207	0,006
	Объем экспорта товаров, млн. долларов, Республика Якутия	-4,969	0,101	0,036

Исходя из того, что для переменных линейной модели множественной регрессии «Объем экспорта товаров, млн. долл. в Краснодарском крае», «Перевозка пассажиров водным транспортом, чел. в Ростовской области» и «Перевозка грузов воздушным транспортом, т в Ростовской области» значимость коэффициентов более 5%, то данные показатели для соответствующих моделей

следует исключить. Кроме этого, необходимо исключить значение свободного члена модели для Центрального федерального округа, так как уровень значимости превышает 20%.

Уравнения линейной множественной регрессии для социальных показателей Российской Федерации можно представить в виде:

Центральный федеральный округ

$$Y_1 = -784,822X_8 \text{ Белгородская область} + 659,927X_9 \text{ Костромская область} + 511,159X_{12} \text{ Орловская область} \\ Y_2 = 145,723X_9 \text{ Костромская область} - 5,037X_{10} \text{ Московская область} - 55,483X_8 \text{ Белгородская область} + \\ + 134,559X_{14} \text{ Курская область} + 8,386X_9 \text{ Владимирская область} - 52808,515$$

Северо-Западный федеральный округ

$$Y_1 = 0,243X_{11} \text{ Ленинградская область} + 0,947X_{11} \text{ Мурманская область} - 1,667X_2 \text{ Новгородская область} - 7253,297 \\ Y_2 = 0,029X_{11} \text{ Ленинградская область} - 0,402X_3 \text{ Республика Карелия} + 10904,452$$

Южный федеральный округ

$$Y_1 = -11,127X_5 \text{ Астраханская область} + 18,596X_5 \text{ Республика Адыгея} + 362,899X_9 \text{ Астраханская область} - 608485,154 \\ Y_2 = 2,629X_2 \text{ Краснодарский край} - 61066,353$$

Сибирский федеральный округ

$$Y_1 = 2987,99X_{14} \text{ Республика Хакасия} + 0,069X_7 \text{ Красноярский край} + 200674,743X_{11} \text{ Республика Тыва} - 983150,057 \\ Y_2 = 0,942X_{15} \text{ Новосибирская область} - 10,792X_{14} \text{ Томская область} - 0,154X_3 \text{ Республика Бурятия} + 9143,928$$

Дальневосточный федеральный округ

$$Y_1 = 198,304X_{10} \text{ Приморский край} - 5,142X_8 \text{ Камчатский край} + 7688,604X_{15} \text{ Чукотский автономный округ} - 906871,588 \\ Y_2 = 28,931X_{12} \text{ Амурская область} - 9,520X_{11} \text{ Амурская область} - 4,969X_{10} \text{ Республика Саха} + 52610,9$$

Таким образом, в результате проведенного исследования было показано, что существенное влияние на социальные показатели Российской Федерации «Средний уровень заработной платы, руб.» и «Количество безработных, тыс. чел.» оказывает уровень развития аэропортовой и водной (морской и внутренней водной) инфраструктуры федеральных округов. Для Южного федерального округа наибольшее влияние на зависимые переменные оказывает инфраструктура автомобильного и железнодорожного транспорта. Кроме этого, определена степень влияния логистической инфраструктуры федеральных округов Российской Федерации на социальные показатели.

Литература

1. Кокурин Д.И., Назин К.Н. Влияние логистической инфраструктуры на состояние экономики: региональный аспект // *Логистика и управление цепями поставок*. – 2011. – №4(45). – С. 57-67.
2. Беляева Е.В., Карлова Е.В. Роль транспортно-логистической инфраструктуры в развитии региона // *Современные проблемы экономического и социального развития*. – 2014. – №10. – С. 97-100.
3. The Importance of Trade Costs: A Gravity Model Applications / 3rd ARTNeT Capacity Building Workshop. UNESCAP. Bangkok. 26–30 March 2007. URL: http://artnet.unescap.org/tid/artnet/mtg/cb3_d2s3dea.pdf (дата обращения: 26.03.2019 г.).
4. Мякушкина О. В., Шендалев А. Н. Оценка достаточности транспортно-складской инфраструктуры // *Логистика сегодня*. – 2014. – №10. – С. 172-180.
5. Лукинский В.С., Павлова Е.В. Анализ развития логистической инфраструктуры Санкт-Петербурга // *Перспективы развития логистики и управления цепями поставок: сб. науч.тр. VII Международной научной конференции (18 апреля 2017 г.)* [Текст]: в 2 частях/ науч. ред. В.И. Сергеев; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. «Эс-Си-Эм Консалтинг», 2017. – С. 86–99.

6. Герами В.Д. Роль логистики в развитии транспортного комплекса РФ: в разрезе корректировки транспортной стратегии РФ на период до 2030 года / В.Д. Герами, В.И. Сергеев, А.И. Федоренко // *Логистика и управление цепями поставок*. – 2012. — № 6 (53). – С. 7-25.

7. Попов П.В. Оценка взаимосвязи показателей транспортно-логистической инфраструктуры и социально-экономического развития региона // *Транспорт: наука, техника, управление*. . — 2018. . — № 8. . — С. 3-6.

8. Попов П.В. Оценка влияния логистической инфраструктуры на социально-экономические показатели Астраханской области // *Логистика*. — 2019. — № 1 (146). — С. 46-50.

9. Raimbekov Zh., Syzdykbayeva B., Baimbetova A., & Rakhmetulina Zh. Evaluating the impact of logistics infrastructure on the functioning and development of regional economy / *Economic Annals-XXI* (2016), 160(7-8), 100-104.

10. Rubén Sainz , Jose Baños , Susana Val & Samir Jose Kattour (2013): The economic impact of logistics infrastructure: the case of PLAZA – the Zaragoza Logistics Platform, *Transportation Planning and Technology*, Volume 36, p 299-318. DOI:10.1080/03081060.2013.798480.

Сведения об авторе:

Попов Павел Владимирович, научный сотрудник Волжского филиала Волгоградского государственного университета

Россия, Волгоградская область, Волжский, улица 40 лет Победы, 11.

E-mail: donpascha@yandex.ru.

ЗАРУБЕЖНЫЕ ИННОВАЦИИ В СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКЕ

Кандидат техн. наук **Тиверовский В.И.**

(Всероссийский институт научной и технической информации. ВИНТИ РАН)

OVERSEAS INNOVATIONS IN WAREHOUSING LOGISTICS

Tiverovsky V.I., Ph.D. (Tech.)

(All-Russian Institute for Scientific and Technical Information. VINITI RAS)

Складская логистика. Инновации. Выставки. Цифровизация. АСУ. Автоматизация. Колаборативные роботы. Подъемно-транспортное оборудование.

Warehousing logistics. Innovations. Exhibitions. Digitalization. Automatic control systems. Automation. Collaborative robots. Hoisting and handling equipment.

Представлены зарубежные инновации в складской логистике в свете реализации концепции 4-й промышленной революции. Большое внимание уделено цифровизации, автоматизации и роботизации в складской логистике. Приведены примеры инноваций, которые экспонировались на международных выставках 2019 г.

An overview is given of the overseas innovations in warehousing logistics in light of implementing the concept of the 4th industrial revolution. The article focuses on digitalization, automatic control and robotization in warehousing logistics. Examples of innovations are discussed, which were displayed at the international exhibitions in 2019.

Реализация концепции 4-й промышленной революции, основой которой являются цифровое производство, цифровой транспорт и цифровая логистика значительно активизировала инновационные процессы во внутренней логистике. Достаточно в качестве примера привести состоявшуюся в феврале 2019 г. в Германии международную специализированную выставку внутренней логистики LogiMAT 2019, в которой приняли участие более 1600 фирм-экспонентов из разных стран мира. На выставке были широко представлены инновации в области складов, систем материальных потоков, транспортных систем, роботов, новых видов подъемно-транспортного оборудования и новейших логистических технологий. Значительное число экспонатов было посвящено напольным транспортным средствам без водителей (FTS, FTF), колаборативным роботам (Kobot), складским системам с челночными тележками (Shuttle), искусственному интеллекту (IT) и др. Выставка в целом прошла под девизом 4-й промышленной революции (Industrie 4.0) и концепции развития логистики (Logistic 4.0) [1].

Интернет (IoT) и цифровые трансформации оказывают на логистику огромное влияние. Это наглядно показала научно-практическая конференция Livework 18, организованная Домом системного программирования PTS в Бостоне (США). Компания с общей численностью персонала более 6500 человек в начале 2019 г. открыла в Бостоне (США) новый деловой центр, где и была организована конференция. В центре внимания конференции умное производство, аналитические программные продукты, трехмерное печатание и др. современные технологии, которые соединяют виртуальную и физическую реальность. В докладах и сообщениях были широко представлены современные возможности цифровизации производства и логистики, что обеспечивает новый уровень инновационного развития, повышения конкурентоспособности и эффективности производства в целом.

Нельзя не отметить опыт фирмы Ehrhardt + Partner GmbH & Co. KG (Германия), которая впервые в мире создала уникальную электронную платформу для проектирования объектов складской логистики с использованием возможностей виртуальной реальности (VR). Построено и оборудовано специальное помещение, в котором за рабочим столом могут разместиться 12 специалистов-экспертов. Разработанное программное обеспечение позволяет в трехмерном исполнении моделировать различные варианты складов, логистических центров и других объектов логистики (3D). Использование специальных очков виртуальной реальности (VR) не требуется. Весь проект помещается в виртуальную среду и снабжается необходимым звуковым сопровождением. Специальные серверы в режиме online обрабатывают всю необходимую информацию. Предусмотрена возможность документирования [2].

За рубежом строится значительное число современных складов, логистических центров, терминалов и других объектов логистики. В качестве примера интересно привести строительство в Германии вблизи г. Ганновера за счет средств федерального бюджета мультимодального перегрузочного центра (Megahub) для погрузочно-разгрузочных и перегрузочных работ с контейнерами, трейлерами и сменными кузовами. Стоимость строительства - 170 млн евро. Первая очередь центра производительностью 268 тыс. грузовых единиц должна быть введена в эксплуатацию в конце 2019 г. В центре, представляющем собой современный мультимодальный терминал, будет шесть железнодорожных путей полезной длиной по 700 м, три мостовых крана-перегрузателя (на полное развитие - 6 кранов-перегрузателей). Предусмотрено два автомобильных проезда для погрузочно-разгрузочных работ и три подъезда для безрельсовых транспортных средств, работающих без водителей (FTF, AGV). Эксплуатировать новый мультимодальный центр будет фирма DUSS, дочерняя фирма компании DB Netze, входящей в состав

федеральных железных дорог страны (Deutsche Bahn AG). Завершение проекта в полном объеме намечено на 3 квартал 2020 г.

Рассмотрим далее ряд последних проектов строительства новых складов и логистических центров.

Склады и логистические центры

Компания Sport Oka в августе 2018 г. приняла в эксплуатацию новый логистический центр с автоматическим складом для спортивной обуви 200 престижных марок. Склад запроектирован и построен фирмой Hörmann Logistics (Германия) на основе оригинальной концепции строительства автоматических складов для мелких штучных грузов AutoStore. Первая очередь склада имеет вместимость 26500 носителей, которые складируются в 16 уровнях. Транспортно-складские работы выполняют 22 транспортных робота, производительность - 400 операций/ч. Склад AutoStore представляет собой растровую алюминиевую систему размерами 18,4х36,9х5,4 м с возможностью складирования 16 носителей по высоте. Транспортные роботы со встроенной аккумуляторной батареей перемещаются по рельсовым путям (Grid). Транспортный робот грузоподъемностью 30 кг и общей массой 35 кг имеет размеры 649х449х330 мм. Нагрузка робота контролируется автоматически бортовым сенсором. Роботы могут двигаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Скорость движения - 3,1 м/с. Связь с устройствами управления роботами - через локальную беспроводную сеть WLAN. Во вторую очередь вместимость склада составит 55 тыс. носителей. Число роботов увеличится до 44. Комплектование заказов производится в подвальной этаж, соединенном вертикальными подъемниками с этажом складирования.

Очень интересный проект реализует в Дубаи международная компания DP World совместно с группой SMS group. Здесь впервые в мире строят высокостеллажный склад контейнеров с высотой стеллажей 50 м. Склад будет построен к открытию всемирной выставки Messe Expo 2020 на терминале № 4 в порту Jebel Ali. Это принципиально новый подход к технологии работы в морских портах. Строительство складов контейнеров в крупных морских портах на 200% улучшит использование площадей в портах и на 30% ускорит погрузочно-разгрузочные работы с мега-крупными судами-контейнеровозами. По мнению специалистов SMS group опыт строительства контейнерных высокостеллажных складов будет полезен для различных отраслей производства например, для черной металлургии.

Автоматизация производства на предприятии Stahlo Stahlservice (Германия) построена на основе автоматизированного склада рулонов стального и алюминиевого листа. На складе установлено 12 мостовых кранов поставки фирмы Demag Cranes & Components (также Германия). Для транспортно-складских работ с рулонами стального листа массой до 40 т и алюминиевого листа массой до 30 т установлены два процессных крана грузоподъемностью по 48 т при ширине колеи 41,1 м и длине подкрановых путей 126 м. Для захвата рулонов стального листа краны используют электромагнитные траверсы, что позволило уменьшить расстояние между рулонами с 800 мм до 400 мм и таким образом значительно улучшить использование складской площади. Для работы с рулонами алюминиевого листа используют грейферные захваты. На складе работает автомати-

зированная система управления, которая взаимодействует с компьютерной системой планирования и управления материальными ресурсами (ERP).

На упомянутой выставке фирма Wanzl Logistics + Industrie представила свою концепцию Dynamic Material Handling, на основе которой фирма предлагает широкий спектр услуг по принципу "все из одних рук". Номенклатура услуг включает консалтинг, проектирование и внедрение автоматизации и роботизации складов с учетом индивидуальных особенностей заказчика. Большой интерес представляет предложение о внедрении системы комплектования заказов на складах по принципу "груз к человеку" с использованием мобильных роботов MiR Mobile Industrial Robots. Это значительно снижает трудоемкость комплектования заказов при одновременно строгом соблюдении требований эргономики.

Фирма Swisslog Logistics Automation (Швейцария) представила на международной выставке одно из возможных направлений дальнейшей автоматизации в сфере складской логистики на основе широкого использования возможностей роботизации. На основе программной платформы SynQ объединяются в единую цепь роботы, роботизированные устройства и др. компоненты складской логистики. Дальнейшее совершенствование технологии комплектования заказов возможно на основе представленной на выставке роботизированной системы ItemPiQ [3].

Фирма Kasto (Германия) экспонировала на логистической выставке автоматизированные склады башенного типа Unitower в двух версиях: для складирования длинномерных грузов и для складирования грузов на поддонах, в кассетах и др. носителях. Гибкая система регулирования высоты стеллажей обеспечивает широкие возможности использования складов для складирования самых разнообразных грузов. Транспортно-складские работы выполняет автоматизированный кран-штабелер, работающий на основе энергосберегающей технологии. Склады типа Unitower могут встраиваться в различные производственные системы с разной степенью автоматизации [4].

Эта же специализированная фирма Kasto предлагает автоматизированные склады башенного типа Ecostore для компактного складирования длинномерных грузов длиной до 6,5 м. Склады могут быть высотой от 3 м до 8 м. Складирование предусмотрено в кассетах. Масса кассет не должна превышать 3 т. В таких кассетах можно складировать стальные профили, трубы, сортовой прокат и др. На предлагаемых складах возможно также складирование на плоских поддонах грузов в таре (коробках, ящиках и др.). Доступ к складам башенного типа по желанию заказчика возможен одно- и двухсторонним [5].

Глобальный игрок и системный интегратор в сфере внутренней логистики фирма SSI Schäfer (Германия) представила на международной выставке логистики LogiMAT 2019 экспозицию площадью 400 кв. м. Центральное место - челночная тележка типа SSI Flexi в специальном исполнении для автоматических складов-холодильников, а также созданная совместно фирмой DS Automation транспортная система (FTS) с тележками без водителей типа Sally грузоподъемностью 100 кг. Большой интерес посетителей вызвала созданная совместно с фирмой FPT, специализирующей в области роботизации, высокопроизводительная роботизирован-

ная система Piece-Picking для комплектования заказов на складах [6].

На крупном предприятии по производству прохладительных напитков и минеральной воды фирмы Fläming Quellen GmbH (Германия) готовая продукция отправляется в потребительской таре объемом 0,25-1,5 л на поддонах трех типов: европейских размерами в плане 800x1200 мм, Дюссельдорфских 400x600 мм и промышленных 1000x1200 мм. В связи с ростом объемов производства машиностроительной фирме BMS Maschinenfabrik GmbH (также Германия) было поручено создание и поставка пакетирующей установки портального типа. Фирмой поставлена пакетирующая система типа Unipal 106 L B-111 в комплекте с транспортной системой Unitrans, магазином поддонов, устройствами контроля качества, тележками и транспортным устройством типа Unitrans G для перемещения упаковок. Для работы с мягкими упаковками установлен порталый робот. Все грузовые единицы на поддонах этикируются, упаковываются в синтетическую пленку и транспортируются на высокостеллажный склад готовой продукции. Электрический привод типа SEW-Eurodrive обеспечивает экономию до 50% электрической энергии. Важная особенность пакетирующей системы состоит в ее гибкости, что позволяет работать тремя линиями, причем одновременно в системе можно работать с двумя видами потребительской тары и разными схемами пакетирования и формирования грузовых единиц на поддонах.

Фирмы Artschwager + Kohl, Heitec и PSI Technics (все - Германия) представили на международной выставке LogiMAT 2019 совместную экспозицию на основе концепции развития складов и других объектов логистики, в которой предлагают широкий спектр услуг по модернизации, автоматизации и информатизации. Фирмы располагают большим опытом разработки программных продуктов, внедрения устройств программного управления, применения АСУ и др. Возможности фирм включают современные транспортные системы, напольный тележечный транспорт и др. системы и устройства [7].

АСУ и программное обеспечение

Эффективность складской логистики независимо от степени автоматизации требует объединения всех компонентов логистики в единую систему управления. Фирма AMI Förder- und Lagertechnik разработала на модульной основе программное обеспечение, которое объединяет в единую цепь все действующие подсистемы, модули и компоненты логистической системы с ручным и автоматизированным управлением независимо от их конфигурации.

Разработанная фирмой Unitechnik (Германия) автоматизированная система управления Uniware соединяет в единую цепь все виды подъемно-транспортного и складского оборудования, а также автономные системы, например, транспортные системы с напольными тележками без водителей (FTS). Обмен данными всех компонентов и подсистем происходит в реальном времени через OPC-UA и XML, что позволяет эффективно организовать работу склада.

Компания Savoe (Франция) разработала автоматизированную систему Intelis PTS, которая управляет отбором грузов и комплектованием заказов при различном оборудовании склада (челночные тележки, лифтовые

подъемники, разные типы стеллажей и др.). Две важные особенности системы: обеспечивает совместную работу операторов и роботов (Goods-to-Person, Goods-to-Robots) и позволяет при необходимости исключать из процесса отдельные межстеллажные проезды для производства работ по техническому содержанию и ремонту. Система Intelis PTS может работать с производительностью до 1100 двоянных операций в час [8].

Компания Toshiba Client Solutions Europe для совершенствования складской логистики предлагает технологию расширенной реальности на основе программного обеспечения dynaEdge DE-100 и специальных очков типа AR100 Viewer. Предлагаемая технология позволяет значительно эффективнее организовать процесс складирования грузов и отбора грузов для комплектования заказов по принципу "Бери как видишь" (Pick-by-Vision). В частности, при комплектовании заказов руки оператора свободны и это дает значительный эффект.

Специализированная фирма Topsystem (Германия) предлагает интеллектуальную систему BI-Tool Lydia Warehouse Intelligence (LWI), которая структурирует и анализирует данные о работе системы комплектования заказов по командам голосом Lydia Voice. Система LWI также контролирует передачу данных через WLAN, информирует о состоянии подъемно-транспортного оборудования с целью предупреждения о возможных неисправностях, передает аварийный сигнал в случае нарушения нормального процесса работы склада и выполняет ряд других функций.

Фирма I.D. Systems (Германия) представила на выставке LogiMAT 2019 автоматизированную систему управления парком напольных транспортных средств Powerfleet - by I.D. Systems. Автоматизированная система управления возможна в трех версиях: Powerfleet Essence, Powerfleet Expert, Powerfleet Enterprise. Первая версия Essence используется преимущественно при небольших парках транспортных средств и обеспечивает автоматизацию и контроль на начальных стадиях автоматизации управления [9].

Другую автоматизированную систему управления на выставке впервые представила фирма Elokron GmbH (Германия). Система предназначена для управления парком вилочных погрузчиков других напольных транспортных средств Elofleet4. Система типа "ассистент" реализуется через смартфон, планшет или ноутбук с помощью специального приложения (App). По желанию пользователя возможно использование облака (Cloud). Система контролирует и анализирует показатели работы парка, контролирует доступ водителей к транспортным средствам и выполняет другие функции управления и контроля.

Одно из важных направлений автоматизации в логистике связано с применением радиочастотной технологии идентификации (RFID). Применение этой системы для металлопроката и различных металлических деталей связано с определенными трудностями. Фирма Schreiner Group GmbH & Co. KG (Германия) для решения этой задачи предлагает два новых продукта: (rfid)-Distaferr-Global и (rfid)-Distajer-Global-Longrange. Оба продукта представляют собой транспондеры со встроенной двойной ленточной антенной, что позволяет использовать радиочастотную технологию на основании из металла. На транспондерах обоих типов можно представить информацию о марках, свойствах, типе и др. информацию о металле и изделии. Разница между

двумя продуктами состоит в дальности считывания информации: с первого типа - до 3 м, со второго - до 6 м.

Фирма Advantech Servise-IoT GmbH (Германия), ранее - DLog GmbH, ориентирована на работы в сфере Internet of Things (IoT), связанных с созданием интерфейсов и систем обмена данными между персоналом, машинами, агрегатами и роботами в складской логистике. Одно из новых направлений в этой области - цифровая технология идентификации грузов на основе применения электронных этикеток Electronic Shelf Labels (ESL) с использованием радиосвязи для обмена данными. Новейшие технологии фирма демонстрировала на международной выставке LogiMAT 2019 [10].

По мере совершенствования и широкого применения транспортных систем с напольными тележками без водителей (FTS) возросли требования к системам устройствам обеспечения безопасности движения транспортных средств, сохранности сооружений и безопасности персонала. Фирма Mayser GmbH & Co. KG (Германия) предлагает для систем безопасности ультразвуковые сенсоры типа Safety, сертифицированные согласно международного стандарта ISO 13849-1 по категории 3 PL d. Сенсор сканирует всю обстановку в эллипсоидной зоне с дальностью 2,5 м без мертвой зоны. Фирма также предлагает др. компоненты систем безопасности, например, специально оборудованные буферы для тележек в системах FTS.

На упомянутой ранее выставке внутренней логистики фирма Leuze elektronik GmbH & Co. KG (Германия) представила обширную экспозицию в области обеспечения безопасности при работе транспортных систем с напольными тележками без водителей (FTS), конвейеров непрерывного действия и др. транспортных устройств и систем. Безопасность работы машин и персонала обеспечивает система Smart Prozess Gating на основе световых сенсоров типа MLC. Специально для систем FTS фирма представила сканирующее устройство типа RSL 400Naví, на основе которого можно построить систему обеспечения безопасности на складе или промышленном предприятии [11, 12].

Фирма PSI Logistics GmbH (Германия) предлагает новую версию автоматизированных систем управления в логистике PSIWms и PSIGlobal. В оба программных продукта включены возможности использования искусственного интеллекта (KI). АСУ склада PSIWms непосредственно взаимодействует с компьютерной системой планирования и управления материальными ресурсами (ERP). Значительно усовершенствована система визуализации. Система PSIGlobal в новой версии открывает дополнительные возможности оптимизации для экспедиторских фирм [13].

Фирма Klinkhammer разработала аудиовизуальную технологию отбора грузов и комплектования заказов, реализуемую с помощью смартфона с программным приложением (App). Основной принцип - "касание - сканирование - речь". С помощью новой мультимедийной технологии возможно комплектование заказов по прямым командам голосом (Put-by-Voice) с использованием смартфона вместо специального переносного терминала.

Специализированная германская фирма Coglas GmbH завершила разработку нового программного обеспечения Coglas Web WMS для автоматизированных систем управления складами. Программное обеспечение построено на основе новейших IT-технологий

и создает дополнительные удобства пользователю. В программу включен ряд новых модулей, например, управление работой с опасными грузами, комплектование заказов по технологии Multi-Order-Picking и др. Предусмотрены документирование по индивидуальным требованиям, компримирование массивов данных без снижения производительности и др.

Цифровые технологии и системы

Остановимся более подробно на инновациях в области цифровых технологий и систем, которые уже внедрены или были представлены как новейшие на международной выставке LogiMAT 2019.

Значительная часть экспонатов на международной выставке логистики LogiMAT 2019 была посвящена цифровизации производства и внутренней логистики. Например, фирма Leogistics GmbH, глобальный партнер системы SAP, представила цифровую платформу Leogistics Digital Supply Chain, которая объединяет планирование и управление транспортными операциями, совместную работу персонала с роботами и транспортными средствами без водителей (FTS), управление складом и др. вопросы менеджмента производством, транспортом и внутренней логистикой на основе облачной компьютеризации (Cloud System "Slot"), возможностей сети Интернет (IoT) и др. современных технологий и систем [14].

Фирма IPO.Plan GmbH (Германия) в свете цифровизации производства разработала специальный алгоритм Flexcell и на его основе построила пакет программ IPO.Log, который позволяет объединить отдельные ячейки (компоненты) производства, транспорта и логистики в единую цифровую систему. При этом нет необходимости реально объединять производственные ячейки в линию, а их можно объединить с помощью транспортной системы с тележками без водителей (FTS), а обмен данными - с помощью IPO.Log.

Фирма Topsystem Systemhaus GmbH (Германия) разработала вспомогательную интеллектуальную программу Lydia Warehouse Intelligenze (LWI). Программа структурирует и анализирует результаты работы на складе по команде голосом Lydia Voice, работу беспроводной локальной сети обмена данными (WLAN) и др. устройств и систем и представляет их в наглядной графической форме. Программа LWI в определенной мере является первой ступенью технического содержания оборудования с прогнозом его состояния.

Фирма Steute Technologies GmbH & Co. KG (Германия) выполнила работу по цифровизации, соединению в цепь и автоматизации производственного процесса, работающего на основе тянущей технологии Kanban. Логистическое обеспечение производства выполняется в автоматическом режиме на основе требований, которые передаются по радио и поступают непосредственно в устройство управления стеллажами с деталями. Далее нужные детали автоматической транспортной системой транспортируются в производство. Т.о. создана новая электронная система E-Kanban. Программное обеспечение легко адаптируется к местным условиям.

Фирма Panasonic Computer Product Solutions (Германия) представила на международной выставке LogiMAT 2019 широкий выбор технических средств для цифровизации и информатизации производства и логистики. Экспонированные ноутбуки, планшеты, ручные терминалы, сканирующие устройства и др. тех-

нические средства в промышленном исполнении, с защитой от пыли, влаги, солнечных лучей и отрицательных температур среды. В зависимости от условий работы возможен выбор одного из трех уровней защиты устройств.

Цифровизация, искусственный интеллект (KI), большие массивы данных (Big Data) создают новые условия для соединения в цепь всех агрегатов и устройств в производстве и складской логистике и создании на этой основе гибкого и оптимального логистического процесса. Фирма Sysmat GmbH (Германия) в дополнение к автоматизированным системам материальных потоков разработала программное обеспечение matCONTROL graphics, которое в удобной графической форме представляет работу системы материальных потоков, что способствует дальнейшей оптимизации системы и всей логистики в целом [15].

Группа ICS Group предлагает широкий спектр услуг в области цифровизации в логистике, на транспорте и в производстве в свете реализации концепции 4-й промышленной революции. Автоматизированная система ICS eTLS обеспечивает анализ, управление, оптимизацию и контроль работы транспортных средств. Группа располагает широким выбором программ для автоматизации складов, роботизации в складской логистике, идентификации грузов и др. процессов во внутренней логистике [16].

Оборудование

Инновации в складской логистике непосредственно связаны не только с новыми технологиями, но и с новым подъемно-транспортным и складским оборудованием. Рассмотрим ряд примеров в этой области.

В апреле 2019 г. в Цюрихе (Швейцария) состоялась специализированная выставка логистики Logistics & Distribution. На выставке швейцарская фирма Stöcklin Logistik AG представила в номинации "Home of Intralogistics" напольное транспортное средство типа Eagle-ANT, работающее без водителя. Транспортное средство предназначено для перемещения грузов в горизонтальном направлении и работает со свободной системой навигации, воспринимающей обстановку склада или предприятия. Все транспортные заказы обрабатываются компьютером системы напольных транспортных средств без водителей (FTS), взаимодействующим с управляющим компьютером склада. Для перемещения грузов с возможностью их подъема была экспонирована напольная вилочная тележка типа SHR-2000.

Фирма LT Fördertechnik GmbH (Германия), активно работающая в области автоматизации и IT-технологий во внутренней логистике представила на международной выставке LogiMAT 2019 кран-штабелер типа Pegasus для работы на автоматических складах для мелких штучных грузов (AKL). В этой же экспозиции партнерская фирма Porolog Automation GmbH & Co. KG (также Германия) экспонировала напольные тележки, работающие без водителей (FTF). Здесь же фирмой LT были представлены транспортные роботы и роликовые, цепные и ленточные конвейеры в модульном варианте и специальном исполнении.

В числе заметных инноваций на международной выставке внутренней логистики LogiMAT 2019 была представлена транспортная система Torsten с напольными тележками без водителей и индуктивной навигационной системой (FTS), представленная фирмой

Torwegge Intralogistics GmbH (Германия). Эта же фирма экспонировала широкий ассортимент деталей и компонентов для транспортных систем и устройств - роликов, колес и др.

Интересную экспозицию представила на выставке внутренней логистики LogiMAT 2019 фирма Expresso Deutschland GmbH (Германия). Среди экспонатов - транспортная система с напольными тележками типа Lift2move, работающими без водителей, система для подъема и манипулирования грузов с сенсорно-интуитивным приводом Touch2move, тележка для подъема грузов на лестничных маршах (т.н. "лестничный подъемник") и др.

Фирма Vollert Anlagenbau GmbH (Германия) предлагает краны и крановые системы разной грузоподъемности и назначения. Фирма поставляет краны для манипулирования рулонами, бунтами проволоки, длинномерным прокатом, крупногабаритными металлоконструкциями, сыпучими и др. грузами. По индивидуальному заказу фирма поставила мостовые краны для манипулирования рулонами алюминиевого листа температурой 500° C [17].

Фирма Schulte Lagertechnik GmbH (Германия) предлагает широкий выбор стеллажей в модульном исполнении - напольных, консольных, для грузов на поддонах и др. Специальная программа-конфигуратор позволяет в трехмерном изображении скомпоновать стеллажную систему в оптимальном варианте. Программа может быть реализована на персональном компьютере, планшете или ноутбуке. В частности, фирма предлагает стеллажную систему для автоматических складов мелких штучных грузов с челночными тележками (Shuttle).

Значительная часть экспозиции на международной выставке внутренней логистики LogiMAT 2019 была посвящена новым типам поддонов и транспортной тары многоразового использования, изготовленным из синтетических материалов. В экспозиции компании Cabka-IPS была экспонирована крупная транспортная тара на поддоне (GLT) типа Cabcube 2.0 с крышкой типа Deckel XV. В порожнем состоянии носитель складывается и уменьшается в объеме на 80%.

Современные автоматизированные и автоматические склады потребовали новых технических решений в части пожарной безопасности. Группа фирм Wagner Group создала противопожарную систему Oxyreduct, которая понижает содержание кислорода в атмосфере склада до уровня, не поддерживающего горения. В комплект системы Oxyreduct входит система Titanus для быстрого выявления источников возгорания, разработанная фирмой Kosma, Kommunikation Sachsen AG. В таком комплекте система может быть, например, установлена на автоматическом складе для мелких штучных грузов (AKL).

Выводы

1. Концепция 4-й промышленной революции определяет основные инновации в складской логистике: цифровизация, Интернет, большие данные, облачная компьютеризация, автоматизация и роботизация.

2. За рубежом активно строятся современные склады большой вместимости и др. объекты логистики с высокой степенью автоматизации и роботизации (высоко-стеллажный склад контейнеров в Дубаи, мультимодальный перегрузочный центр в Ганновере (Германия) и др. При проектировании используются современные технологии с применением виртуальной реальности.

3. Новое развитие получила автоматизация внутреннего транспорта, автоматизированные системы управления, широко применяются транспортные и колаборативные роботы. Получают применение цифровые цепи и технологии.

4. В последнее время создан целый ряд новых видов подъемно-транспортного оборудования, в частности – напольные транспортные средства, работающие без водителей.

Литература

1. KI hilft beim Kommissionieren //Ind.-Anz.-2019.-141, № 3.-С. 30.
2. Weltweit erstes Virtual-Reality-Cave-System für die Logistik //Maschinenmarkt.-2018.-124, № 26. MM Logistik.-С. S12.
3. Wege zur Automatisierung // Techn. Logist.-2019.-59, № 12.-С. 101.
4. Hoch hinaus mit wenig Energie //Ind.-Anz.-2019.-141, № 3.-С. 39.
5. Flexibles System zur kompakten und platzsparenden Lagerung von Langgut //Maschinenmarkt.-2018, Прил. Produkt-Guide.-С. 107.
6. Erweitertes Spektrum //Techn. Logist.-2019.-59, № 12.-С. 100.
7. Gemeinsame Retrofit-Kompetenz // Techn. Logist.-2019.-59, N 1-2.- С. 108.
8. Autonomer Zugriff auf die Gasse //Ind.-Anz.-2019.-141, № 3.-С. 48.

9. Neuer Markenname und neue System// Techn. Logist.-2019.-59, N 1-2.- С. 69.

10. Fokus auf Internet of Things // Techn. Logist.-2019.-59, N 1-2.- С. 64.

11. Smarte Sensorlösungen // Techn. Logist.-2019.-59, N 1-2.- С. 76.

12. Save navigation in automated guided solutions //ETMM: Eur. Tool and Mould Mak.-2019.-21, № 4.-С. 24.

13. Neue Release für IT-System// Techn. Logist.-2019.-59, N 1-2.- С. 112.

14. Digitalisierung in der Praxis // Techn. Logist.-2019.-59, N 1-2.- С. 9.

15. Smarte Vernetzung // Techn. Logist.-2019.-59, N 1-2.- С. 114.

16. Effiziente Prozesse // Techn. Logist.-2019.-59, N 1-2.- С. 110.

17. Spezialist für Kransysteme // Techn. Logist.-2019.-59, N 1-2.- С. 89.

Сведения об авторе:

Тиверовский ВладимирIZEкильевич, старший научный сотрудник в Отделе научной информации по транспорту ВИНТИ РАН.

Телефон 499-152-56-33.

E-Mail: logistic@viniti.ru.

Адрес: Москва, ул. Усиевича, 20.

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ПОДВЕСОК ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Кандидат техн. наук, профессор **Катаргин В.Н.**,
аспирант **Руденко П.Г.**,
кандидат техн. наук **Терских В.М.**,
студентка **Самокрутова У.Н.**
(Сибирский Федеральный Университет).

MANAGEMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF MOTOR CAR AIR SUSPENSIONS

Katargin V.N., Ph.D. (Tech.), Professor,
Rudenko P.G., Post-Graduate Student,
Terskih V.M., Ph.D. (Tech.),
Samokrutova U.N., Student
(Siberian Federal University)

Адсорбирующий фильтр, блок клапанов, пневматический компрессор, зимняя эксплуатация, выпадение влаги, пневматическая стойка, резинокордная оболочка, вода, влага, конденсат, воздух, водяной пар, влажность, насыщение.

Adsorbing filter, valve block, pneumatic compressor, winter operation, moisture loss, pneumatic rack, lightly, water, moisture, condensate, air, water vapor, humidity, saturation.

Исследуется процесс образования влаги в системе пневмоподвески легковых автомобилей в суровых климатических условиях эксплуатации при различных режимах. Для расчета количества сконденсированной влаги в системе пневмоподвески, потребовался анализ структуры отказов пневмоподвески по компонентам, а также математический расчет количества выпавшей влаги. Предложен метод теоретического расчета количества выпавшей влаги в системе пневмоподвески. Приведенные математические зависимости позволяют теоретически определить количество выпавшей влаги в системе.

This article discusses the process of formation of moisture in the air suspension system in harsh climatic conditions of operation under various conditions. To calculate the amount of condensed moisture in the air suspension system, it was necessary to analyze the structure of air suspension failure by component, as well as a mathematical calculation of the amount of moisture that had fallen out. A method for carrying out a theoretical calculation of the amount of precipitated moisture in the air suspension system is given. The given mathematical dependences allow theoretically determining the amount of moisture deposited in the system.

Введение

Известно, что все пневматические системы автомобилей, тормозная система или пневматическая подвеска, подвержены огромному влиянию от образования сконденсированной влаги в системе и низких температур. Это проявляется большим количеством отказов пневмосистемы, как частично, так и полностью. Следовательно, некоторые виды отказов классифицируются как опасные с возможным получением травм и гибелью людей.

В настоящее время нет четкого регламента по устранению данного вида отказов. Сервисные центры (СЦ) для устранения данных отказов используют осушку компрессорной части, что полностью не позволяет удалить влагу из системы, либо её замену [1].

Эволюция конструкции пневматической подвески

Современные автомобили становятся более технологичными. Это не удивительно, ведь производители автомобилей не хотят терять свою долю на рынке, наоборот, стараются её нарастить. Почти у каждого крупного производителя, в модельном ряду есть автомобили, оборудованные пневматической подвеской. Произво-

дитель автомобилей в целях сегментации рынка по группам потребителей комплектует пневматической подвеской автомобили только премиум класса. Это обусловлено тем, что стоимость компонентов пневматической подвески велика и установка в автомобили более низкого класса нецелесообразна. В целях снижения себестоимости автомобилей производители ищут более дешевые комплектующие детали для пневматической подвески.

Конструктивно, пневматическая подвеска с момента появления изготавливалась в трех вариантах (рис. 1).



Рис 1. Виды пневматической подвески
разных конструктивных вариаций

Упоминание о варианте одноконтурной подвески впервые произошло в 1888 г. компанией Dunlop. Первый

коммерческий образец варианта одноконтурной пневматической подвески был представлен в автомобиле Коцеу в 1909 г. В настоящее время одноконтурная подвеска чаще всего используется на седельных тягачах.

Первый коммерческий образец двухконтурной подвески (регулировка на две оси) был представлен на легковом автомобиле Citroen DS в 1955 г. Данный тип подвески стал прототипом для современной четырехконтурной подвески [2].

Конструктивные особенности пневматической подвески трех поколений

Рассмотрим эволюцию современных четырехконтурных конструкций систем пневмоподвесок на примере концерна VAG. В настоящее время на рынке представлено три варианта пневмосистем. Первый и второй вариант конструктивно схожи, имеются незначительные отличия (рис.2).

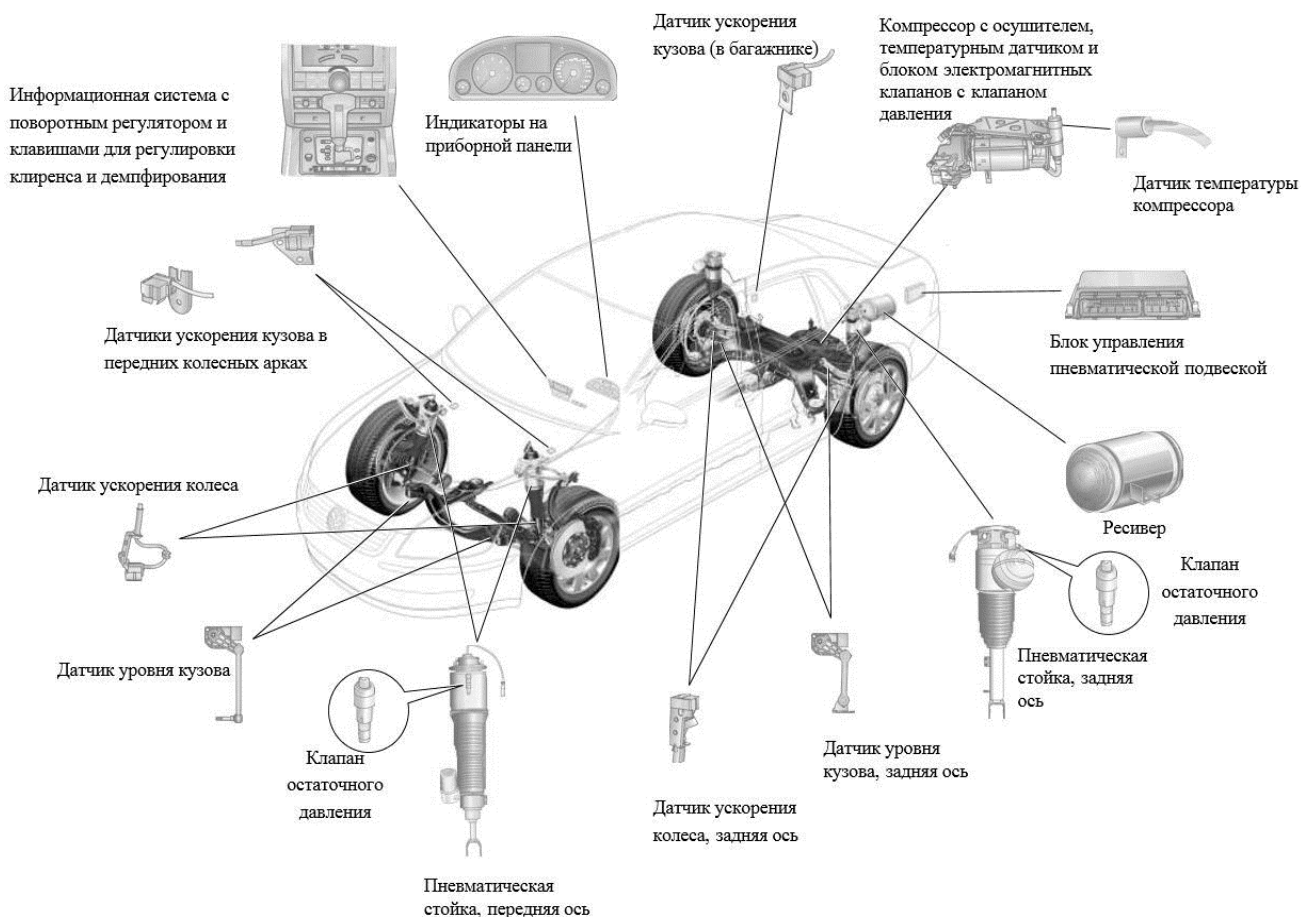


Рис. 2. Система пневмоподвески открытого типа.

Первое поколение пневмоподвески впервые представлено бизнес-седаном VW Phaeton, второе VW Touareg до 2010 г. Первые два поколения позиционировали себя как подвески открытого типа, т.е. почти все операции, связанные с регулировкой дорожного просвета, проводились исключительно за счет работы пневмокомпрессора.

Ввиду особенности конструкции пневматических стоек первого поколения автомобиля VW Phaeton, для улучшения демпфирования (и максимально возможного изменения диапазона жесткости) стойки были оснащены дополнительными пневмо-аккумуляторами. Во втором поколении подвески автомобиля VW Touareg для увеличения надежности системы, решили отойти от данной концепции, увеличив размер пневматических стоек и дополнительно увеличив объем ресивера. Емкость ресивера первого поколения VW Phaeton составляла 5 л (второе поколение - увеличение до 10 л), объем аккумуляторов передних стоек 0,4 л, задних - 1,2 л, а их общий объем - 6,6 л (второе поколение объем стоек без

пневмо-аккумуляторов равен объему первого). Максимальное рабочее давление в системе составляло до 16 бар, среднее рабочее 10-12 бар. Давление в пневмостойках варьируется от режима эксплуатации в пределах от 4 до 8 бар.

Как упоминалось ранее, первых два поколения пневмоподвески являются открытого типа. Регулировка дорожного просвета производится только за счет работы пневматического компрессора (не учитывая регулировку в движении). При движении регулировка происходит за счет разности давлений ресивера и пневмостоек. В данном случае ресивер служит для изменения просвета при движении, т.к. необходима большая производительность, которую не может обеспечить компрессор.

В 2011 г., производитель пересматривает концепцию пневмоподвески, в сторону экологичности и энергоэффективности и представляет более высокотехнологичную версию 3 поколения пневматической подвески (рис.3).

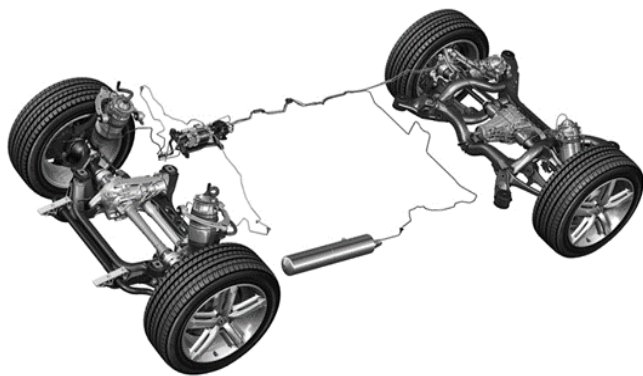


Рис. 3. Третье поколение пневматической подвески VW Touareg после 2011г.

Концепция данной системы пневмоподвески была полностью переработана. Изменения коснулись алгоритма работы и конструкции пневмоподвески. Пневмоподвеска выполнена по замкнутой схеме т.е. система имеет закрытый контур, не требующий подкачки воздуха из атмосферы (при условии полной герметичности), но всё же такая возможность, в случае утечки, предусмотрена.

В качестве рабочего материала используется инертный газ азот (против атмосферного воздуха во 2-м по-

колении). С завода ресивер пневмоподвески заполняется до 13-14 бар, а пневматические стойки до 6 бар. Регулирование дорожного просвета происходит путем перекачивания (с помощью компрессора) газа из ресивера в пневматические стойки и соответственного обратно. Изменение алгоритма работы позволило уменьшить габариты и мощности компрессора (уменьшение фильтра-адсорбера, снижение электрической мощности). Конструкция компрессора полностью отличается от прошлого поколения. Уменьшение также коснулось общего объема системы, объем ресивера составляет 6,2 л, против 10 л (по сравнению с прошлым поколением) [3].

Объект исследования

Для изучения процесса образования влаги в суровых климатических условиях, в системе пневмоподвески, был выбрана конструкция серийного автомобиля VW Touareg, оборудованного пневмоподвеской 3-го поколения.

Для дальнейшего анализа необходимо представить структуру в виде графиков системы 2-го и 3-го поколений пневмоподвески в трех режимах эксплуатации (минимальный, средний и максимальный клиренс) (рис.4).

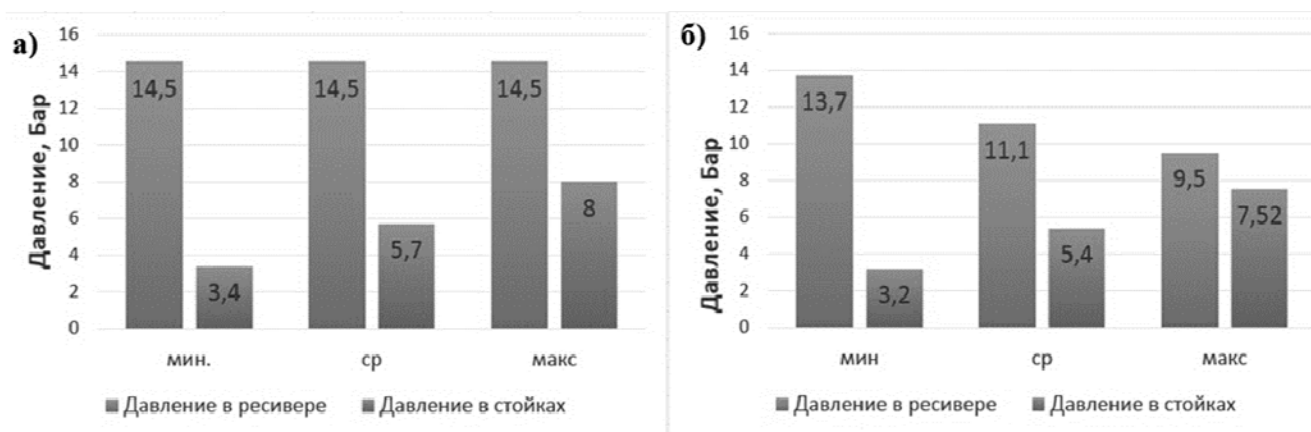


Рис. 4. Рабочее давление пневматических систем: а – пневматическая подвеска 2-го поколения; б - пневматическая подвеска 3-го поколения.

Графики показывают, что при изменении клиренса, давление в ресивере двух поколений пневмосистемы различаются. Второе поколение пневмоподвески производит регулировку дорожного просвета с помощью компрессора и избыточного давления в ресивере. Следовательно, давление в ресивере остается неизменным. В третьем поколении пневмосистемы давление в системе меняется, за счет перекачивания воздуха из ресивера в пневматические стойки. Данные на графике показывают, что в системе 3-го поколения при максимальном

клиренсе давление в ресивере становится почти равным давлению в системе, а порой бывает и ниже. Регулировка клиренса производится с помощью компрессора в обе стороны, что позволяет делать разницу давлений максимально возможной.

Рассмотрим пример эксплуатации автомобиля, оборудованного пневматической подвеской третьего поколения, в суровых климатических условиях. Средняя годовая температура составляет примерно 1,2 °C (рис.5).

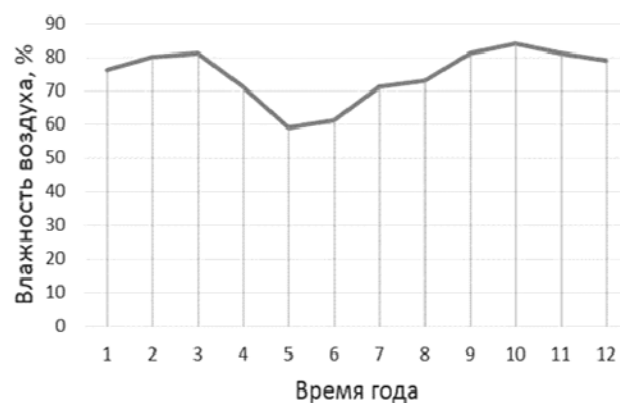
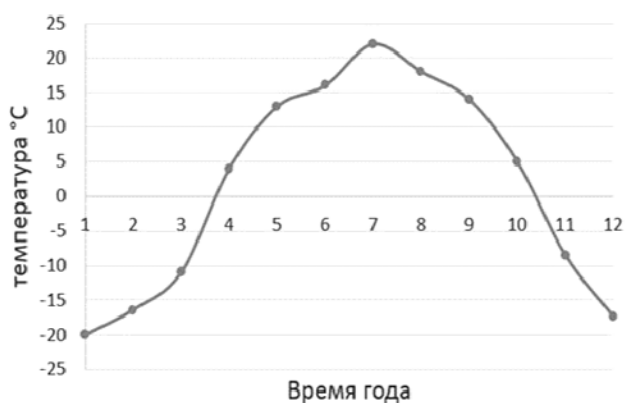


Рис. 5. Температурный график и график относительной влажности по времени года

Как видно из графика, самым неблагоприятным временем для эксплуатации пневмоподвески является зимний период времени с ноября по конец февраля. На данном графике не учтены температурные пиковые значения (снижение до -40°C). Пик обращений, связанных с отказом пневмоподвески, приходится на конец ноября начало декабря [4].

Переход на систему закрытого типа (пневмоподвеска 3-го поколения), позволило сделать пневматическую систему более компактной (за счет уменьшения размера компонентов), что привело к снижению рабочего давления в пневмосистеме. Все эти изменения позволили добиться высокой энергоэффективности и снижения уровня шума от работы пневмосистемы. Несмотря на эти преимущества системы 3-го поколения, пневматическая подвеска стала более уязвима по отношению к наличию влаги в системе. Как показывает анализ данных, то общая статистика отказов распределилась следующим образом (рис. 6).

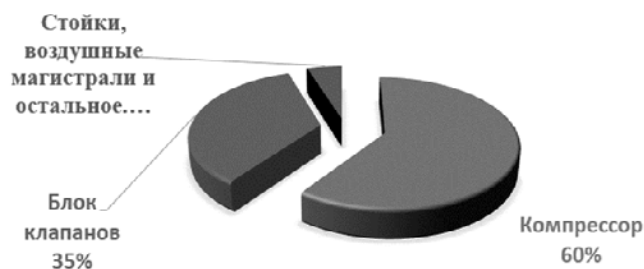


Рис. 6. Доля неисправностей основных элементов системы пневмоподвески

Большинство отказов приходится на такие компоненты как блок клапанов и компрессор. Обводнение компонентов системы и как следствие их обмерзание вызывает два вида отказов: электрические и механические.

Основная доля неисправностей приходится на механическую часть, т.к. она собрана с высоким качеством точности. Больше всех подвержены влиянию влаги клапаны (блока клапанов и компрессора). Выявлена закономерность, что обводнение и обмерзание клапанов сопровождается повышенным износом трущихся частей ЦПГ, что приводит к ускоренному износу и более раннему отказу компонентов пневмосистемы.

В настоящее время используют два способа устранения или снижения вероятности проявления данных отказов: замена компрессорной части или проведение

профилактических работ, связанных с частичным удалением влаги из системы (осушка компрессорной части горячим воздухом или добавление различных реагентов: спирт и др.) [5].

Теоретический расчет количества выпавшей влаги

Для выбора методов и средств снижения влияния влаги на работу пневмосистемы, необходимо определить количество влаги, выпавшей в процессе эксплуатации.

Объем влажного воздуха, прошедшего через компрессор, за время t работы можно определить выражением, л:

$$V_{\text{вв}} = V_{\text{к}} \cdot t_{\text{к}}, \quad (1)$$

где $V_{\text{к}}$ – производительность компрессора, л/ч;

$t_{\text{к}}$ – время работы компрессора.

В составе влажного воздуха как сухой воздух, так и пар занимают тот же объем, что и вся паровоздушная смесь. Согласно закону Дальтона для газовых смесей [6]:

$$V_{\text{с}} = V_{\text{н}} = V_{\text{вв}}, \quad (2)$$

где $V_{\text{с}}$ – объем сухого воздуха;

$V_{\text{н}}$ – объем пара;

$V_{\text{вв}}$ – объем влажного воздуха.

Масса сухого воздуха (объема $V_{\text{с}}$) определится:

$$M_{\text{с}} = V_{\text{с}} \cdot \rho_{\text{с}}, \quad (3)$$

где $\rho_{\text{с}}$ – плотность сухого воздуха.

Масса пара этого же объема будет равна:

$$M_{\text{н}} = V_{\text{с}} \cdot \rho_{\text{н}}, \quad (4)$$

где $\rho_{\text{н}}$ – плотность пара.

При усредненном давлении и относительной влажности засасываемого воздуха, количество сконденсированной влаги будет зависеть от температуры и давления в системе. Установлено, что при длительной эксплуатации пневмоподвески, температура в системе практически равна (чуть выше) температуре окружающей среды. Охлаждение влажного воздуха, до температуры окружающей среды, происходит на участке компрессор-блок клапанов-ресивер. Это приводит к насыщению воздуха парами воды и последующей конденсации водяных паров [7].

Для определения количества выделенной влаги в системе, необходимо знать величины значений: $\mu_{вв}$ – относительная влажность всасываемого воздуха; $t_{вв}$ – температура всасываемого воздуха; P_c – среднее давление в пневмосистеме; $t_{вс}$ – температура в пневмосистеме; $V_{вв}$ – объем влажного воздуха, всасываемого в систему за время работы.

Влагосодержание всасываемого влажного воздуха $D_{вв}$ определяется через выражение [8]:

$$D_{вв} = 622 + \frac{\mu_{вв} \cdot P_n}{P_{вв} - \mu_{вв} \cdot P_k} \text{ г/кг}, \quad (5)$$

где $\mu_{вв}$ – относительная влажность всасываемого воздуха;

P_n – парциальное давление насыщенного пара;

$P_{вв}$ – давление влажного воздуха.

Парциальное давление насыщенного пара P_n определяют по таблице водяного пара. Для определения P_k и некоторых свойств воздуха и пара можно воспользоваться табл. 1 [9].

Влагосодержание насыщенного сжатого воздуха в пневмосистеме определяется через разность давлений выражением:

$$d_c = 622 + \frac{P_n}{P_c - P_n}, \quad (6)$$

где d_c – влагосодержание насыщенного сжатого воздуха;

P_n – парциальное давление насыщенного пара;

P_c – среднее давление в системе.

Количество выпавшей влаги на 1 кг сухого воздуха определяется разностью влагосодержаний, г/кг:

$$d = D_{вв} - d_c, \quad (7)$$

где d – количество выпавшей влаги на 1 кг сухого воздуха.

Таблица 1

Свойства воздуха и насыщенного водяного пара в зависимости от температуры при давлении $P = 760$ мм рт. ст.

Температура, T_c	Плотность, 1 м^3 сухого воздуха кг/м^3	Упругость водяного пара		Содержание водяных паров во влажном воздухе (плотность)		Влаго-содержание 1 кг сухого воздуха, d_g г/м^2
		Кг/см^2	мм рт.ст.	$\rho_{вв}, \text{г/м}^3$	$\rho, \text{г/кг}$	
-20	1,396	0,0013	0,96	1,1	0,8	0,8
-15	1,368	0,0020	1,46	1,6	1,2	1,2
-10	1,342	0,0029	2,1	2,3	1,7	1,7
-5	1,317	0,0043	3,1	3,4	2,6	2,6
0	1,293	0,0062	4,60	4,9	3,8	3,8
5	1,270	0,0089	6,53	6,8	5,4	5,4
10	1,248	0,0126	9,2	9,4	7,5	7,64

Количество водяных паров оставшихся в одном килограмме воздуха равно d_c г/кг.

Из общего объема всасываемого воздуха, согласно выражения (3) выпадает влаги, г:

$$M_{вл} = d \cdot M_g, \quad (8)$$

где M_g – масса сухого воздуха.

$M_{вл}$ – количество выпавшей влаги из объема всасываемого воздуха.

Ввиду особенности конструкции, при периодическом включении выделенная влага будет перемещаться по системе пневмоподвески, по мере увеличения давления на других участках в большей или меньшей степени.

Методика проведения эксперимента по расчету количества выпавшей влаги

В условиях реальной эксплуатации автомобилей, оборудованных пневматическими подвесками, теоретический расчет количества выпавшей влаги будет не совсем корректен. Большую часть величин, таких как давление в системе, реальная производительность компрессора и т.д., необходимо измерять на реальной пневматической системе. Ввиду эксплуатационных особенностей, часть параметров пневмосистемы не статична. Производительность электрического компрессора меняется за счет изменения напряжения в сети, по мере его нагрева и т.д. Поэтому существует необходимость проведения натурного эксперимента на стенде для проверки пневматической подвески и её компонентов, а также на реальном автомобиле оборудованном пневматической подвеской. Проведение натурного эксперимента будет производиться в два этапа. Первый этап представляет собой работу на стенде, построенном полностью на компонентах реальной пневматической системы. Для получения более достоверных результатов, произведена установка датчиков: влажности, температуры, давления и расходомера в самые уязвимые места пневмосистемы (участок ресивер - компрессор, компрессор - блок клапанов, блок клапанов – пневматическая стойка, а также клапан сброса воздуха). Установка датчиков в эти места, полностью обоснованы статистикой отказов пневмосистемы, предоставленной дилерским центром. Данные датчики позволяют следить за происходящими процессами в системе пневмоподвески во время её эксплуатации в различных климатических условиях. После получения результатов на стенде, возможно проведение второго этапа в реальных (рядовых) условиях эксплуатации. С реального автомобиля будут сняты те же параметры и сопоставлены с теоретическим расчетом, а также с результатами со стенда [10].

Выводы

Развитие систем пневмоподвески происходит низкими темпами. Значительных изменений компонентов в составе пневмоподвески, с момента появления первого поколения пневматической подвески, не произошло. Развитие происходит в рамках вариации алгоритмов работы пневмосистем. Приведенные математические зависимости позволяют определять количество скопированной влаги за время эксплуатации и определить комплекс методов и работ по устранению влияния конденсата на систему пневмоподвески. Часть величин, необходимых для определения количества выпавшей влаги, необходимо определить экспериментально в различных условиях эксплуатации.

Литература

1. Ушанов, В.А. Сопротивление машин старению / В.А. Ушанов. — Красноярск: Краснояр. гос. аграрн. ун-т, 2018. — 344с.
2. История создания пневмоподвески [Электронный ресурс] /. — Электрон. журн. — 2016. — Режим доступа: <http://pnevmopodveska24.ru/blog/istoriya-pnevmopodvesok/istoriya-sozdaniya-pnevmopodveski-chast-1-/>, дата обращения 13.01.2019.
3. Touareg 2011 Ходовая часть и система полного привода. Устройство и работа [Электронный ресурс] /. — Электрон. журн. — 2010. — Режим доступа: http://tv-auto.ru/books/71_Touareg_2011_Khodovaia_chast_i_sistema_polnogo_privoda_Ustroistvo_i_rabota_VAG_469.pdf, дата обращения 10.01.2019.
4. Катаргин, В.Н. Проблемы эксплуатации автомобилей премиальных брендов с пневматической подвеской в суровых природно-климатических условиях (на примере г. Красноярск) [Электронный ресурс] / В.Н. Катаргин, С.В. Хмельницкий, П.Г. Руденко. — Электрон. журн. — Транспортные системы Сибири. Развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства. 2016. Ч2 539 - 543с, 2016. — Режим доступа: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/59861>.
5. Катаргин, В.Н. Обзор основных отказов элементов пневматической подвески автомобилей премиум класса [Электронный ресурс] / В.Н. Катаргин, С.В. Хмельницкий, П.Г. Руденко. — Электрон. журн. — Проспект Свободный 2015» - Красноярск: Сибирский федеральный университет — 55 с., 2015. — Режим доступа: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/59861>.
6. Закон Дальтона для смеси газов [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: https://studopedia.ru/2_12314_vodyanoy-par-zakon-daltona.html, дата обращения 17.11.2018.
7. Егоров, Л.А. Автомобильные поршневые компрессоры / Л.А. Егоров. — М.: Машгиз, 1968.
8. Определение параметров влажного воздуха [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/3560104/page:2/>, дата обращения 15.11.2018.

9. Физические свойства влажного воздуха при давлении 760 мм рт. ст. [Электронный ресурс] / — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: https://studopedia.ru/19_34213_dopustimie-velichini-pokazateley-mikroklimate-na-rabochih-mestah-proizvodstvennih-pomeshcheniy.html, дата обращения 24.09.2018.

10. Катаргин, В.Н. Стенд для проверки пневматической подвески легковых автомобилей и ее компонентов [Электронный ресурс] / В.Н. Катаргин, П.Г. Руденко, О.В. Жавнер // Проспект Свободный 2017.

Сведения об авторах:

Катаргин Владимир Николаевич, доцент кафедры «Транспорт», Сибирский федеральный университет, 660074, г. Красноярск, ул. Киренского, д. 26а, тел. 8-963-959-52-25, e-mail: katargin@gmail.com.

Руденко Павел Геннадьевич, аспирант, Сибирский федеральный университет, 660074, г. Красноярск, ул. Киренского, д. 26а, тел. 8-923-320-33-83, e-mail: rudenkopavelgen@mail.ru.

Терских Виктор Михайлович, доцент кафедры «Транспорт», Сибирский федеральный университет, 660074, г. Красноярск, ул. Киренского, д. 26а, тел. 8-913-041-46-83, e-mail: terskich_vm@mail.ru.

Самокрутова Ульяна Николаевна, студентка, Сибирский федеральный университет, 660074, г. Красноярск, ул. Киренского, д. 26а, тел. 8-906-916-96-61, e-mail: samokrutova2011@mail.com.

НАДЕЖНОСТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИХ ФОРСУНОК С ПЬЕЗОПРИВОДОМ

Доктор техн. наук, доцент **Кривцов С.Н.**,
магистрант **Кузакова В.В.**

(Иркутский национальный исследовательский технический университет)

RELIABILITY OF AUTOMOBILE ELECTRO-HYDRAULIC PIEZO INJECTORS

Krivtsov S.N., Doctor (Tech.), Associate Professor,
Kuzakova V.V., Master's Degree Student
(Irkutsk National Research Technical University)

Общая магистраль, форсунки, ресурс, пьезопривод, надежность.

Common rail, injection, resource, piezo-drive, reliability.

Работа посвящена определению эксплуатационной надежности элементов электрогидравлических форсунок с пьезоприводом. Аналитически сгруппированы элементы инжектора по функциональному назначению и определены вероятности их отказа в эксплуатации. Для каждого элемента построены плотности распределения вероятности отказов, а также подобран закон распределения и определены статистические характеристики. На основании проведенных исследований определена оптимальная периодичность контроля технического состояния электрогидравлических форсунок с пьезоприводом.

This work is devoted to determining the operational reliability of the elements of electro-hydraulic injections with a piezo drive. The article analytically grouped the elements of the injector by function and determined the probabilities of their failure to operate. For each element, probability density distributions were constructed, and statistical characteristics were also given. On the basis of the conducted research, the optimal frequency of monitoring the technical condition of electro-hydraulic injections with a piezo drive was determined.

Введение

Одной из ключевых проблем автомобильного транспорта является сокращение вредных выбросов и диоксида углерода с отработавшими газами. Для выполнения самых жестких экологических требований по выбросам вредных веществ с отработавшими газами современные двигатели оснащаются современными электронными системами управления топливоподачей. Для дизельных двигателей выполнение норм выбросов Евро-6 становится возможным при применении аккумуляторных топливоподающих систем с очень высокими давлениями впрыска.

С момента своего появления в серийном производстве и до настоящего момента аккумуляторные топливные системы Common Rail (CR) находятся в процессе постоянного конструктивного совершенствования. Зачастую, технический уровень топливной системы такого типа оценивается по техническому уровню применяемых в ней электрогидравлических форсунок.

В настоящее время ведущими производителями топливных систем ведется серийный выпуск топливной системы CR, отличительной особенностью которой является применение пьезоэлектрических форсунок с пьезоприводом. По данным фирмы Bosch (Германия) это позволило на 3% снизить расход топлива, выбросы вредных веществ с отработавшими газами снизились на 20 %, шум работы двигателя уменьшился на 3 дБ, на 7 % увеличилась мощность [1,2]. Помимо этого, такая форсунка характеризуется наличием устойчивого многофазового впрыскивания топлива, минимальными порциями предварительного впрыскивания, возможностью короткого промежутка времени между предвари-

тельным и основным впрыскиванием и компактным конструктивным решением [3,4]. Важно отметить также, что по сравнению с электромагнитной форсункой, форсунка с пьезоприводом имеет меньший расход топлива на управление и, следовательно, обладает большим КПД [5].

Наибольшее распространение на автомобилях получили пьезофорсунки фирмы Bosch. Их пьезоэлектрический преобразователь состоит из 350 кварцевых пластинок толщиной 90 мкм, каждая из которых при подаче на неё напряжения постоянного тока удлиняется на 0,13 мкм. Максимальное удлинение пьезоэлемента составляет 45 мкм [6]. Исходный размер пьезоэлемента восстанавливается при снятии напряжения с пластинок. Быстродействие и время отклика у форсунок с пьезоприводом выше, чем у электромагнитной форсунки [7,8].

При длительной эксплуатации происходит неизбежное ухудшение параметров технического состояния аккумуляторной топливоподающей системы и прежде всего, электрогидравлических форсунок (ЭГФ). При этом нарушается закон подачи топлива и, как следствие, происходит изменение экологических характеристик [9-13]. Важно отметить, что поддержание высоких требований по минимизации выбросов и диоксида углерода возможно не только на стадии конструирования и производства топливоподающей системы, но и в течение жизненного цикла автомобиля. В настоящее время, ряд имеющихся публикаций затрагивает первую составляющую, в то время как работ по эксплуатационной составляющей значительно меньше. В связи с этим, проведение исследования, направленного на изучение надежности электрогидравлических форсунок с пьезоприводом, а также

на поиск методов, обеспечивающих достоверный контроль параметров технического состояния с заданной периодичностью является актуальным.

Постановка задачи

Для анализа факторов, влияющих на процесс функционирования электрогидравлической форсунки с пьезоприводом, была составлена расчетная схема этого процесса (рис.1). Факторы, влияющие на выходные показатели, были сгруппированы в следующие группы: режимные (давление топлива в аккумуляторе высокого давления (ТАВД), время управляющего импульса, напряжение управляющего импульса); входные параметры (параметры окружающей среды и топлива) и внутренние (входные параметры самой ЭГФ), к которым отнесем параметры пьезопривода (в том числе электрическое сопротивление пьезоэлемента и его емкость), а также параметры технического состояния (износ клапана, распылителя и др.)



Рис. 1. Структурная схема процесса функционирования ЭГФ с пьезоприводом

Выходными параметрами процесса являются цикловая подача и расход топлива на управление [14].

Ниже, на примере пьезофорсунки Bosch представлена структурная схема ЭГФ с пьезоэлементом, на которой показаны элементы, влияющие на процесс топливоподачи, сгруппированные по функциональному назначению.



Рис. 2. Структурная схема ЭГФ с пьезоприводом [4]

Для электрогидравлической форсунки с пьезоприводом такими элементами (рис. 2) являются распылитель, управляющий клапан и собственно сам пьезопривод.

Материалы и методы

Статистика отказов ЭГФ проводилась в период 2017-2018 г. в г. Иркутске. Для каждого комплекта форсунок

регистрировался пробег, после чего они проверялись на стенде. Всего протестировано около 500 электрогидравлических форсунок с пьезоэлементом фирмы - производителя Bosch.

Форсунка сначала проходила тестирование на стенде Dieselland CR-JET, где на всех режимах работы определялись цикловые подачи и расход на управление ЭГФ с пьезоприводом. Далее нами определялись электрические параметры самого пьезоэлемента на приборе Cristina Piezo (рис. 3):

- емкость пьезоэлемента;
- сопротивление пьезоэлемента;
- определение сопротивления изоляции пьезоэлемента;
- измерение плавности хода пьезоэлемента.

Для каждого из проверяемых комплектов форсунок записывался пробег автомобиля и вносился в специальную ведомость для дальнейшей обработки. Математическая обработка данных производилась в среде MatLab фирмы MathWorks.



Рис. 3. Внешний вид прибора Dieselland – CRistina Piezo

Результаты и обсуждения

Фактический ресурс прецизионных элементов электрогидравлических форсунок даже для одной и той же марки в пределах одного предприятия может варьироваться в очень широких пределах. Этот момент обусловлен влиянием наиболее значимых факторов. С одной стороны - качества проведенного технического обслуживания, которое применительно к АТПС ограничивается заменой фильтрующих элементов, и с другой стороны вероятностью применения некачественного топлива с загрязнениями и водой. Причем, если первый фактор является управляемым, то второй – практически непредсказуем.

Кроме попадания абразивных загрязнителей с топливом извне, установлены и внутренние их источники – в первую очередь это насосы высокого и низкого давления, а также металлические перегородки (алюминиевые или стальные) топливных баков. Износ указанных элементов приводит к образованию металлической стружки, которая также является абразивом (рис. 4 и 5).



Рис. 4. Механический износ вала ТНВД



Рис. 5. Абразивный износ (металлическая стружка) в корпусе ТНВД

При увеличении пробега у ЭГФ, наиболее часто наблюдается увеличение цикловых подач, по сравнению с номинальными значениями. Этому есть несколько причин. Во-первых, абразивный износ распыливающих отверстий (устраняется заменой распылителя). Во-вторых, нарушение герметичности запорного клапана, включая шток, приводящее к избыточной разгрузке управляющей камеры и изменению рабочего процесса ЭГФ. В-третьих, нарушение теплового режима распылителя, что приводит к его перегреву и вероятности заклинивания распылителя, его вздутия и даже обрыва его носика (рис. 6).



Рис. 6. Поврежденные температурным воздействием распылители электрогидравлических форсунок

Дополнительно этому способствует горение масла в цилиндрах, увеличение которого, как правило, происходит со стороны турбокомпрессора, особенно при чрезмерно жидком, в том числе, разбавленном топливом моторном масле.

Установлено также, что со временем происходит старение пьезопривода, отрыв электродов от пьезоэлементов, ухудшение характеристик пьезоэлементов, что приводит к уменьшению величины перемещения иглы распылителя пьезофорсунки. Следствием является недостаточное количество подачи топлива в цилиндры двигателя.

Из 500 проверенных ЭГФ с пьезоприводом было определено 29% исправных форсунок и 71% неисправных (рис.7).

Относительно 500 проверенных форсунок износ управляющего клапана составил 38%, распылителя 23% и пьезоэлемента 10% (рис.7). Также стоит отметить, что неисправность форсунки могла фиксироваться не только по износу одного из элементов, но и по нескольким элементам сразу.

Диаграмма отношения неисправных элементов у ЭГФ с пьезоэлементом



Рис. 7. Диаграмма отношения неисправных элементов ЭГФ с пьезоприводом

Для каждого из элементов ЭГФ (распылителя, управляющего клапана и пьезоэлемента) были определены плотности распределения отказов, как случайных величин. Установлено, что они подчиняются нормальному закону. Эта гипотеза проверялась по критерию Пирсона [15]. Статистические данные, касающиеся выхода из строя каждого элемента ЭГФ с пьезоприводом показаны на последующих диаграммах.

На данный момент диагностика неисправностей пьезофорсунок заключается только в проверке их на стенде с целью определения цикловой подачи и расхода на управление, но зачастую у ЭГФ встречаются случаи, которые доказывают необходимость добавления измерений электрических параметров, например:

- проверка форсунки на стенде по заводским тест-планам показывает отсутствие цикловой подачи и слива в обратную магистраль;

- снятая форсунка с двигателя, на котором она была неработоспособна, проходит нормативы, указанные по тест-планам стенда;

Зависимости плотностей распределения вероятности отказа пьезоэлементов, управляющего клапана и распылителя ЭГФ с пьезоприводом от пробега автомобиля представлены на рис. 8-10.

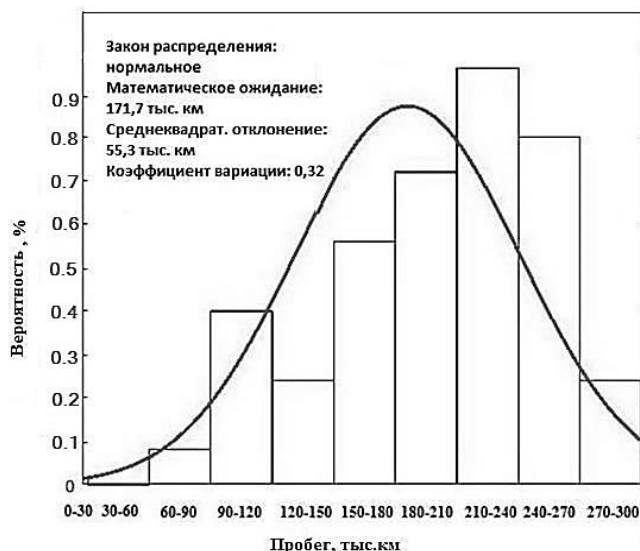


Рис. 8. Диаграмма плотности распределения вероятности отказа пьезоэлементов электрогидравлических форсунок

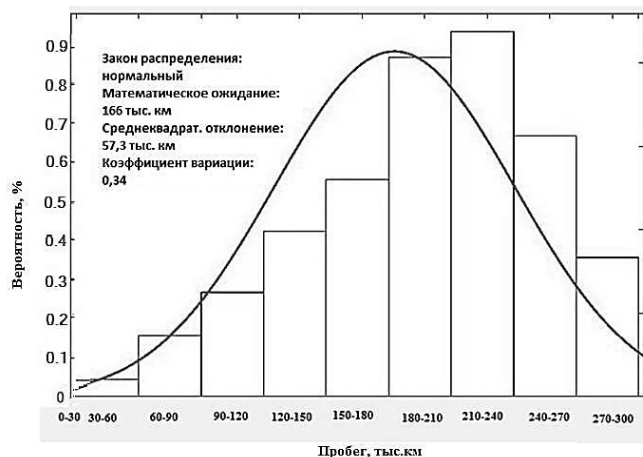


Рис. 9. Диаграмма плотности распределения вероятности отказа управляющего клапана

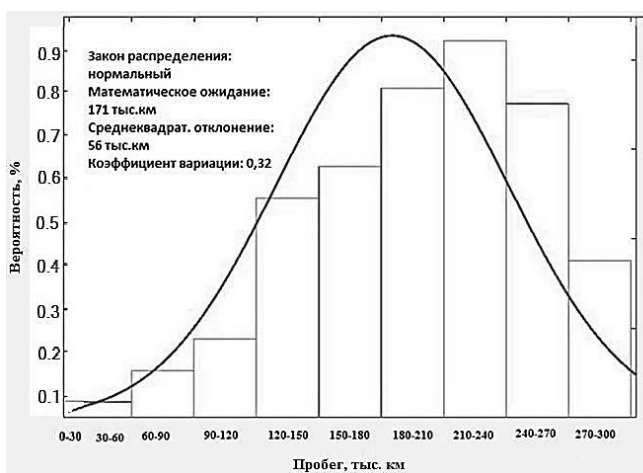


Рис. 10. Диаграмма плотности распределения вероятности отказа распылителей

Статистические характеристики законов распределения отказов элементов электрогидравлических форсунок сведены в таблицу.

Таблица

Статистические характеристики законов распределения отказов элементов электрогидравлических форсунок

Элемент	Статистические характеристики				
	Закон распределения	Мат. ожидание, тыс. км	Средне-квадр. отклонение, тыс. км	Коэфф. вариации	Доверительный интервал, тыс. км (p=0,95)
Клапан	Норм.	166	57,3	0,34	51,4...280,6
Распылитель	Норм.	171	56	0,32	59...283
Пьезо-элемент	Норм.	171,7	55,3	0,32	61,1...282,3

Анализ данных, представленных на рис. 7-10 и в таблице, позволяет сделать заключение о том, что отказы элементов подчиняются нормальному распределению. Причем, имеют примерно одинаковое математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение. Учитывая то, что отказы распылителей, управляющих клапанов и пьезоэлементов могут возникать как совме-

стно, так и по отдельности, можно определить толерантную границу периодичности контроля технического состояния ЭГФ [14]. Так в подавляющем большинстве случаев граница с вероятностью 0,95 равняется 50 тыс. км (таблица).

Выводы и результаты

В ходе проведенных исследований установлено, что

1. Ресурс одноименных форсунок неодинаков, причем из множества проверенных форсунок до 30% могут оказаться годными для дальнейшей эксплуатации в течение межконтрольного пробега.

2. Наибольший процент отказов ЭГФ с пьезоприводом приходится на износ управляющего клапана 38% по отдельности и до 70% в сочетании с отказами распылителя и пьезоэлемента вследствие преобладания абразивного износа.

3. Отказы элементов ЭГФ с пьезоприводом подчиняются нормальному закону распределения и могут возникать как совместно, так и по отдельности, причем для каждого элемента статистические характеристики примерно одинаковы.

4. Средний ресурс ЭГФ с пьезоприводом составляет 166 тыс. км пробега, коэффициент вариации 0,32-0,34, среднеквадратическое отклонение 55,3 тыс. км пробега.

5. Оптимальная периодичность контроля технического состояния распылителей, управляющих клапанов и пьезоэлементов ЭГФ составляет 50 тыс. км пробега и должна быть приурочена к выполнению очередного ТО автомобиля.

Литература

1. Автомобильный справочник. Пер. с англ. ООО «СтарСПб» - 3-е изд., перераб. И доп. – М.: ООО Книжное издательство «За рулем», 2012. – 1280 с.
2. Konrad Reif Moderne Diesel-Einspritzsysteme. Common Rail und Einzelzylindersysteme Mit 133 Abbildungen Bosch Fachinformation Automobil. Vieweg+Teubner Verlag I Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2010. – pp 172.
3. George Wiseman Electronic Fuel Injection Enhancer Eagle-Research Publishing British Columbia, CANADA. – 2002. – 21 pp.
4. Seykens X.L.J., Somers L.M.T., Baert R.S.G. 2005 Detailed Modeling of Common Rail Fuel Injection Process. MECCA, vol. III. 30 – 39.
5. Coppo M., Dongiovanni C., Negri C. 2004 Numerical analysis and experimental investigation of a common rail-type diesel injector Journal of Engineering for Gas Turbines and Power. Vol. 126, Issue 4 874 – 885.
6. Габитов И.И. Техническое обслуживание и диагностика топливной аппаратуры автотракторных дизелей / И.И. Габитов, Л.В. Грехов, А.В. Неговора. Учебное пособие. – М.: «Легион-Автодата», 2008. – 240 с.
7. Тер-Мкртчян Г.Г. Современное состояние и перспективы развития топливной аппаратуры автотракторных дизелей / Тер-Мкртчян Г.Г., Мазинг М.В. Двигателестроение № 1 (255), 2014. – с. 30-35.
8. Дизельные аккумуляторные топливные системы Common Rail. Перевод с английского. Учебное пособие. – М.: ЗАО «Легион-Автодата», 2010. – 94 с. Ил.
9. Стрелец А.А. Определение величины перемещения пьезопривода форсунки. Электротехника i Электромеханика.- 2011, № 6. – с. 39-41.

10. Кривцов С.Н. Обоснование необходимости совершенствования стратегии технического сервиса аккумуляторных топливopодающих систем автомобильных дизельных двигателей // Автотранспортное предприятие.- №8, 2016.- с. 44-47.

11. Кривцов С.Н. Методологические основы рационального применения методов диагностики автомобилей с дизельным двигателем и аккумуляторной топливopодающей системой в технологических процессах технического обслуживания и ремонта /Кривцов С.Н., Зедгенизов В.Г. // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21, № 4 (123).- С. 176-187.

12. Неговора А.В. Исследование влияния технического состояния деталей на показатели работы пьезофорсунок фирмы Bosch / Неговора А.В., Рафиков Д.И. // В сборнике: Совершенствование конструкции, эксплуатации и технического сервиса автотракторной и сельскохозяйственной техники материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 120-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки БАССР, профессора Александра Петровича Ланге.- 2016.- С. 256-259.

13. Неговора А.В. Исследование влияния технического состояния гидрокомпенсатора на показатели работы форсунок с пьезоприводом / Неговора А.В., Рафиков Д.И. // В сборнике: Реновация машин и оборудования Материалы Всероссийской научно-практической конференции.- 2017.- С. 121-124.

14. Кривцов С.Н. Методологические основы диагностики автомобилей с дизельными двигателями, оснащенными аккумуляторной топливopодающей системой. Автореферат дисс... докт. техн. наук. Иркутск, 2017. – 40 с.

15. Статистические методы обработки эмпирических данных. - Рекомендации ВШИИИНАШ. -М.: Издательство стандартов, 1978.

Сведения об авторах:

Кривцов Сергей Николаевич, доцент кафедры «Автомобильный транспорт», ИРНИТУ.

Адрес: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83.

Телефон: +79086619729,

e-mail: krivcov_sergei@mail.ru.

Кузакова Валерия Владимировна, магистрант кафедры «Автомобильный транспорт», ИРНИТУ.

Адрес: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова 83.

E-mail: lerkuzakova@mail.ru.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ДИСКОВ КОЛЕС ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Доктор техн. наук, профессор **Макарова И.В.**,
кандидат техн. наук, доцент **Мухаметдинов Э.М.**,
кандидат техн. наук, доцент **Габсалихова Л.М.**,
(ФГАОУ ВО Казанский Федеральный университет, Набережные Челны).

Ведущий инженер по ремонту **Романов С.Н.**
(Danaflex-nano, г. Казань).

Кандидат техн. наук, доцент **Фролов А.М.**
(Набережночелнинский учебно-консультационный центр
Ассоциации международных автомобильных перевозчиков, г. Набережные Челны)

IMPROVING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF WHEEL DISKS OF TRUCKS

Makarova I.V., Doctor (Tech.), Professor,
Mukhametdinov E.M., Ph.D. (Tech.), Associate Professor,
Gabsalikhova L.M., Ph.D. (Tech.), Associate Professor
(Kazan Federal University, Naberezhnye Chelny),

Romanov S.N., Leading Engineer on Repairs
(Danaflex-nano, Kazan),

Frolov A.M., Ph.D. (Tech.), Associate Professor
(Naberezhnye Chelny Educational & Advice Center of Association
of the International Automobile Carriers, Naberezhnye Chelny)

Надежность, дефект, диск колеса, FMEA-анализ.

Reliability, defect, wheel disk, FMEA analysis.

Посвящена вопросам повышения эксплуатационной надежности дисков колес грузовых автомобилей. Приведен анализ дефектов колес при эксплуатации. Разработан визуальный идентификатор дефектов. Проведен FMEA анализ процесса производства дисков колес грузовых автомобилей, установлено, что наибольшую степень влияния на отказы в эксплуатации оказывает процесс и технология сварки.

The article is devoted to improving the operational reliability of wheel disks of trucks. The analysis of wheel defects during operation is given. A visual identifier for defects has been developed. An FMEA analysis of the production process of wheel disks of trucks has been carried out, and it has been established that the process and technology of welding have the greatest influence on failures in operation.

Введение

Вопросам повышения надежности автомобилей, узлов, агрегатов и систем посвящены многочисленные исследования как отечественных, так и зарубежных авторов. Несмотря на многочисленность исследований, вопросы повышения надежности не только остаются актуальными, но и с ростом автомобилизации приобретают еще большую значимость, поскольку показатели надежности и безотказности напрямую влияют на конкурентоспособность.

Колесные диски и колеса в сборе относятся к числу компонентов, подвергающихся значительным нагрузкам. Колесо должно надежно работать в течение всего срока службы автомобиля. Это обусловлено требованием безопасности, так как внезапный выход колеса из строя, особенно на передней оси автомобиля, может явиться причиной тяжелой аварии. От качества изготовления, прочности, надежности колес в большой степени зависит надежность работы шин и безопасность движения автомобиля.

Надежность автомобиля должна контролироваться на всех этапах жизненного цикла автомобиля: конструирование, производство, эксплуатация. Эффектив-

ным является применение FMEA анализа на ранних стадиях проектирования или процесса производства, метод направлен на выявление, оценку и снижение рисков. Использование FMEA анализа возможно в различных сферах. Инструмент FMEA в управлении рисками новых проектов в автомобильной отрасли рассматривался в исследованиях [1,2,3].

Для решения проблем сборочной линии в автомобильной производственной компании использовался комбинированный метод, в том числе с использованием FMEA анализа [3]. В статье [4] применялся FMEA для анализа отказов двигателей внутреннего сгорания.

Для поддержания технически исправного состояния транспортных средств необходимо их техническое обслуживание. В статье [5] предложено использовать FMEA-анализ в отношении точности и правильности измерений при техническом обслуживании автомобилей. В исследовании [6] разработана единая система структурирования данных показателей, позволяющая проводить экспертную оценку организации работ автосервиса. Применение методов интеллектуального анализа данных и FMEA [7] было проанализировано в системе технического обслуживания оборудования.

Правильное применение методики FMEA позволит избежать лишних потерь на доработку конструкции колес автомобилей.

Анализ дефектов колес при эксплуатации

Основные повреждения колес могут возникать по четырем причинам:

1. Воздействие ударов. Сильный, так называемый косой удар, например, когда автомобиль сносит передними колесами на бордюр или же он ударяется о него задним колесом, происходит осевое изменение геометрии колеса (эффект «восьмерки»), или при проваливании колеса в выемку, может деформироваться диск, или происходит локальное разрушение. Любое механическое повреждение колеса, как правило, обнаруживается сразу после его возникновения, так как даже при незначительном нарушении геометрии возникает радиальное биение, появляется дисбаланс.

Перегрузка обода бездискового колеса приводит к преждевременному выходу его из строя в результате появления трещин в замочной части. Поврежденный обод может не разрушаться только потому, что нагрузка, обусловленная давлением воздуха в шине, частично воспринимается элементами крепления обода к ступице. Если при этом, не выпустив воздух из шины, отвернуть гайки для снятия колеса со ступицы, то его отдельные части будут выброшены с большой силой и могут причинить серьезную травму. Основным очагом разрушения дискового колеса являются зоны крепежных и ручных отверстий, а также детали крепления. При перегрузках колес наблюдается более быстрое ослабление затяжки деталей крепления колес к ступице [8].

2. Постоянная вибрация. Также способна деформировать диск, часто внешне незаметно, но управляемость машиной нарушится, так же как и уменьшится долговечность работы шин.

3. Повреждения при замене колеса. Возникают при небрежной или неумелой смене пробитой шины. Повреждения обода возникают из-за касания монтажной лопаткой при забортовке или разбортовке:

- повреждения обода при разбортовке без предварительного снятия балансировочного груза со скобой,
- деформации обода неправильно отрегулированными зажимами, закрепляющими колесо на стенде (обод получает огранку, равную количеству зажимов),
- последствий использования молотка (нарушение лакокрасочного покрытия, вмятины и т. д.),
- от воздействия бортировки, кувалды или другого инструмента.

4. Воздействие грязи, пыли, воды. Колесо подвержено абразивному воздействию загрязняющих веществ из-за своего расположения, активных веществ и абразивов при мойке, мытье колес зимой горячей водой, что через некоторое время приводит к потере внешнего вида, локальному повреждению окраски, возникновению очагов коррозии.

Анализ дефектов автомобильных колес в эксплуатации и причин их возникновения, а также используемых технологий для устранения дефектов показал, что необходимо осуществлять более детальный контроль за всем циклом производства дисков колес. На этапе производства должен осуществляться контроль качества, как исходных материалов, так и выполнения работ, то есть соответствия технологического процесса регламентам и технологической документации. На этапе

эксплуатации продолжается сбор сведений об отказах узлов, агрегатов и систем автомобиля. Эти сведения передаются разработчикам с целью устранения причин отказов и уточнения исходных данных для расчета надежности. При этом наиболее значимой является проблема контроля и диагностирования технического состояния автомобиля [9]. Поэтому выявление производственных дефектов колес, а также снижение их числа в процессе производства колес, требует выполнения контроля качества, а также сбора статистической информации и ее анализа с целью выявления видов, причин и последствий потенциальных отказов (дефектов).

Номенклатура выпускаемой продукции ООО «КАМАЗавтотехника» представлена колесами к разным моделям грузовых автомобилей. Производственная мощность завода -2,5 млн. колес в год, в том числе 490 тыс. легковых автомобилей. Большую долю своей продукции завод поставляет на конвейер ОАО «КАМАЗ» (52%) [10].

Разработка визуального идентификатора дефектов

В результате анализа дефектов колес (без покрытия) по видам, причинам и последствиям потенциальных внезапных отказов было выявлено, что самыми распространенными видами дефектов являются (табл 1):

1. Точечные отпечатки/вмятины: глубокие и отчетливо заметные или площадью больше 10 мм².
2. Задир, царапины наружной стороны бортовой закраины: отчетливо заметные или размеры зоны повреждения более 100 мм.
3. Следы от доработки сварного шва: нарушение поверхности основного металла при зачистке сварного шва обода.
4. Смещение сварного шва «диск-обод»: смещение сварного шва «диск-обод» на одну из сопрягаемых деталей.
5. Следы от доработки обода: отчетливо заметные или размеры зоны повреждения более 100 мм.
6. Углубления в зоне сварного шва обода и следы от доработки:
7. Кромки обода: острые кромки обода.
8. Повреждение поверхности металла (задиры): площадь >10 мм²
9. Заусенцы на вентиляльном отверстии.
10. Вентильное отверстие: смещение вентиляционного отверстия относительно вентиляционного отверстия не в поле допуска.

Для обеспечения однозначного определения типа дефекта колеса предлагается использовать визуальный идентификатор дефектов. На рис. 1 приведены примеры нескольких дефектов.



Нарушение поверхности основного металла при зачистке сварного шва обода.

Смещение сварного шва «диск-обод» на одну из сопрягаемых деталей

Рис. 1. Виды дефектов

Таблица 1.

Анализ видов, причин и последствий отказов (дефектов) колес

Идентификатор дефектов

Компонент колеса: КОЛЕСО (без покрытия)	
Точечные отпечатки / вмятины	
Допустимы	Не допустимы
Если площадь отпечатков < 10 мм ²	Если глубокий и отчетливо заметный или площадь >10 мм ²
Задиры, царапины наружной стороны бортовой закраины	
Незначительные или размеры зоны повреждения менее 100 мм	Если отчетливо заметные или размеры зоны повреждения более 100 мм
Следы от доработки сварного шва	
Грубая зачистка сварного шва не допустима	Нарушение поверхности основного металла при зачистке сварного шва обода
Следы от доработки обода	
Грубая зачистка сварного шва не допустима	Нарушение поверхности основного металла при зачистке сварного шва обода
Следы от доработки обода	
Незначительные размеры зоны повреждений, менее 100 мм	Если отчетливо заметные или размеры зоны повреждения более 100 мм
Смещение сварного шва «диск-обод»	
Смещение сварного шва на одну сторону из сопрягаемых деталей не допустимо	Смещение сварного шва «диск-обод» на одну из сопрягаемых деталей
Углубления в зоне сварного шва обода и следы от доработки	
1.Зачистка произведена мелкозернистым инструментом без углубления в обод или если площадью < 10 мм ² 2. Нарушения на поверхности основного металла не допустимы	1.Глубокое и отчетливо заметное углубление или площадь >10 мм ² 2.Отчетливо заметное нарушение поверхности основного металла при зачистке сварного шва обода
Повреждение поверхности металла (задиры)	
если площадь < 10 мм ²	площадь >10 мм ²
Вентильное отверстие	
Смещение вентильного отверстия относительно вентиляционного отверстия в пределах допуска	Смещение вентильного отверстия относительно вентиляционного отверстия не в поле допуска

В соответствии с Федеральным законом "О техническом регулировании" и техническим регламентом о безопасности колесных транспортных средств (в ред. Постановления Правительства РФ от 10.09.2010 N 706), а так же «Правил ЕЭК ООН» № 124 колеса к транспортным средствам в процессе эксплуатации ремонту не подлежат.

Ремонт колес допускается в процессе производства колес в соответствии с конструкторско-технологической документацией предприятия-изготовителя колес.

Прежде чем сойти с конвейера, каждый диск проходит испытания в сертифицированной лаборатории: тест на растяжимость, радиальное биение и динамическую балансировку, герметичность, устойчивость к коррозии, диагностику на целостность структуры и отсутствие микротрещин, хроматический контроль и оценку адгезивных свойств лакокрасочного покрытия [11]. Испытания материалов проводятся для определения химического состава, предела прочности при растяжении и расширения диска, а также для оценки химической микроструктуры. Ресурсные испытания колес выполняются на двухосном испытательном стенде. Стенд позволяет смоделировать экстремальные нагрузки, которые могут возникать в процессе эксплуатации поврежденного колеса в течение срока службы.

Метод анализа форм и последствий отказов - FMEA является эффективным инструментом повышения качества не только разрабатываемых технических объектов, но и различных процессов, направленным на предотвращение дефектов и/или отказов, а также на снижение негативных последствий от них.

Основными задачами FMEA являются:

- определение возможных отказов (дефектов) продукции и/или процесса ее изготовления, их причин и последствий;

- определение степени критичности (тяжести) последствий для потребителей (S), вероятностей возникновения причин (дефектов) (O) и вероятности выявления их (D) до поступления к потребителю (табл. 2,3,4);

- определение обобщенной оценки качества (надежности, безопасности) объекта анализа – приоритетного числа рисков (ПЧР) - и сравнение его с предельно допустимым значением приоритетного числа рисков; мероприятий по улучшению объекта анализа, обеспечивающих соблюдение условия $ПЧР < ПЧР_{кр}$ для объекта в целом и его компонентов (табл.5).

Таблица 2.

Описание последствий отказов, шкала баллов значимости

Последствие	Критерии значимости последствия	Балл S
Опасное без предупреждения	Очень высокий ранг значимости, когда вид потенциального дефекта ухудшает безопасность работы транспортного средства и/или вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии без предупреждения	10
Опасное с предупреждением	Весьма высокий ранг значимости, когда вид потенциального дефекта ухудшает безопасность работы транспортного средства или вызывает несоответствие обязательным требованиям безопасности и экологии с предупреждением	9
Очень важное	Транспортное средство/узел неработоспособно с потерей основной функции	8
Важное	Транспортное средство/узел работоспособно, но снижен уровень эффективности. Потребитель не удовлетворён	7
Умеренное	Транспортное средство/узел работоспособно, но системы комфорта/удобства неработоспособны. Потребитель испытывает дискомфорт	6
Слабое	Транспортное средство/узел работоспособно, но система(ы) комфорта/удобства работают малоэффективно. Потребитель испытывает неудовлетворение	5
Очень слабое	Отделка и шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечает большинство потребителей	4
Незначительное	Отделка/шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечает средний потребитель	3
Очень незначительное	Отделка/шумность изделия не соответствуют ожиданиям потребителя. Дефект замечают придирчивые потребители	2
Отсутствует	Нет последствия	1

Примечание – «Опасное с предупреждением» - такое последствие, о возможности наступления которого потребитель (пользователь, оператор) предупреждается заранее световым, звуковым или другим индикатором. В ряде случаев предотвратить наступление дефекта с его последствием невозможно или технически нецелесообразно, но легко осуществить предупреждение о наступлении в ближайшее время такого дефекта (например, износ колодок тормозов, падение уровня жидкости и т.п.)

Таблица 3.

Рекомендуемая шкала для выставления балла возникновения О

Вероятность дефекта	Возможные частоты дефектов	Балл О
Очень высокая: дефект почти неизбежен	Более 1 из 2	10
	Более 1 из 3	9
Высокая: повторяющиеся дефекты	Более 1 из 8	8
	Более 1 из 20	7
Умеренная: случайные дефекты	Более 1 из 80	6
	Более 1 из 400	5
	Более 1 из 2000	4
Низкая: относительно мало дефектов	Более 1 из 15000	3
	Более 1 из 150000	2
Малая: дефект маловероятен	Менее 1 из 1500000	1

Таблица 4.

Рекомендуемая шкала для выставления балла обнаружения D

Обнаружение	Критерии: правдоподобность обнаружения при проектируемом контроле	Балл D
Абсолютная неопределённость	Проектируемый контроль не обнаружит и (или) не может обнаружить потенциальные причину/механизм и последующий вид дефекта, или контроль не предусмотрен	10
Очень плохое	Очень плохие шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	9
Плохое	Плохие шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	8
Очень слабое	Очень ограниченные шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	7
Слабое	Ограниченные шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	6
Умеренное	Умеренные шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при предполагаемом контроле	5
Умеренно хорошее	Умеренно высокие шансы обнаружения потенциальных причины/механизма и последующего вида дефекта при проектируемом контроле	4
Хорошее	Высокие шансы	3
Очень хорошее	Очень высокие шансы	2
Почти наверняка	Проектируемые действия (контроль) почти наверняка обнаруживают потенциальную причину и последующий вид дефекта	1

Среднестатистические показатели FMEA производства колес

Вид потенциального отказа	Потенциальные последствия отказа	S Значи- мость	O Возник- новение	D Обнару- жение	ПЧР Приори- тетное число риска
Входной контроль металлопроката					
Наличие на поверхности металло-проката слиточных плен, раскатанных пузырей, трещин напряжений, расслоений, вкатанной окалины	Забраковывание металлопроката	5	2	7	70
Отклонение размеров по: толщине, ширине, длине	Согласование с поставщиком требова-ний к размерам металлопроката.	8	3	2	48
Повышенная серповидность, отклонение от плоскостности.	Забраковывание металлопроката	6	2	3	36
Не соответствие мех, свойств и хим. Состава	Забраковывание металлопроката	8	2	2	32
Ободья профилированных колес					
Не обеспечен размер длины заготовки	Короткая заготовка дает увеличение разрывов. Длинная заготовка не даёт возможности калибровать.	4	3	2	24
Наличие не очищенных от окалины и ржавчины мест	Нарушение товарного вида из-за не прокрашенных участков				
Заготовка не имеет риски на поверхности, где запрессовывается диск.	Запрессовка диска происходит с излишним усилием из-за повышенного трения.	4	3	4	48
Заготовка завивается с большим винтом.	Некачественная подготовка к сварке.	4	3	4	48
Разрыв заготовки при раздаче.	Не исправимый брак.	5	4	2	40
1. Разрыв заготовки при профилировании. 2. Смещение монтажного ручья относительно бортовых закраин	Неисправимый брак.	5	4	2	40
Не соответствие КД длины окружности посадочных полок при калибровке.	1. Неплотное соединение колеса с крышкой - пропускание воздуха 2. Резина не садится на посадочную полку - разрыв корда резины, пропускание воздуха.	6	4	3	72
Отсутствие вентильного паза в районе $180^{\circ} \pm 20^{\circ}$ от стыкового сварного шва	Операцию выполнить повторно.	4	3	3	36
Наличие острых кромок, заусенцев на торцах бортовой и замочных частей, внутренней и наружных поверхностей обода	Некачественный товарный вид	4	3	3	36
Диски					
Смещение технологического отверстия по ширине и длине заготовки более 1 мм	Нарушение геометрии заготовки на последующих операциях.	2	4	4	32
Смещение наружного диаметра диска относительно технологического отверстия более 2 мм	1.Разнотолщинность юбки диска. 2.Чернота при мех, обработке центрального отверстия	4	3	5	60
Смещение технологического отверстия относительно длины и ширины заготовки более 1 мм	Нарушение геометрии заготовки на последующих операциях	2	4	4	32
Наружный диаметр диска вне поля допуска	Разнотолщинность юбки диска.	4	4	3	48
Наличие заусенцев после чеканки	Заусенцы	6	2	8	96
Снижение диаметра крепежных отверстий		6	7	8	336
Не четкая маркировка	Отсутствие идентификации колеса.	4	2	8	64
Направление шрифта маркировки в противоположные стороны	Отсутствие товарного вида колеса	2	2	8	32
Контактная стыковая сварка ободьев, дуговая сварка оснований бортового и замочного, сборка-сварка колес					
Выступление сварного шва	Разрушение колеса при эксплуатации	10	2	8	160
Наличие трещин на сварном шве.					
Смещение шва на одну кромку	Разрушение колеса при эксплуатации	10	2	8	160
Глубина провара	Разрушение колеса при эксплуатации	10	2	8	160
Наличие кратеров, подрезов на сварном шве	Появление трещин на сварном шве при нагрузках	10	2	8	160
Наличие прожогов металла	Нарушение герметичности	8	2	8	128
Наличие пор, раковин	Дополнительная работа по исправлению дефекта	7	4	8	224
Брызги металла на вентильном отверстии обода	Затруднение установки вентиля	7	4	8	224
Наличие брызг металла на диске и ободе	Увеличение трудоемкости на зачистку колеса от брызг металла	3	4	8	96
Наличие царапин, рисок в зоне зачистки	Отсутствие товарного вида	7	6	8	336
Наличие излишней зачистки	Отсутствие товарного вида	7	6	8	336
Наличие шлака на поверхности сварного шва	Непрокрас сварного шва,	6	6	8	288

Метод FMEA позволяет проанализировать потенциальные дефекты, их причины и последствия, оценить риски их появления и не обнаружения на предприятии и принять меры для устранения или снижения вероятности и ущерба от их появления. Это один из наиболее эффективных методов доработки конструкции технических объектов и процессов их изготовления на таких важнейших стадиях жизненного цикла продукции, как ее разработка и подготовка к производству. Среднестатистические показатели FMEA производства колес приведен в таблице 5 [12].

Заключение

По результатам проведения FMEA анализа процесса производства колес на заводе ООО «КАМАЗавтотехника» и степени его влияния было установлено, что наибольшую степень влияния на отказы в эксплуатации (являются критичными) является процесс и технология сварки. В связи с этим необходимо разработать схему способов контроля и обнаружения дефектов в процессе производства и разработать мероприятия по снижению степени влияния потенциальных отказов, в частности по процессу сварки, на потенциальные отказы.

Литература

1. de Melo Paranhos, M., Bachega, S. J., Tavares, D. M., & Calife, N. F. S. Application of failure mode and effects analysis for risk management of a project. *Systems & Management* – 2016. Vol. 11. PP. 444-454.
2. Galliková, J., Ruman, F. Using of technical diagnostics for an analysis of failure causes and consequences of a selected vehicle. // *Logistika*. – 2015. Vol. 4. PP. 3296-3301.
3. Baynal K, Sari T, Akpınar B. Risk management in automotive manufacturing process based on FMEA and grey relational analysis: A case study. // *Advances in Production Engineering & Management* – 2018. – Vol. 13. – Number 1. PP 69–80 URL: <https://doi.org/10.14743/apem2018.1.274>
4. Poprocký R, Galliková J, Stuchlý V, Volna P. FMEA analysis of combustion engine and assignment occurrence index for risk valuation. // *Diagnostika*. – 2017. – 18(3) – PP.99-105.
5. Барыгина Е.А., Бакулина А.Н. Актуальность обеспечения точности и правильности измерений при техническом обслуживании и ремонте // В сборнике: УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ОБРАЗОВАНИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 29-33.
6. Бакулина А.Н., Матевосян С.К., Скрипниченко Ю. Определение показателей качества работы станций технического обслуживания // В сборнике: УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ОБРАЗОВАНИИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 143-151.
7. Farahani R, Roghanian E., Tavakoli M. Application of Data-Mining and FMEA Techniques in Maintenance System to Improve Equipment Performance. // *Journal of Basic and Applied Scientific Research*. – 2012. – 2(9). – PP. 9282-9288.

8. Авдонькин В.Ф. Надежность и эффективность автомобилей КАМАЗ / В.Ф. Авдонькин, А.С. Денисов, А.А. Макушин // *Автомобильная промышленность*. – 1986. – № 5. С. 19 – 22.

9. Макарова И.В. Повышение эксплуатационной надежности дисков колес путем выявления их дефектов на стадии изготовления / Макарова И.В., Хабибуллин Р.Г., Мухаметдинов Э.М., Габсалихова Л.М., Романов С.Н. // В сборнике: Информационные технологии и инновации на транспорте материалы 2-ой Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией А.Н. Новикова. – 2016. – С. 114-123.

10. КАМАЗ автотехника. URL: <http://www.kamaz-wheels.ru/about/produce/> (дата обращения: 10.05.2019)

11. Производство URL: <https://www.yst.ru/about/production/> (дата обращения: 10.05.2019)

12. Романов С.Н., Мухаметдинов Э.М., Габсалихова Л.М. Повышение эксплуатационной надежности колес. Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 138 с.

Сведения об авторах:

Макарова Ирина Викторовна, профессор кафедры «Сервис транспортных систем», Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», пр. Сююмбике, 10А, г. Набережные Челны, 423812.
Тел. 8927247141.
E-mail: kamIVM@mail.ru.

Мухаметдинов Эдуард Мухаматзакиевич, доцент кафедры «Сервис транспортных систем», Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», пр. Сююмбике, 10А, г. Набережные Челны, 423812.
Тел. 89272442165.
E-mail: funte@mail.ru.

Габсалихова Лариса Мухаматзакиевна, доцент кафедры «Сервис транспортных систем», Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», пр. Сююмбике, 10А, г. Набережные Челны, 423812.
Тел. 89274529179.
E-mail: muhametdinoval@mail.ru.

Романов Сергей Николаевич, ведущий инженер по ремонту, Danaflex-папо, г. Казань, пр. Сююмбике, 10А, г. Набережные Челны, 423812.
Тел. 89196993279.
E-mail: SNRomanov@stud.kpfu.ru.

Фролов Алексей Марксович, директор НЧ УКЦ АСМАП, г. Набережные Челны, пр. Сююмбике, 10А, г. Набережные Челны, 423812.
Тел. 89172611865.
E-mail: Ineka_frolof@mail.ru.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

Научный информационный сборник «ТРАНСПОРТ: наука, техника, управление» включен в новый **ПЕРЕЧЕНЬ** рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидатов наук, на соискание ученой степени докторов наук (распоряжением Минобрнауки России № 21-р. от 12 февраля 2019 г.)

(Из Перечня ВАК по состоянию на 03.04.2019 года)

(Раздел «Перечень рецензируемых научных изданий (ВАК) mgsu.ru»).

URL: http://mgsu.ru/science/publikatsionnaya-aktivnost/Perechen_VAK_03042019_specialnosti.pdf

№ п/п	Наименование издания	ISSN	Группы научных специальностей/научные специальности и соответствующие им отрасли науки, по которым присуждаются ученые степени	Дата включения издания в Перечень
1458.	Научный информационный сборник "Транспорт: наука, техника, управление"	0236-1914	05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте (технические науки), 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация (технические науки), 05.22.08 – Управление процессами перевозки (технические науки), 05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки), 05.22.14 – Эксплуатация воздушного транспорта (технические науки), 05.22.19 – Эксплуатация водного транспорта, судовождение (технические науки), 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности) (экономические науки)	с 28.12.2018

В рецензируемом научном информационном сборнике «ТРАНСПОРТ: наука, техника, управление» редакция традиционно публиковала статьи по группам научных специальностей. Тематика статей включает информационные технологии на транспорте, общие вопросы транспорта, логистику, железнодорожный, автомобильный, внутренний водный, морской, воздушный, трубопроводный, промышленный и городской транспорт, взаимодействие видов транспорта, смешанные перевозки грузов.

При этом следует иметь в виду, что согласно новым правилам в журналах, включенных в Перечень ВАК, для защиты диссертаций будут учитываться только статьи по уточненным научным специальностям, а не по группам специальностей. Поэтому авторам при подготовке статей с целью их последующего учета при защите диссертаций следует особое внимание уделять шифру научного направления и обязательно сверяться с новым Перечнем ВАК.

Соискателю ученой степени важно знать: Публикации по другим специальностям, не соответствующим специальности защищаемой диссертации, ВАК засчитывать НЕ будет.

Если статья была опубликована до 28 декабря 2018г. (т.е. до публикации обновленного перечня ВАК), статья будет засчитана.

Разъяснения по новым правилам имеются в сети Интернет. Раздел «Новые правила публикации статей в журналах из перечня ВАК». Например, URL: originaldissertations.com/newjournals2019.php

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ THE INFORMATION FOR AUTORS

ПРАВИЛА

направления, опубликования и рецензирования научных статей

1. К рассмотрению принимаются рукописи, отражающие результаты оригинальных исследований. Содержание рукописи должно относиться к тематике журнала, соответствовать его научному уровню, обладать определенной новизной и представлять интерес для широкого круга читателей журнала.

2. Опубликованные материалы, а также рукописи, находящиеся на рассмотрении в других изданиях, к публикации не принимаются.

3. Редакционная коллегия, а также рецензенты принимают на себя обязательство ограничить круг лиц, имеющих доступ к присланной в редакцию рукописи.

4. Рукопись должна содержать постановку задачи, исследование, библиографические ссылки и выводы.

5. К рассмотрению принимаются рукописи объемом не более одного авторского листа (авторский лист содержит 40 тыс. знаков, включая пробелы). Статьи принимаются в распечатанном виде и по электронной почте.

6. **Рукопись статьи должна быть представлена в следующем составе и последовательности:**

- перед названием статьи должно быть указан индекс УДК;
- название статьи на русском языке, под ним – фамилия автора (авторов) с указанием учёной степени, звания, места работы или учёбы;

- название статьи на английском языке, под ним – в латинской транслитерации фамилия автора (авторов) и на английском языке указание учёной степени (например, Doctor (Tech.), Ph. D.(Econ.)), звания (например, Professor, Associate Professor), места работы или учёбы;

- ключевые слова на русском языке, под ними - ключевые слова на английском языке (не менее пяти слов) (курсивом);

- аннотация (краткий реферат) не более 10 строк на русском языке, под ней - аннотация на английском языке (курсивом);

- текст, напечатанный шрифтом Times New Roman, кегль 14, через полтора интервала, в одну колонку, с полями не менее 20 мм, с пронумерованными страницами, с указанием номеров рисунков, рисунками, подрисовочными подписями и необходимыми к ним пояснениями. **Все рисунки должны быть черно-белыми, без оттенков, четко выполненными.** Рукопись не должна содержать более 10 рисунков и 5 таблиц;

- список использованной литературы (библиография) - не менее десяти источников, желательно использование также зарубежных источников;

- сведения об авторах: фамилия, имя и отчество (полностью), ученая степень, звание, должность, место работы и (или) учебы (полностью), адрес учреждения (с почтовым индексом) (домашний адрес не указывается), контактные телефоны (в том числе мобильный), e-mail;

- подписи авторов с указанием даты отправки рукописи.

7. **Рукопись должна быть представлена также на электронном носителе** (в программе Microsoft Word, шрифт Times New Roman, кегль 14, междустрочный интервал 1,5, расположение в одну колонку).

Текст и каждый рисунок должны быть представлены отдельными файлами:

- текста статьи – в формате DOC или RTF, имя файла текста статьи должно состоять из фамилии первого автора в латинской транслитерации (например, Karpuhin.doc)

- рисунки – в одном из форматов: TIFF, JPEG, GIF, EPS. Имя файла каждого рисунка должно состоять из фамилии первого автора в латинской транслитерации, дополненного знаком «подчеркивание» и номером рисунка в статье (например, Karpuhin_1.tif; Karpuhin_2.tif и т.д.).

8. При написании математических формул, подготовке графиков, диаграмм, блок-схем не допускается применение размеров шрифтов менее № 8 (за исключением индексов). Таблицы, рисунки и формулы являются частью текста и должны допускать электронное редактирование. Сложные математические формулы должны быть представлены как встроенные в Word объекты Microsoft Equation (Math Type).

9. Ссылки на литературу даются в порядке упоминания; в тексте номер ссылки ставится в квадратные скобки. Список использованных источников приводится в конце рукописи под заглавием «Литература». Библиографические описания в этом списке литературы оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008.

10. **К рукописи статьи прилагается экспертное заключение** о возможности публикации статьи в открытой печати, заверенное подписью и печатью.

11. Издание осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих ее тематике, с целью их экспертной оценки. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов. К рецензированию могут привлекаться члены Редакционной коллегии.

12. Редакция издания направляет авторам представленных материалов копии рецензий или мотивированный отказ, а также обязуется направлять копии рецензий в Министерство образования и науки Российской Федерации при поступлении в редакцию сборника соответствующего запроса.

Рукописи, не соответствующие указанным требованиям, редакцией не рассматриваются.

13. Все публикации в сборнике бесплатные. Авторские экземпляры научных сборников заказываются за плату.

14. Полные тексты статей сборника публикуются с отставанием на 12 мес. с момента выхода из печати и находятся в свободном доступе на сайте ВИНТИ РАН (Раздел «Издания и продукты»). – URL: <http://www.viniti.ru/products/publications/pub-12187#issues>.

15. Полное содержание журнала и метаданные статей (по мере выхода) находятся в свободном доступе на сайте НЭБ. – URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1367223>