

1

Январь-март (93) 2021

16+

СОДЕРЖАНИЕ

Учредитель
Ульяновский
государственный
технический
университет

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Н. Г. Ярушкина

**Заместитель
главного
редактора**

В. Г. Тронин

**Редакционная
коллегия:**

Е. В. Баландина
В. Е. Дементьев
А. А. Дырдин
М. М. Замалеев
С. К. Киселёв
В. Н. Ковальногов
А. М. Наместников
В. П. Табаков
В. В. Шишкин
Н. А. Евдокимова (отв.
секретарь)

- | | | |
|--|----|---|
| | | ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ |
| М. Е. Крошнева
М. Ю. Бахус | 4 | Проектирование системы визуальной навигации по кампусу УлГТУ |
| Ю.В. Жукова | 13 | Основные ошибки при написании англоязычной аннотации к научной статье аспирантами неязыковых вузов |
| Н. В. Тибушкина | 19 | Времена года и их символизм в романе М. А. Шолохова «Тихий Дон» |
| Ю. А. Тихонова | 24 | Ценности нового среднего класса в социально-политической сфере |
| | | ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ |
| П.А. Вельмисов
Ю.А. Тамарова
Н.Д. Алексанин
Н.И. Нуруллин | 28 | Исследование устойчивости изгибно-крутильных колебаний трубопровода |
| У. П. Зырянова
В. С. Гусарова
Э. Ю. Горская | 32 | Шумовое воздействие воздушных судов на прилегающие к территории аэродрома застройки |
| | | МАШИНОСТРОЕНИЕ |
| А. Н. Унянин
И. В. Семдянкин | 40 | Моделирование параметров и температурного поля процесса фрезерования заготовок тонкостенных деталей с различными скоростями подач |
| | | ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ |
| С. И. Гусев
В. В. Епифанов | 44 | Проблемы внедрения беспилотных автомобилей в экономическую среду |

Р. А. Сайфутдинов Д. Ю. Белогрудова	49	Метод прогнозирования авиационных происшествий в системе менеджмента безопасности авиационной деятельности
Р. А. Сайфутдинов А. С. Някина Я. В. Родненко	55	Обеспечение безопасности полёта воздушного судна по расчёту конструктивных ограничений
И. А. Филиппова А. С. Филиппов	63	Роль системы экономической безопасности в условиях современной России
И. А. Филиппова Д. А. Енилов Н. С. Саушкина	66	Заработная плата и факторы её формирования в современной России
И. А. Филиппова А. С. Ушкова	69	Вклад российских учёных в развитие мировой экономической мысли
И. А. Филиппова А. А. Кучина Э. А. Арсланова	72	Влияние глобализации на развитие российской экономики
	75	ХРОНИКА УНИВЕРСИТЕТА. КОНФЕРЕНЦИИ. ЮБИЛЕИ
	77	ABSTRACTS
	80	Правила оформления статей для журнала «Вестник УлГТУ»

**Адрес издателя
и редакции:**

✉ 432027, Россия,
г. Ульяновск,
ул. Северный Венец,
д. 32

☎ (8422) 43-06-43

<http://www.venec.ulstu.ru/lib/>

Журнал зарегистрирован
Государственным комите-
том Российской Федерации
по печати.

Свидетельство о регистра-
ции средства массовой ин-
формации №016797 от 14
ноября 1997 г.

Журнал включён в Россий-
ский индекс научного цити-
рования (РИНЦ).

Пятилетний импакт-фактор
РИНЦ – 0,247

Реферируется в ВИНТИ
РАН.

Отпечатано в ИПК

«Венец» УлГТУ

432027, Россия,

г. Ульяновск,

ул. Северный Венец,

д. 32

Подписано в печать
24.03.2021.

Дата выхода в свет

29.03.2021.

Формат 60×90/8.

Печать трафаретная.

Усл. печ. л. 10,00.

Тираж 150 экз.

Заказ

Цена свободная.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 517.9:539.3:532.5

П. А. ВЕЛЬМИСОВ, Ю. А. ТАМАРОВА, Н. Д. АЛЕКСАНИН, Н. И. НУРУЛЛИН

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ИЗГИБНО-КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ТРУБОПРОВОДА

Предложены нелинейные математические модели, описывающие изгибно-крутильные колебания трубопровода. Модели описываются нелинейными дифференциальными уравнениями с частными производными для неизвестных функций деформаций. Для предложенных моделей построены функционалы типа Ляпунова, на основе которых исследуется динамическая устойчивость трубопровода. Получены условия устойчивости, налагающие ограничения на параметры механической системы.

Ключевые слова: дифференциальные уравнения, трубопровод, деформация, устойчивость, метод функционалов Ляпунова.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Ульяновской области в рамках научных проектов №18-41-730015, №19-41-730006.

Введение

Во многих отраслях техники актуальной проблемой является исследование динамики и устойчивости составных частей конструкций, устройств, приборов, установок различного назначения при аэрогидродинамическом воздействии. Исследования, связанные с описанием колебаний трубопроводов и распространением волн в трубопроводах, содержащих газожидкостную среду, представлены во многих работах, например, [1–8].

Задача об исследовании динамической устойчивости, а именно – устойчивости по начальным данным, может быть сформулирована так: при каких значениях параметров, характеризующих систему «газ-тело», малым отклонениям тела от положения равновесия в начальный момент времени $t = 0$ будут соответствовать малые отклонения и в любой момент времени $t > 0$.

В данной работе для описания динамики трубопровода с протекающей в нём жидкостью предложены модельные уравнения, описывающие изгибно-крутильные колебания, а также уравнения, описывающие совместные продольно-изгибные и изгибно-крутильные колебания. На основе построенных функционалов исследуется динамическая устойчивость трубопровода с учётом его закручивания.

Математические модели

1) Модель, описывающая изгибно-крутильные колебания

$$m\ddot{w} + EJw'''' + (N(t) + m_*U^2(t))w'' + 2m_*U(t)\dot{w}' + m_*\dot{U}(t)w' + \alpha_2\dot{w}'''' + \alpha_1\dot{w}' + \alpha_0w - m\sigma\ddot{\theta} - w'' \left(\mu \int_0^l w'^2(x,t)dx + \nu \int_0^l w'(x,t)\dot{w}'(x,t)dx \right) = Q, \quad (1)$$

$$mr^2\ddot{\theta} - GJ_k\theta'' - \beta_2\dot{\theta}'' + \beta_1\dot{\theta}' + \beta_0\theta - m\sigma\dot{w} = M. \quad (2)$$

Здесь $w(x,t)$, $\theta(x,t)$ – поперечная деформация и угол закручивания сечения с координатой x в момент времени t ; EJ и GJ_k – изгибная и крутильная жёсткости; $m = m_0 + m_*$; m_0 , m_* – погонные массы трубопровода и жидкости; $U(t)$ – скорость жидкости в трубопроводе; $N(t)$ – сжимающее (растягивающее) продольное усилие; σ – расстояние от центра тяжести до центра жёсткости;

r – радиус инерции сечения относительно центра изгиба; α_2, β_2 – коэффициенты демпфирования (в поперечном и тангенциальном направлениях) материала трубопровода; $\alpha_1, \beta_1, \alpha_0, \beta_0$ – коэффициенты демпфирования и жесткости внешней связи; члены с коэффициентами μ, ν учитывают нелинейное растягивающее усилие, возникающее из-за деформации трубопровода, и его демпфирование; $Q(w, \dot{w}, \theta, \dot{\theta})$ и $M(w, \dot{w}, \theta, \dot{\theta})$ – поперечное воздействие и крутящий момент внешних связей или воздействий.

2) Модель, учитывающая совместные продольно-изгибные и изгибно-крутильные колебания

$$-EF\left(u' + \frac{1}{2}w'^2\right)' + m\ddot{u} - \gamma_2\dot{u}'' + \gamma_1\dot{u}' + \gamma_0u = P, \quad (3)$$

$$-EF\left[w'\left(u' + \frac{1}{2}w'^2\right)\right]' + m\ddot{w} + EJw'''' + (N(t) + m_*U^2(t))w'' + 2m_*U(t)\dot{w}' + m_*\dot{U}(t)w' + \alpha_2\dot{w}'''' + \alpha_1\dot{w}''' + \alpha_0\dot{w}'' - m\sigma\ddot{\theta} = Q, \quad (4)$$

$$mr^2\ddot{\theta} - GJ_k\theta'' - \beta_2\dot{\theta}'' + \beta_1\dot{\theta}' + \beta_0\dot{\theta} - m\sigma\ddot{w} = M. \quad (5)$$

Здесь $u(x, t)$ – продольная деформация, P – продольное внешнее воздействие; γ_2 – коэффициент демпфирования (в продольном направлении) материала трубопровода; γ_1, γ_0 – коэффициенты демпфирования и жесткости внешней связи.

Исследование динамической устойчивости

Рассмотрим модель изгибно-крутильных колебаний (1), (2). Предположим, что $\mu = \nu = 0$, а N и U являются постоянными. Введём в рассмотрение функционал

$$J(w, \theta) \equiv J(t) = \int_0^l \left[(m\dot{w}^2 - 2m\sigma\dot{w}\dot{\theta} + mr^2\dot{\theta}^2) + EJ(w'')^2 + GJ_k(\theta')^2 - (N + m_*U^2)(w')^2 + \alpha_0w^2 + \beta_0\theta^2 \right] dx. \quad (6)$$

Для производной $\frac{dJ}{dt}$ этого функционала в силу уравнений (1), (2) получим

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \frac{dJ}{dt} = & - \int_0^l \left[EJ(w'''\dot{w} - w''\dot{w}') + (N + m_*U^2)\dot{w}w' + Um_*\dot{w}^2 + \alpha_2(\dot{w}'''\dot{w} - \dot{w}''\dot{w}') - GJ_k\theta'\dot{\theta} - \right. \\ & \left. - \beta_2\dot{\theta}'\dot{\theta} \right] - \int_0^l \left[\alpha_2(\dot{w}''')^2 + \alpha_1\dot{w}''^2 + \beta_2(\dot{\theta}')^2 + \beta_1\dot{\theta}''^2 \right] + \int_0^l (Q\dot{w} + M\dot{\theta}) dx. \end{aligned} \quad (7)$$

Предполагая коэффициенты демпфирования и жесткости неотрицательными, а концы трубопровода закреплёнными жёстко ($w = w' = 0$) или шарнирно ($w = w'' = 0$), и учитывая, что на концах $\theta = 0$ или $\theta' = 0$, получим

$$\frac{1}{2} \frac{dJ}{dt} \leq \int_0^l (Q\dot{w} + M\dot{\theta}) dx. \quad (8)$$

Если внешние связи удовлетворяют условию

$$\int_0^l (Q\dot{w} + M\dot{\theta}) dx \leq 0, \quad (9)$$

что, в частности, имеет место для свободных колебаний, то $\frac{dJ}{dt} \leq 0$, $J(t) \leq J(0)$, откуда получим

$$\begin{aligned} J(t) & \equiv \int_0^l \left[H(\dot{w}, \dot{\theta}) + EJ(w'')^2 + GJ_k(\theta')^2 - (N + m_*U^2)(w')^2 + \alpha_0w^2 + \beta_0\theta^2 \right] (x, t) dx \leq \\ & \leq \int_0^l \left[H(\dot{w}, \dot{\theta}) + EJ(w'')^2 + GJ_k(\theta')^2 - (N + m_*U^2)(w')^2 + \alpha_0w^2 + \beta_0\theta^2 \right] (x, 0) dx \equiv J(0). \end{aligned} \quad (10)$$

Квадратичная форма $H(\dot{w}, \dot{\theta})$, определяемая выражением

$$H(\dot{w}, \dot{\theta}) = m\dot{w}^2 - 2m\sigma\dot{w}\dot{\theta} + mr^2\dot{\theta}^2, \quad (11)$$

является положительно определённой при $r > \sigma$.

Используя неравенство Коши-Буняковского

$$\int_0^l w'^2 dx \leq \frac{l^2}{2} \int_0^l w''^2 dx,$$

согласно (10) получим

$$\int_0^l \left[H(\dot{w}, \dot{\theta}) + \left(\frac{2}{l^2} EJ - N - m_* U^2 \right) (w')^2 + GJ_k (\theta')^2 + \alpha_0 w^2 + \beta_0 \theta^2 \right] (x, t) dx \leq J(0). \quad (12)$$

Из неравенства (12) следует теорема

Теорема 1. Если выполнены условия

$$r > \sigma, \quad N < \frac{2}{l^2} EJ - m_* U^2, \quad (13)$$

то имеет место динамическая устойчивость (устойчивость по Ляпунову) изгибно-крутильных колебаний трубопровода (по отношению к возмущениям начальных значений $w(x, 0)$, $\theta(x, 0)$, $\dot{w}(x, 0)$, $\dot{\theta}(x, 0)$, $w'(x, 0)$, $\theta'(x, 0)$, $w''(x, 0)$).

Рассмотрим теперь уравнения (3)-(5). Предполагая N и U постоянными, введём функционал

$$\begin{aligned} S(u, w, \theta) \equiv S(t) = & \int_0^l \left[H(\dot{w}, \dot{\theta}) + EJ(w'')^2 + GJ_k (\theta')^2 - (N + m_* U^2) (w')^2 + \alpha_0 w^2 + \beta_0 \theta^2 + \right. \\ & \left. + EF \left(u' + \frac{1}{2} w'^2 \right)^2 + m\dot{u}^2 + \gamma_0 u^2 \right] dx. \end{aligned} \quad (14)$$

Для производной $\frac{dS}{dt}$ в силу уравнений (3)-(5) получим

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \frac{dS}{dt} = & - \int_0^l \left[EJ(w''' \dot{w} - w'' \dot{w}') + (N + m_* U^2) w' \dot{w} + Um_* \dot{w}^2 + \alpha_2 (\dot{w}'' \dot{w} - \dot{w}'' \dot{w}') - GJ_k \theta' \dot{\theta} - \beta_2 \dot{\theta}' \dot{\theta} - \right. \\ & \left. - EF \left(u' + \frac{1}{2} w'^2 \right) (\dot{u} + w' \dot{w}) - \gamma_2 \dot{u} \dot{u}' \right] - \int_0^l \left[\alpha_2 (\dot{w}'')^2 + \alpha_1 \dot{w}^2 + \beta_2 (\dot{\theta}')^2 + \beta_1 \dot{\theta}^2 + \gamma_1 \dot{u}^2 + \gamma_2 (\dot{u}')^2 \right] dx + \\ & + \int_0^l (Q \dot{w} + M \dot{\theta}) dx. \end{aligned} \quad (15)$$

Вновь предполагая, что коэффициенты демпфирования и жёсткости неотрицательны, концы трубопровода жёстко зашпелены или закреплены шарнирно, а для внешних связей выполняется неравенство (9), получим

$$\begin{aligned} \int_0^l \left[H(\dot{w}, \dot{\theta}) + \left(\frac{2}{l^2} EJ - N - m_* U^2 \right) (w')^2 + GJ_k (\theta')^2 + \alpha_0 w^2 + \beta_0 \theta^2 + EF \left(u' + \frac{1}{2} w'^2 \right)^2 + \right. \\ \left. + m\dot{u}^2 + \gamma_0 u^2 \right] (x, t) dx \leq S(t) \leq S(0). \end{aligned} \quad (16)$$

Из неравенства (16) следует теорема

Теорема 2. Если выполнены условия (13), то решение начально-краевой задачи $w(x, t)$, $\theta(x, t)$, $u(x, t)$ является устойчивым по отношению к возмущениям начальных данных $w(x, 0)$, $\theta(x, 0)$, $u(x, 0)$, $\dot{w}(x, 0)$, $\dot{\theta}(x, 0)$, $\dot{u}(x, 0)$, $w'(x, 0)$, $\theta'(x, 0)$, $u'(x, 0)$, $w''(x, 0)$.

Устойчивость имеет место также для функций $\dot{w}(x, t)$, $\dot{\theta}(x, t)$, $\dot{u}(x, t)$, $w'(x, t)$, $\theta'(x, t)$, $u'(x, t)$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анкилов А. В., Вельмисов П. А. Функционалы Ляпунова в некоторых задачах аэрогидроупругости. – Ульяновск, 2019. – 201 с.

2. Блинков Ю. А., Иванов С. В., Могилевич Л. И. Моделирование волн деформаций в физически нелинейной оболочке, содержащей вязкую несжимаемую жидкость // Тр. МАИ. – 2013. – №69. – С. 5.
3. Вельмисов П. А., Корнеев А. В. Математическое моделирование в задаче о динамической устойчивости трубопровода // Автоматизация процессов управления. – 2015. – №1(39). – С. 63–73.
4. Вельмисов П. А., Покладова Ю. В. Исследование динамики трубопровода с учётом запаздывания внешних воздействий // Вестник УлГТУ. – 2004. – №4 (28). – С. 26–29.
5. Вельмисов П. А., Логинов Б. В., Милушева С. Д. Исследование устойчивости трубопровода // Приложение на математиката в техниката: сб. доклады и научни съобщения. XXI национална школа. – Болгария, Варна, 1995. – С. 299–304.
6. Мовчан А. А. Об одной задаче устойчивости трубы при протекании через нее жидкости // Прикладная математика и механика. – 1965. – Вып.4. – С. 760–762.
7. Феодосьев В. И. О колебаниях и устойчивости трубы при протекании через неё жидкости // Инж. сб. – 1951. – Т.10. – С.169–170.
8. Челомей С. В. О динамической устойчивости упругих систем // Докл. АН ССР. Сер. «Механика». – 1980. – Т.252, №2. – С.307–310.

REFERENCES

1. Ankilov A. V., Velmisov P. A. *Funktsionaly Lyapunova v nekotoryh zadachah aerogidrouprugosti* [Lyapunov Functionals in Some Problems of Aerohydroelasticity]. Ulyanovsk, 2019, 201 p.
2. Blinkov Yu. A., Ivanov S. V., Mogilevich L. I. *Modelirovanie voln deformatsii v fizicheski nelineinoi obolochke, sodержashchei вязкую neshhimaemuyu zhidkost* [Deformation Waves Simulation in a Physically Non-linear Shell Containing a Viscous Incompressible Fluid]. *Tr.MAI* [Proc. of MAI], 2013, no. 69, pp.5.
3. Velmisov P. A., Korneev A. V. *Matematicheskoe modelirovanie v zadache o dinamicheskoi ustoichivosti truboprovoda* [Mathematical Modeling in the Problem of Dynamic Stability of the Pipeline]. *Avtomatizatsiya protsessov upravleniya* [Automation of Control Processes], 2015, no. 1(39), pp. 63–73.
4. Velmisov P. A., Pokladova Yu. V. *Issledovanie dinamiki truboprovoda s uchetom zapazdyvaniya vneshnih vozdeystvii* [The Investigation of Pipeline Dynamics Subject to External Action Lagging]. *Vestnik UIGTU* [Bull. of Ulyanovsk State Technical University], 2004, no. 4 (28), pp. 26–29.
5. Velmisov P. A., Loginov B. V., Milusheva S. D. *Issledovanie ustoichivosti truboprovoda* [Investigation of the Pipeline Stability]. *Prilozhenie na matematikata v tehnikata: Sb. dokladi I nauchni sobshcheniya. XXI natsionalnaya shkola* [Applied Mathematics and Engineering: Proc. of the 21th National School]. Bolgariya, Varna, 1995, pp. 299–304.
6. Movchan A. A. *Ob odnoi zadache ustoichivosti truby pri protekanii cherez nee zhidkosti* [On a Stability Problem of a Pipeline Containing Flowing Fluid]. *Prikladnaya matematika i mekhanika* [Journal of Applied Mathematics and Informatics], 1965, iss.4, pp. 760–762.
7. Feodosev V. I. *O kolebaniyah I ustoichivosti truby pri protekanii cherez nee zhidkosti* [On Vibration and Stability of a Pipeline Containing Flowing Fluid]. *Inzh. sb.* [Engineering Proc. of the Academy of Sciences of the USSR], 1951, vol.10, pp. 169–170.
8. Chelomei S. V. *O dinamicheskoi ustoichivosti uprugih system* [On Dynamic of Elastic Systems]. *Dokl. AN SSSR. Ser. Mekhanika* [Proc. Of the Academy of Sciences of the USSR. Mechanics Series], 1980, vol.252, no. 2, pp. 307–310.

•••••

Вельмисов Пётр Александрович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой «Высшая математика», Ульяновский государственный технический университет.

Тамарова Юлия Александровна, соискатель кафедры «Высшая математика», Ульяновский государственный технический университет.

Александрин Николай Дмитриевич, аспирант кафедры «Высшая математика», Ульяновский государственный технический университет.

Нуруллин Наиль Ильдарович, аспирант кафедры «Высшая математика», Ульяновский государственный технический университет.

Поступила 20.02.2021 г.

У. П. ЗЫРЯНОВА, В. С. ГУСАРОВА, Э. Ю. ГОРСКАЯ

ШУМОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ПРИЛЕГАЮЩИЕ К ТЕРРИТОРИИ АЭРОДРОМА ЗАСТРОЙКИ

В связи с вступлением в силу федерального закона от 1 июля 2017 г. №135-ФЗ о внесении изменений в статью 47 Воздушного кодекса Российской Федерации, определены требования к приаэродромной территории, которая объявлена зоной с особыми условиями использования, где могут выделяться подзоны с определёнными условиями ограниченного использования. Приводится обзор нормативно-правовых документов и результатов научных исследований по нормированию воздействия шума на жилые застройки в районе приаэродромной территории. Отмечено, что проблемы возникают при обосновании выделения границ седьмой подзоны приаэродромной территории, которая устанавливается в большинстве случаев на основе данных из проекта санитарно-защитной зоны (СЗЗ) без учёта зашумления территории при испытательных полётах воздушных судов, то есть санитарных разрывов.

Приводятся результаты исследования по установлению границ седьмой подзоны по шумовому воздействию приаэродромной территории аэродрома «Ульяновск (Баратаевка)» юго-восточнее с. Баратаевка г. Ульяновска.

Ключевые слова: приаэродромная территория; авиационный шум; нормирование; зонирование территории, жилые застройки, аэродром.

В связи со значительными изменениями, произошедшими в законодательстве относительно установления приаэродромной территории [3, 4], выявлены проблемы, касающиеся нормирования воздействия авиационного шума (АШ) на прилегающую к аэродрому территорию. Как отмечают авторы [16, 17], система нормирования шума транспортных источников в России не учитывает сложившуюся практику его применения. Также выявлено, что самолёты шумных типов активно выводились из эксплуатации, и воздействие авиационного шума вблизи аэропортов уменьшилось, но проблема защиты от шума требует контроля при планировании землепользования.

Учёт неблагоприятных факторов воздействия на здоровье населения, проживающего вблизи аэропортов, был использован при разработке проектов санитарно-защитных зон аэропортов. Согласно СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03 в составе проекта должно было учитываться воздействие как наземных, так и воздушных источников. Если по наземным источникам методическая база для расчётов неблагоприятного воздействия имеется, то по воздушным она практически отсутствует, поэтому санитарные разрывы в

составе проектов СЗЗ в последние годы органами Роспотребнадзора не рассматривались.

Следует отметить, что в последнее время практически все экспертные организации и территориальные органы Роспотребнадзора рекомендовали разработчикам сокращать расчётные размеры санитарно-защитных зон аэропортов до границ землеотвода и соответствующих санитарных разрывов, что было выгодно и аэропортам.

Указанные действия продиктованы несколькими причинами: отсутствие контроля за проведением защитных мероприятий и ответственности за отселение людей, проживающих в СЗЗ; не регламентировано ограничение жилищного и дачного строительства в зоне санитарных разрывов авиационного шума, что косвенно сегодня повторяется в проектах, разрабатываемых приаэродромных территорий. Ответственность за согласованные в итоге размеры расчётных СЗЗ и санитарных разрывов не несут ни разработчики проектов СЗЗ, ни экспертные организации, ни территориальные органы Роспотребнадзора. Это явилось следствием многолетнего неурегулирования вопросов комплексной санитарно-гигиенической оценки деятельности аэропортов (аэродромов), что повторяется при установлении седьмой подзоны приаэродромной территории.

Поэтому попытка каким-то образом учесть влияние наземных объектов посредством разра-

ботки проектов СЗЗ фактически закончилась неудачей, что подтверждает Постановление Правительства РФ от 31 мая 2018 №635, которое предусматривает принятие решения о прекращении существования санитарно-защитной зоны аэродрома после установления приаэродромной территории соответствующего аэродрома. Таким образом, понесённые аэропортами гражданской авиации с 2007 года значительные временные и финансовые затраты на разработку проектов СЗЗ оказались напрасны.

Проблемы, связанные с воздействием авиационного шума и необходимостью защиты от него, требуют постоянного контроля при планировании землепользования. Воздействие авиационного шума, как правило, оценивается по площади контуров шума вокруг аэропортов, а также по числу людей, проживающих на территории в пределах этих контуров. Контур шума заданного индекса представляют собой размеры приаэродромной территории аэропорта, на которой уровни шума превышают соответствующие пороговые значения.

В последние годы в России постоянно наблюдается приближение жилой застройки к маршрутам полётов и границам аэродромов. Это значительно ухудшило условия проживания вблизи 30 самых загруженных аэропортов страны и увеличило численность населения, находящегося в границах контуров авиационного шума в ночное время ($L_{экв} = 45$ дБА), до 6,5 миллионов человек. Проведённые измерения авиационного шума на территории посёлков, на придомовой территории и в жилых помещениях, зафиксировали превышения значений предельно допустимых (по СН 2.2.4/2.1.8.562-96) уровней шума до 25–35 дБА (по эквивалентному значению) и до 25–40 дБА (по максимальному значению).

В свою очередь, несмотря на происходившее увеличение интенсивности полётов, целенаправленная политика государств-членов ЕС в сфере управления авиационным шумом и развития законодательных требований к зонированию соответствующих территорий позволила стабилизировать уровни шума в аэропортах Европы и их окрестностях, а также добиться сокращения размеров контуров авиационного шума. В период с 2005 по 2014 в 2 100 аэропортах площадь контуров авиационного шума снизились на 2% в дневное время суток ($L_{ден}$) и 1% в ночное время суток ($L_{ноч}$). Численность населения, подвергавшегося воздействию АШ с уровнем выше $L_{ден}=55$ дБА на территориях вблизи 91 европейского аэропорта с количеством 50 000 полётов в

год, в 2014 г. составила около 5 миллионов человек [14].

Целью данного исследования является определение шумового воздействия на аэродроме «Ульяновск (Баратаевка)» и установление границ седьмой подзоны в соответствии с требованиями, а также соотнесение полученных результатов с данными из проекта санитарно-защитной зоны от 2012 года.

Установление приаэродромной территории аэродрома «Ульяновск (Баратаевка)» юго-восточнее с. Баратаевка г. Ульяновска проводится на основании [5]. Основным видом деятельности аэродрома является обеспечение учебных полётов ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева».

Аэродром «Ульяновск (Баратаевка)» располагается в 15 км юго-западнее центра г. Ульяновска (свидетельство о государственной регистрации №71 от 05.09.2018). Имеется взлётно-посадочная полоса с искусственным бетонным покрытием длиной 3100 м, шириной 45 м и лётная полоса длиной 3400 м и шириной 300 м.

На территории аэродрома функционируют: аэродромная служба, контрольно-допускной пункт, авиационно-техническая база, склад красок и химвеществ, механические мастерские, склад ГСМ, участок мойки узлов и агрегатов, гаражные боксы, котельная, технические домики, пожарная служба, старое здание аэровокзала, столярный цех, АЗС ГСМ, административно-производственное здание, очистные сооружения ливневых стоков, патрульная автодорога, трансформаторные подстанции, распределительная подстанция, метеооборудование, передающее радиотехническое оборудование.

С севера площадка граничит с трассой Саранск-Самара, с востока – с дачными участками, с запада и юга – с пустырьём. Ближайшие жилые постройки находятся на расстоянии 114 м от территории аэродрома в северном направлении (ул. Мира, с. Баратаевка). Жилые дома п. Лесная долина располагаются в 1,2 км юго-западнее территории аэродрома.

На аэродроме установлена санитарно-защитная зона (на основании санитарно-эпидемиологического заключения Управления Роспотребнадзора по Ульяновской области №73.ОЦ.08.000.Т.000505.12.12 от 19.12.2012) по химическому и физическому факторам с переменным характером: 0 м – в северном направлении; 0 м – в северо-восточном; 0 м – в восточном; 404 м – в юго-восточном; 0 м – в южном; 392 м – в юго-западном; 188 м – в западном; 0 м – в северо-западном направлении (рис. 1).



Рис. 1. Санитарно-защитная зона аэродрома «Ульяновск (Баратаевка)»

Таблица 1

Авиационный парк на аэродроме «Ульяновск (Баратаевка)»

Наименование ВС	Количество ВС	Тип использования ВС
Як-18	27	Учебный
Ан-2	3	Учебный
DA-40	14	Учебный
DA-42	11	Учебный
Cessna-172	—	Планируется к использованию
Boeing-767-200ER	1	Дальнемагистральный

Таблица 2

План полётов на аэродроме «Ульяновск (Баратаевка)»

Наименование ВС	Минимум погоды	Время вылета (по UTC)	Задание на полёт
Як-18	300х4000х15	с 5:00 до 12:00	С. Ташла - Ульяновск
Як-18	300х4000х12	с 5:00 до 12:00	С. Ташла - Ульяновск
Як-18	250х3000х15	с 5:00 до 12:00	С. Ташла - Ульяновск
Як-18	300х4000х12	с 5:00 до 12:00	С. Ташла - Ульяновск
Як-18	300х4000х12	с 5:00 до 12:00	С. Ташла - Ульяновск
Як-18	200х2000х15	с 5:00 до 12:00	С. Ташла - Ульяновск
Як-18	200х2000х15	с 5:00 до 12:00	С. Ташла - Ульяновск
Як-18	250х3000х15	с 5:00 до 12:00	С. Ташла - Ульяновск
Ан-2	150х2000х18	с 5:00 до 11:30	Ульяновск – С. Ташла
Ан-2	150х2000х18	с 5:00 до 11:30	Ульяновск – С. Ташла
DA-42	400х1000х80	с 13:00 до 19:00	Улн. – Казань – Улн.
DA-42	300х1000х80	с 13:05 до 19:00	Улн. – Самара – Улн.
DA-42	200х800х80	с 13:15 до 19:00	Улн. – Саранск – Улн.
DA-40	250х3000х18	с 5:30 до 12:30	Ульяновск (РА)
DA-40	300х4000х18	с 5:30 до 12:30	Ульяновск (РА)
DA-40	250х3000х15	с 5:30 до 12:30	Ульяновск (РА)
Boeing-767-200ER	300х4000х15	с 3:00 до 18:30	

Согласно проведённым расчётам, в санитарно-защитную зону не попадает жилая застройка, а также садовые некоммерческие товарищества.

Ближайшим к аэродрому водным объектом является река Сельдь (0,9 км). Общий водоток данного водоёма превышает 50 км, установлена водоохранная зона в 200 м. Размер прибрежных защитных полос составляет 50 м. Аэродром «Ульяновск (Баратаевка)» находится вне водоохранных зон.

Авиационный парк на аэродроме представлен шестью наименованиями воздушных судов (таблица 1).

Полёты осуществляются согласно плану полётов во временном режиме UTC (таблица 2).

Единовременно осуществляется 1 полёт. В ночное время суток полёты не осуществляются.

Рассмотрим шумовое воздействие объектов аэродрома для определения границ седьмой подзоны приаэродромной территории согласно [2, 5, 6], в пределах которой из-за превышения уровня шумового, электромагнитного воздействия, концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе запрещается размещать объекты, виды которых в зависимости от их функционального назначения определяются уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

Расчёт уровня шума на границе седьмой подзоны и нормируемой территории проводился в программе «Эколог-ШУМ 2.1» фирмы «Интеграл» (г. Санкт-Петербург). Расчёты шума от источников, представленных в таблице 2, выполнены для дневного и ночного времени суток.

Таблица 2

Характеристика источников шума на аэродроме «Ульяновск (Баратаевка)»

Наименование объекта	Характеристика источника	Уровень шума La, дБА
Шум на взлётно-посадочной полосе	Шум от работы двигателей самолётов в ходе взлётно-посадочного цикла	94
Аэродромная служба	Технологическое оборудование	84
Авиационно-техническая база	Оргтехника, технологическое оборудование	82
Здание механических мастерских	Металлообрабатывающее оборудование	75
Склады ГСМ	Шум от процессов налива-слива ГСМ	63
Колбенный участок	Шум от работы испытательных стендов	72
Гаражные боксы	Шум от двигателей автомобилей, работ по обслуживанию спецтехники	63
Котельная	Шум от работы котлов	75
Технические домики цехов	Шум от техоборудования	81

Таблица 3

Характеристика контрольных точек для акустических расчётов

Объект	Координаты источника			Тип точки
	X (м)	Y (м)	Высота подъёма (м)	
пос. Лесная долина	306.00	363.00	1.50	Расчётная точка на границе охранной зоны
с. Баратаевка	22897.00	4786.00	1.50	Расчётная точка на границе жилой зоны
с. Баратаевка	3296.00	5305.00	1.50	Расчётная точка на границе жилой зоны
Перспективная жилая застройка	4307.00	3148.00	1.50	Расчётная точка на границе жилой зоны
СНТ «Пригородный»	4165.50	2849.00	1.50	Расчётная точка на границе охранной зоны
СНТ «Пригородный»	4030.50	2576.50	1.50	Расчётная точка на границе охранной зоны
СНТ «Пригородный»	3837.50	2601.50	1.50	Расчётная точка на границе охранной зоны
Седьмая подзона	4843.50	3665.50	1.50	Расчётная точка на границе 7-й подзоны
Седьмая подзона	4472.50	5103.50	1.50	Расчётная точка на границе 7-й подзоны
Седьмая подзона	3500.50	5296.00	1.50	Расчётная точка на границе 7-й подзоны
Седьмая подзона	2445.00	4147.00	1.50	Расчётная точка на границе 7-й подзоны
Седьмая подзона	4080.00	2665.50	1.50	Расчётная точка на границе 7-й подзоны
Седьмая подзона	4381.00	3302.00	1.50	Расчётная точка на границе 7-й подзоны
Седьмая подзона	3645.00	1772.00	1.50	Расчётная точка на границе 7-й подзоны

Таблица 4

Результаты расчётов уровней шума в контрольных точках на приаэродромной территории аэродрома «Ульяновск (Баратаевка)», *дБА*

Контрольная точка	31,5 Гц	63 Гц	125 Гц	250 Гц	500 Гц	1000 Гц	2000 Гц	4000 Гц	8000 Гц	LAэкв	LAмакс
пос. Лесная долина	51,7/ 0	52,4/ 0	52,3/ 0	43,6/ 0	34,7/ 0	19,4/ 0	2,5/ 0	0/0	0/0	39,7/0	39,7/0
с. Баратаевка	56,9/ 5,2	57,7/ 9,5	58,5/ 10,4	51/ 9,9	44,1/ 0	32,6/ 0	22,8/ 0	0/0	0/0	47,1/ 1,3	47,1/ 19,3
с. Баратаевка	56,9/ 6,3	57,8/ 10,5	58,7/ 11,4	51,3/ 10,9	44,7/ 0	34/0	26,2/ 0	9,7/0	0/0	47,4/ 2,3	47,6/ 26,7
Перспективная жилая застройка	61,2/ 23,3	62,1/ 26,3	63,4/ 28,2	56,5/ 28,9	50,9/ 24,5	41,7/ 20,6	36,5/ 17,9	24,7/ 12	2/ 2	53,0/ 26,8	53,2/ 34,1
СНТ «Пригородный»	61,2/ 16,2	62,1/ 26,9	63,4/ 28,8	56,5/ 29,6	50,8/ 25,3	41,5/ 21,8	36/ 19,9	24,3/ 16,6	10,4/ 10,4	52,9/ 28,2	53,0/ 31,1
СНТ «Пригородный»	61,1/ 16,2	62/ 19,2	63,3/ 20,9	56,4/ 21,3	50,6/ 16,4	41,1/ 11,2	35,4/ 6,9	22,5/ 0	0/0	52,8/ 17,9	52,8/ 25,4
СНТ «Пригородный»	62,4/ 16,2	63,3/ 19,2	64,6/ 20,9	57,8/ 21,4	52,3/ 16,5	43,4/ 11,7	38,7/ 8	28/ 1	0/0	54,4/ 18,3	54,4/ 27,6
Седьмая подзона	58,8/ 16,4	59,6/ 19,5	60,7/ 21,1	53,6/ 21,5	47,5/ 16,1	37,5/ 11,1	31,1/ 5,3	17,8/ 0	0/0	49,9/ 17,8	50,3/ 33,6
Седьмая подзона	57,1/ 19,5	57,9/ 22,9	58,9/ 24,9	51,6/ 25,8	45,2/ 21,2	35,1/ 17,4	28,6/ 15,7	16,2/ 12,1	0/0	47,8/ 23,9	57,4/ 49,9
Седьмая подзона	57,2/ 7,8	58/ 11	59/ 11,9	51,6/ 11,6	45,2/ 0,2	34,7/ 0	27,5/ 0	12,2/ 0	0/0	47,8/ 3,0	48,1/ 28,9
Седьмая подзона	59,6/9, 9	60,5/ 12,8	61,6/ 14,1	54,5/ 14,3	48,4/ 8,2	38,3/ 1,1	31,4/ 0	16/ 0	0/0	50,8/ 9,1	50,8/ 20,5
Седьмая подзона	61,1/ 17,9	62/ 21	63,3/ 22,7	56,4/ 23,3	50,6/ 18,5	41,2/ 14,2	35,5/ 10,6	22,8/ 4,7	0/0	52,8/ 20,5	52,8/ 26,6
Седьмая подзона	61,2/ 23,3	62,1/ 26,3	63,4/ 28,1	56,5/ 28,9	50,8/ 24,4	41,7/ 20,5	36,7/ 17,6	25,2/ 12	0,1/ 0,1	53,0 / 26,7	53,2/ 35,3
Седьмая подзона	60,1/ 8,7	61/ 12,1	62,2/ 13,2	55,1/ 13	49,2/ 5,1	39,5/ 0	33,3/ 0	19,3/ 0	0/0	51,5/ 6,3	51,5/ 17,0

Примечание: уровень шума указан в «дневное время суток»/ «в ночное время суток»

Согласно данным Noise Certification Database и таблицы 2, максимальный уровень шума наблюдается при заходе воздушных судов на посадку на расстоянии 450 м от взлётно-посадочной полосы. При взлёте наибольший уровень эквивалентного шума наблюдается от самолётов Ан-14 и составляет 93,7 дБА.

С учётом приведённых данных и в соответствии с п. 12.5 [10] произведён выбор расчётных точек, для которых впоследствии выполнен расчёт уровней шума. Для оценки влияния шума от объекта проведены расчёты в 14-ти точках на границе седьмой подзоны и аэродромной территории (таблица 3).

Данные замеров в контрольных точках приаэродромной территории представлены в таблице 4. Нормирование определялось согласно [9].

На основе данных результатов акустических расчётов из таблицы 4 следует сделать вывод, что уровни шума на границе седьмой подзоны и за её пределами на территории с нормируемыми показателями качества среды обитания не превышают допустимых значений для дневного и ночного времени суток, что соответствует требованиям [9].

Если соотнести результаты акустических расчётов с данными из проекта санитарно-защитной зоны, утверждённого санитарно-эпидемиологическим заключением от 2012 года, то можно заметить, что данные по уровню шума в контрольных точках не изменились. Таким образом, для определения границы седьмой подзоны необходимо произвести расчёты, учитывающие факторы электромагнитного воздействия и концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2021).

2. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 № 60-ФЗ (ред. от 08.06.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2021).

3. Федеральный закон №342-ФЗ от 03.08.2018 (ред. от 27.12.2019) «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации».

4. Федеральный закон №135-ФЗ от 01.07.2017 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования порядка установления и использования приаэродромной территории и санитарно-защитной зоны».

5. Постановление Правительства РФ от 02.12.2017 №1460 «Об утверждении Правил установления приаэродромной территории, Правил выделения на приаэродромной территории подзон и Правил разрешения разногласий, возникающих между высшими исполнительными органами государственной власти субъектов Российской Федерации и уполномоченными Правительством Российской Федерации федеральными органами исполнительной власти при согласовании проекта решения об установлении приаэродромной территории».

6. Письмо Федерального агентства воздушного транспорта от 07.11.2019 №Исх-39460/04 «О методических рекомендациях по разработке проекта решения об установлении приаэродромных территорий аэродромов гражданской авиации РФ» [Электронный ресурс] – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73135998/> (дата обращения: 19.03.2021).

7. ГОСТ 22283–2014. Межгосударственный стандарт. Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения (введён в действие Приказом Росстандарта от 09.07.2014 №821-ст) // Официальное издание. – М.: Стандартинформ, 2015. [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200112157> (дата обращения: 19.03.2021).

8. ГОСТ 17229–2014. Самолёты пассажирские и транспортные. Метод определения уровня шума, создаваемого на местности // Официальное издание. – М.: Стандартинформ, 2015. [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/>

document/1200009599 (дата обращения: 19.03.2021).

9. СН 2.2.4/ 2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

10. СП 51.13330.2011 Защита от шума.

11. Конвенция о международной гражданской авиации (Чикаго, 7 декабря 1944 г.) (с изм.) // [Электронный ресурс] – URL: <http://base.garant.ru/2540490/> (дата обращения: 19.03.2021).

12. Приложение 16 к Конвенции о международной гражданской авиации: Охрана окружающей среды. Том I Авиационный шум /ИКАО, седьмое издание, 2014. [Электронный ресурс] – URL: <http://base.garant.ru/2540490/> (дата обращения: 19.03.2021).

13. Doc 9829 AN/451. Инструктивный материал по сбалансированному подходу к управлению авиационным шумом // ИКАО, второе издание, 2008. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.icao.int>. (дата обращения: 19.03.2021).

14. Doc 9911, Руководство по рекомендуемому методу расчёта контуров шума вокруг аэропортов // ИКАО, первое издание, 2008. [Электронный ресурс] – URL: <https://ecoflight.ru/images/doc/documents/szz/Doc9911.pdf> (дата обращения: 19.03.2021).

15. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума: Методические рекомендации. – М.: ФЦГиЭ Роспотребнадзора, 2012. – 48 с. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=4649 (дата обращения: 19.03.2021).

16. Картышев О. А., Николайкин Н. И. Критерии оценки авиационного шума для зонирования приаэродромной территории аэропортов и обоснования защитных мероприятий // Научный Вестник МГТУ ГА. – 2017. – Т. 20, №3. – С. 30–40. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.aviaport.ru/digest/2019/09/23/607217.html>, <https://avia.mstuca.ru/jour/article/view/1078/953#> (дата обращения: 19.03.2021).

17. Картышев О. А., Пинигин М. А. Современные проблемы установления и использования седьмой подзоны приаэродромной территории // Центр экологической безопасности гражданской авиации. – 2019. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.aviaport.ru/digest/2019/01/22/572373.html> (дата обращения: 19.03.2021).

18. Семашко П. В., Яригин А. В., Стеблій Н. М. Современный подход к решению проблемы акустического загрязнения, прилегающих к аэропортам гражданской авиации, территорий // Современные аспекты здоровьесбережения : сб.

материалов юбил. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Минск, 2019. – С. 737–747. [Электронный ресурс] – URL: http://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/25913/737_747.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (дата обращения: 19.03.2021).

19. Яценко П. С. От авиационного шума к недобросовестной конкуренции // Право: история, теория, практика : материалы V Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2017 г.). – Санкт-Петербург : Своё издательство, 2017. – С. 138–141. – URL: <https://moluch.ru/conf/law/archive/227/12694/> (дата обращения: 19.03.2021).

REFERENCES

1. *Zemel'nyj kodeks Rossijskoj Federacii ot 25.10.2001 № 136-FZ (red. ot 30.12.2020) (s izm. i dop., vstup. v silu s 10.01.2021)* [Land Code of the Russian Federation No. 136-FZ of 25.10.2001 (as amended on 30.12.2020) (with amendments and additions, intro)].

2. *Vozdushnyj kodeks Rossijskoj Federacii ot 19.03.1997 № 60-FZ (red. ot 08.06.2020) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.01.2021)* [Air Code of the Russian Federation of 19.03.1997 No. 60-FZ (as amended on 08.06.2020) (with amendments and additions, entry)].

3. *Federal'nyj zakon № 342-FZ ot 03.08.2018 (red. ot 27.12.2019) «O vnesenii izmenenij v Gradostroitel'nyj kodeks Rossijskoj Federacii i otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii»* [Federal Law No. 342-FZ of 03.08.2018 (as amended on 27.12.2019) «On Amendments to the Urban Planning Code of the Russian Federation and Certain Legislative Acts of the Russian Federation»].

4. *Federal'nyj zakon № 135-FZ ot 01.07.2017 «O vnesenii izmenenij v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federacii v chasti sovershenstvovaniya porjadka ustanovlenija i ispol'zovaniya priajerodromnoj territorii i sanitarno-zashhitnoj zony»* [Federal Law No. 135-FZ of 01.07.2017 «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation in terms of Improving the procedure for establishing and using the airfield territory and the sanitary protection zone»].

5. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 02.12.2017 № 1460 «Ob utverzhdenii Pravil ustanovlenija priajerodromnoj territorii, Pravil vydelenija na priajerodromnoj territorii podzon i Pravil razreshenija raznoglasij, vznikajushhих mezhdu vysshimi ispolnitel'nymi organami gosudarstvennoj vlasti sub#ektov Rossijskoj Federacii i upolnomochennymi Pravitel'stvom Rossijskoj Federacii federal'nymi organami ispolnitel'noj*

vlasti pri soglasovanii proekta reshenija ob ustanovlenii priajerodromnoj territorii» [Decree of the government of the Russian Federation from 02.12.2017 No. 1460 «On approval of the Rules establishing peertranet territory, the Rules of selection peertranet site subzone and the Rules of dispute resolution, arising between the highest Executive bodies of state power of constituent entities of the Russian Federation and authorized by the Government of the Russian Federation, Federal bodies of Executive power with the approval of the draft decision on the establishment of peertranet territory»].

6. *Pis'mo Federal'nogo agentstva vozdushnogo transporta ot 07.11.2019 №Ish-39460/04 «O metodicheskikh rekomendacijah po razrabotke proekta reshenija ob ustanovlenii priajerodromnyh territorij ajerodromov grazhdanskoj aviacii RF»* [Letter of the Federal Air Transport Agency No. Ex-39460/04 dated 07.11.2019 «On methodological recommendations for the development of a draft decision on the establishment of aerodrome territories of civil aviation airfields of the Russian Federation»] [Electronic resource] – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73135998/> (accessed: 19.03.2021).

7. *GOST 22283–2014. Mezghosudarstvennyj standart. Shum aviacionnyj. Dopustimye urovni shuma na territorii zhiloy zastrojki i metody ego izmerenija (vveden v dejstvie Prikazom Rosstandarta ot 09.07.2014 № 821-st)* [GOST 22283-2014. International standard. Aviation noise. Permissible noise levels in the territory of residential development and methods of its measurement (put into effect by the Order of Rosstandart No. 821-st of 09.07.2014)] *Oficial'noe izdanie* [Official publication]. Moscow, Standartinform, 2015. [Electronic resource] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200112157/> (accessed: 19.03.2021).

8. *GOST 17229–2014. Samolety passazhirskie i transportnye. Metod opredelenija urovnej shuma, sozdavaemogo na mestnosti* [GOST 17229-2014. Passenger and transport aircraft. Method for determining the noise levels generated on the ground] *Oficial'noe izdanie* [Official publication] Moscow, Standartinform, 2015. [Electronic resource] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200009599> (accessed: 19.03.2021).

9. *SN 2.2.4/ 2.1.8.562-96 Shum na rabochih mestah, v pomeshhenijah zhilyh, obshhestvennyh zdaniy i na territorii zhiloy zastrojki* [CH 2.2.4/ 2.1.8.562-96 Noise in the workplace, in the premises of residential and public buildings and on the territory of residential development].

10. SP 51.13330.2011 *Zashhita ot shuma* [Noise protection].

11. *Konvencija o mezhdunarodnoj grazhdanskoj aviacii (Chikago, 7 dekabrja 1944 g.) (s izm.)* [Convention on International Civil Aviation (Chicago, December 7, 1944) (as amended)] / [Electronic resource] – URL: <http://base.garant.ru/2540490/> (accessed: 19.03.2021).

12. *Prilozhenie 16 k Konvencii o mezhdunarodnoj grazhdanskoj aviacii: Ohrana okruzhajushhej sredy. Tom I Aviacionnyj shum* [Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation: Environmental Protection. Volume I Aviation noise] *IKAO, sed'moe izdanie* [ICAO, seventh edition], 2014. [Electronic resource] – URL: <http://base.garant.ru/2540490/> (accessed: 19.03.2021).

13. *Doc 9829 AN/451. Instruktivnyj material po sbalansirovannomu podhodu k upravleniju aviacionnym shumom* [Doc 9829 AN / 451. Guidance material on a balanced approach to aviation noise management]. *IKAO, vtoroe izdanie* [ICAO, second edition], 2008. [Electronic resource] – URL: <https://www.icao.int>. (accessed: 19.03.2021).

14. *Doc 9911, Rukovodstvo po rekomenduemu metodu rascheta konturov shuma vokrug ajeroportov* [Doc 9911, Guide to the recommended method for calculating noise contours around airports]. *IKAO, pervoe izdanie* [ICAO, first edition], 2008. [Electronic resource] URL: <https://ecoflight.ru/images/doc/documents/szz/Doc9911.pdf> (accessed: 19.03.2021).

15. *Ocenka riska zdorov'ju naselenija ot vozdeystvija transportnogo shuma: Metodicheskie rekomendacii* [Assessment of health risk from exposure to traffic noise: Methodical recommendations]. Moscow: *FcGiJe Rospotrebnadzora* [Fcgi of Rospotrebnadzor], 2012, 48 p. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=4649 (accessed: 19.03.2021).

16. Kartyshhev O. A., Nikolaikin N.I. *Kriterii ocenki aviacionnogo shuma dlja zonirovanija priajerodromnoj territorii ajeroportov i obosnovanija zashhitnyh meroprijatij. Nauchnyj Vestnik MGTU GA* [Criteria for assessing aviation noise for zoning the airport airfield area and justifying protective measures. Nauchny Vestnik MSTU GA]. 2017, Vol. 20, No.3, pp. 30–40. [Electronic resource] – URL: https://www.aviaport.ru/digest/2019/09/23_607217.html, <https://avia.mstuca.ru/jour/article/view/1078/953#> (accessed: 19.03.2021).

17. Kartyshhev O. A., Pinigin M. A. *Sovremennye problemy ustanovlenija i ispol'zovanija sed'moj podzony priajerodromnoj territorii* [Modern problems of establishing and using the seventh subzone

of the aerodrome territory] *Centr jekologicheskoy bezopasnosti grazhdanskoj aviacii* [Center for Environmental Safety of Civil Aviation]. 2019. – [Electronic resource] – URL: <https://www.aviaport.ru/digest/2019/01/22/572373.html> (accessed: 19.03.2021).

18. Semashko P. V., Yargin A.V., Stebliy N. M. *Sovremennyj podhod k resheniju problemy akusticheskogo zagrjaznenija, priliegajushhih k ajeroportam grazhdanskoj aviacii, territorij* [Modern approach to solving the problem of acoustic pollution of territories adjacent to civil aviation airports] *Sovremennye aspekty zdorov'esberezhenija : sb. materialov jubil. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem* [Modern aspects of health saving : collection of materials of the Jubilee. scientific and practical conf. with internat]. Minsk, 2019, pp. 737–747. [Electronic resource] – URL: http://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/25913/737_747.pdf?sequence=1&isAllowed=y. (accessed: 19.03.2021).

19. Yatsenko S. P. *Ot aviacionnogo shuma k nedobrosovestnoj konkurencii* [From aircraft noise to unfair competition]. *Pravo: istorija, teorija, praktika : materialy V Mezhdunar. nauch. konf. (g. Sankt-Peterburg, ijul' 2017 g.)* [Law: history, theory, practice : materials of the V Intern. nauch. Conf. (Saint-Petersburg, July 2017)]. Saint Petersburg: *Svoe izdatel'stvo* [The publishing house], 2017, pp. 138–141. – URL: <https://moluch.ru/conf/law/archive/227/12694/> (accessed: 19.03.2021).

•••••

Зырянова Ульяна Петровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Экономика и государственное управление» Ульяновского филиала ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ», г. Ульяновск, Россия.

Гусарова Вера Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры «Промышленная экология и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», г. Ульяновск, Россия.

Горская Эвелина Юрьевна, курсант группы С₅-16-1, ФГБОУ ВО «Ульяновский институт гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева», г. Ульяновск, Россия.

Поступила 22.03.2021 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПРОЦЕССА ФРЕЗЕРОВАНИЯ ЗАГОТОВОК ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ СКОРОСТЯМИ ПОДАЧ

Выполнено численное моделирование кинематических и силовых параметров и температурного поля, возникающего в процессе фрезерования заготовок тонкостенных деталей. Варьировали толщиной заготовки и скоростью подачи фрезы. Установлено влияние этих параметров на силу трения стружки о зуб фрезы и зуба фрезы о заготовку, главную составляющую силы резания, мощности источников тепловыделения, температуры на передней и задней поверхностях фрезы и температуры в поверхностных слоях заготовок. При увеличении скорости подачи увеличиваются силы трения и главная составляющая силы резания, мощности источников тепловыделения и температура на передней поверхности зуба фрезы и незначительно уменьшается температура в поверхностных слоях заготовки. Температура в поверхностном слое тонкостенной заготовки выше, чем в массивной.

Ключевые слова: моделирование, фрезерование, температурное поле, тонкостенная заготовка, скорость подачи.

Работоспособность инструмента и качество обработанных деталей при фрезеровании существенно зависят от тепловой напряжённости процесса.

Тепловые процессы, сопровождающие процесс фрезерования заготовок, имеющих значительную толщину, изучены достаточно полно. При фрезеровании заготовок тонкостенных деталей тепловые процессы отличаются от протекающих в массивных заготовках. К тонкостенным (с точки зрения тепловых процессов) относят заготовки, при обработке которых поверхность, расположенная напротив обрабатываемой поверхности, оказывает существенное влияние на температурное поле в заготовке. Это вызвано низким уровнем теплоотвода этой поверхности, поскольку теплоотвод в окружающую среду, в том числе смазочно-охлаждающую жидкость, существенно меньше, чем в нижележащие слои заготовки [1, 2].

Для расчёта температурного поля, возникающего в процессе фрезерования цилиндрическими фрезами и периферией концевых фрез, разработаны физические и математические модели, позволяющие учесть наличие трёх источников тепловыделения: в зоне деформирования и в зонах

контакта зубьев со стружкой и заготовкой [3, 4]. Модели [4] учитывают наложение тепловых импульсов от отдельных зубьев, зависимость теплофизических свойств контактирующих объектов (фрезы, заготовки и стружки) и механических свойств материала заготовки (напряжения текучести) от температуры, распределение тепловых потоков между фрезой, заготовкой и стружкой, а также изменение параметров процесса в зависимости от положения зуба на поверхности контакта с заготовкой. Рассмотрена двумерная задача теплообразования в сечении фрезы, перпендикулярном её оси.

Для схемы встречного фрезерования (рис. 1) максимальная глубина внедрения зуба в заготовку

$$a_{m\max} = BC = S_z \cdot \sin \alpha_{\max},$$

где S_z – подача на зуб фрезы, мм/зуб.

$$\alpha_{\max} = \arccos \frac{D - 2 \cdot t}{D},$$

где D – диаметр фрезы, мм; t – глубина резания, мм.

Напряжение текучести обрабатываемого материала в области деформирования, являющееся аргументом зависимостей для расчёта сил резания и трения, определяли как [5]

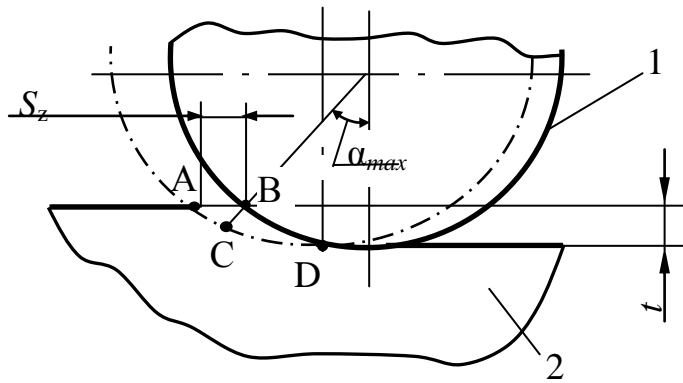


Рис. 1. Схема к расчёту глубины внедрения зуба в заготовку:
1 – фреза; 2 – заготовка

Таблица 1

Зависимость сил резания и мощностей источников тепловыделения от толщины заготовки h_u и скорости подачи V_s : время контакта зуба с заготовкой $\tau = 12,5 \cdot 10^{-4}$ с; коэффициент теплоотдачи от необрабатываемой поверхности заготовки $\alpha_6 = 40 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

Размер (толщина) заготовки h_3 , мм	Скорость подачи V_s , м/мин	Глубина внедрения зуба в заготовку, $a_{t \max}$, мкм	Температура деформируемого слоя заготовки T_g , К	Сила трения, Н		Составляющая силы резания P_z , Н	Мощности источников тепловыделения, Вт		
				стружки о переднюю поверхность зуба F_1	стружки о заднюю поверхность зуба F_2		в зоне контакта стружки с зубом W_1	в зоне деформирования W_g	в зоне контакта зуба с заготовкой W_2
10	0,8	24,4	414	29,4	50,4	84,5	44,1	58,1	151,2
10	1	30,5	413	36,5	50,5	92,8	54,8	72,3	151,3
10	1,2	36,6	407	43,1	50,6	100,7	64,8	85,6	151,8
1	0,8	24,4	451	28,7	49,2	82,4	43,1	56,7	147,5
1	1	30,5	450	35,6	49,2	90,6	53,5	70,5	147,7
1	1,2	36,6	443	42,2	49,5	98,5	63,3	83,7	148,3

Таблица 2

Зависимость температур от толщины заготовки h_u и скорости подачи V_s : время контакта зуба с заготовкой $\tau = 12,5 \cdot 10^{-4}$ с; коэффициент теплоотдачи от необрабатываемой поверхности заготовки $\alpha_6 = 40 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

Размер (толщина) заготовки h_3 , мм	Скорость подачи V_s , м/мин	Температура на вершине зуба T_E , К	Средняя температура, К на площадках контакта		Максимальная температура, К на площадках контакта		Температура заготовки, К, на глубине	
			стружки с зубом, T_1	зуба с заготовкой, T_2	стружки с зубом, $T_{1\max}$	зуба с заготовкой, $T_{2\max}$	25 мкм	500 мкм
10	0,8	988	851	902	882	1245	578	463
10	1	993	871	991	1092	1285	578	465
10	1,2	986	877	884	1122	1279	568	430
1	0,8	1001	867	927	899	1264	635	547
1	1	1006	889	948	1109	1305	633	539
1	1,2	999	898	910	1156	1300	620	528

$$\sigma_{St} = \sigma_S \left(1 - \frac{T_g}{T_p} \right),$$

где σ_S – напряжение текучести материала заготовки при температуре 20°C, Па; T_g – температура в области деформирования, °C; T_p – температура плавления обрабатываемого материала, °C.

Силы трения и главную составляющую силы резания рассчитывали как приходящиеся на 1 мм высоты зуба фрезы.

Численное моделирование температурного поля выполнили при следующих исходных данных: диаметр фрезы – 20 мм; материал зуба фрезы – твёрдый сплав Т5К10; высота профиля зуба – 4 мм; число зубьев – 5; передний угол фрезы $\gamma = 10^\circ$; скорость резания $V = 3$ м/с; скоростью подачи варьировали в пределах $V_S = 0,8 \dots 1,2$ м/мин; глубина резания $t = 1$ мм [6]. Теплофизические характеристики материала заготовки (сталь 40Х) и фрезы (плотности, коэффициенты теплопроводности и теплоёмкости) в зависимости от температуры определяли по справочным данным. Параметры процесса фрезерования фиксировали при работе 35-го зуба, когда поверхностные слои заготовки в достаточной степени прогреты при работе предшествующих зубьев [4].

Варьировали толщиной заготовки в пределах 0,7 ... 10 мм. Заготовка толщиной 10 мм относится (с точки зрения тепловых процессов) к массивным заготовкам, при обработке которых наличие поверхности, расположенной напротив обрабатываемой, не оказывает влияния на температурное поле в заготовке.

При обработке заготовок толщиной 3 и 2 мм силовые параметры процесса и температурное поле незначительно отличаются от соответствующих параметров, зафиксированных при обработке заготовок толщиной 10 мм.

Значительная разница с массивной заготовкой получена при обработке заготовки толщиной 1 мм: температура деформируемого слоя увеличивается в среднем на 7%, что приводит к снижению сил и мощностей источников тепловыделения (табл. 1, 2). При этом увеличиваются как средние, так и максимальные температуры в зонах контакта зуба со стружкой и заготовкой и температура заготовки. В большей степени увеличивается температура заготовки: на 7 и 13% на

глубине 25 и 500 мкм соответственно. При обработке заготовок толщиной 0,7 мм разница всех параметров в сравнении с массивной заготовкой более значительная.

При обработке тонкостенной заготовки её температуры выше не только на значительном расстоянии от обрабатываемой поверхности, но и вблизи от неё.

Увеличение скорости подачи с 0,8 до 1,2 м/мин приводит к увеличению максимальной глубины внедрения зуба фрезы в заготовку $a_{m \max}$ на 50%. Однако температура деформируемого слоя заготовки T_g незначительно уменьшается. Причина этого заключается в том, что при увеличении подачи зуб фрезы контактирует с материалом заготовки, в меньшей степени прогретым в результате работы предшествующих зубьев. В результате уменьшения T_g увеличивается напряжение текучести обрабатываемого материала и силы F_1 и P_z . Сила трения стружки о заднюю поверхность зуба F_2 незначительно изменяется с увеличением подачи. Мощности источников тепловыделения W_1 и W_g увеличиваются в среднем на 48%; мощность источника в зоне контакта зуба с заготовкой W_2 с увеличением подачи изменяется незначительно.

В результате увеличиваются как средние, так и максимальные температуры на площадках контакта зуба со стружкой, причём в большей степени увеличиваются максимальные температуры – в среднем на 28%. Средние и максимальные температуры на площадках контакта зуба с заготовкой при увеличении V_S до 1 м/мин увеличиваются; при дальнейшем увеличении V_S до 1,2 м/мин – снижаются. Мощность источника тепловыделения W_2 на этой площадке, как было отмечено выше, от скорости подачи мало зависит, но при $V_S = 1,2$ м/мин ниже температура заготовки, с которой контактирует зуб фрезы. Очевидно, этими факторами и объясняется нелинейный характер зависимости температур T_2 и $T_{2\max}$ от скорости подачи.

Температура в поверхностных слоях заготовки с увеличением V_S незначительно снижается.

В результате исследования установлено, что при увеличении скорости подачи значительно увеличивается температура на передней поверхности зуба фрезы и незначительно уменьшается температура в поверхностных слоях заготовки. Температура в поверхностном слое тонкостенной заготовки выше, чем у массивной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Худобин Л. В., Хусаинов А. Ш. Шлифование заготовок клиновидных изделий / Под общ. ред. Л. В. Худобина. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 249 с.

2. Shigeki O., Tokuhiko N., Shinsaki H. Study on the geometrical accuracy in surface grinding. Thermal deformation of workpiece in traverse grinding // International journal Japanese society precision engineering. – 1994. – Vol. 28. – №4. – pp. 305–310.

3. Резников А. Н., Резников Л. А. Тепловые процессы в технологических системах. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.

4. Унянин А. Н. Аналитическое исследование температурного поля при фрезеровании с наложением ультразвуковых колебаний // Вестник РГАТУ им. П. А. Соловьева. – 2017. – №2 (41). – С. 220–235.

5. Васин С. А., Верещака А. С., Кушнер В. С. Резание материалов: Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании: учебник для технических вузов. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 448 с.

6. Справочник инструментальщика / И. А. Ординарцев, Г. В. Филиппов, А. Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И. А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1987. – 846 с.

REFERENCES

1. Khudobin L. V., Khusainov A. Sh. *Shlifovanie zagotovok klinovidnyh izdelij* [Grinding of blanks of wedge-shaped products] *Pod obshch. red. L. V. Hudobina* Ed. ed. L. V. Khudobin. Ulyanovsk, UISTU, 2007, 249 p.

2. Shigeki O., Tokuhiko N., Shinsaki H. Study on the geometrical accuracy in surface grinding. Thermal deformation of workpiece in traverse grinding. International journal Japanese society precision engineering, 1994, Vol. 28, No. 4, pp. 305–310.

3. Reznikov A. N., Reznikov L. A. *Teplovye processy v tekhnologicheskikh sistemah* [Thermal processes in technological systems]. [Moscow, Mashinostroenie], 1990, 288 p.

4. Unyanin A. N. *Analiticheskoe issledovanie temperaturnogo polya pri frezerovanii s nalozheniem ul'trazvukovykh kolebanij* [Analytical study of the temperature field during milling with the imposition of ultrasonic vibrations] *Vestnik RGATU im. P. A. Solov'eva* [Bulletin of the RGATU im. P. A. Solovyov], 2017, No. 2 (41), pp. 220–235.

5. Vasin S. A., Vereshchaka A. S., Kushner V. S. *Rezanie materialov: Termomekhanicheskij podhod k sisteme vzaimosvyazej pri rezanii: uchebnik dlya tekhnicheskikh vuzov* [Cutting of materials: Thermomechanical approach to the system of interconnections during cutting: a textbook for technical universities] *Izdatel'stvo MGTU im. N. E. Baumana* [Moscow, Publishing house of MSTU im. N. E. Bauman], 2001, 448 p.

6. *Spravochnik instrumental'shchika* [Handbook of the toolmaker] *Pod obshch. red. I. A. Ordinarceva*. [I. A. Ordinarcev, G. V. Filippov, A. N. Shevchenko and others; Under total. ed. I. A. Ordinarceva]. L., *Mashinostroenie, Leningradskoe otделение*, [L., Mechanical engineering, Leningrad branch], 1987, 846 p.

.....

Унянин Александр Николаевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Информационные технологии в машиностроении» УлГТУ.

Семдянкин Илья Викторович, аспирант кафедры «Информационные технологии в машиностроении» УлГТУ первого года обучения.

Поступила 12.03.2021 г.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

УДК 621.113

С. И. ГУСЕВ, В. В. ЕПИФАНОВ

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКОНОМИЧЕСКУЮ СРЕДУ

Посвящена прикладным проблемам внедрения инновационных беспилотных автомобилей в экономическую среду. Авторы представляют подход к визуализации взаимовлияния факторов, обуславливающих появление такой проблематики, на основе причинно-следственных диаграмм. В качестве основных исследуемых факторов выделены: целесообразность инвестиций, активность профсоюзов и экологические аспекты. Исследование показало, что переход к беспилотным автомобилям обеспечит снижение логистических затрат транспортных компаний и интенсивности выбросов на фоне социального конфликта и роста активности водителей и профсоюзов.

Ключевые слова: беспилотный автомобиль, причинно-следственные диаграммы, водители, профсоюз, экология.

Появление автопилотируемого транспорта обусловлено информационной революцией, произошедшей в начале XXI в. Вектор развития автомобилестроения сместился с проблемы повышения экономических и экологических показателей двигателей на развитие и внедрение электронных систем управления. С этого момента начинается непрерывная модернизация «начинки» автомобиля. Транспортные средства оснащаются усовершенствованными системами активной и пассивной безопасности, АБС тормозами, системами, предотвращающими занос, датчиками давления в шинах, бортовыми компьютерами и др. [1; 6; 9]. Так, шаг за шагом мировая автостроительная промышленность пришла к концепции беспилотного транспорта. Оборудованный специальной системой управления и соответствующим программным обеспечением (ПО) автомобиль должен самостоятельно перемещаться на большие расстояния как в условиях городского трафика, так и при движении между городами [2; 4; 6].

Первой за разработку полноценного беспилотного автомобиля взялась компания Google [2], и в дальнейшем активный интерес к разработке данной концепции проявили многие крупные автомобильные концерны, такие как BMW, Daimler, Toyota и Tesla. На сегодняшний день беспилотные автомобили проехали сотни километров, прошли множество тестов и даже попали в аварийные ситуации. Автопроизводители

представляют на рынок различные технологии, такие как автоматическая парковка (Volvo и BMW) или перестроения из ряда в ряд при магистральном движении (Toyota). Совсем недавно в Китае был изобретён новый вид автономного городского транспорта – безрельсовый поезд Autonomous Rail Rapid Transit (ART), являющийся гибридом трамвая и автобуса, обладающий всеми признаками беспилотного транспортного средства. Можно также отметить растущую тенденцию к удешевлению используемых технологий и их всё нарастающему массовому тиражированию, поскольку производители понимают актуальность данной концепции и стремятся обрести стратегическое преимущество за счёт эффекта масштаба. Исходя из этого, можно сказать, что процесс развития автопилотируемого транспорта носит естественный, эволюционный характер, он соответствует запросам рынка и потребностям потребителей.

Очевидно, что для многих компаний инновационный транспорт станет важным источником конкурентных преимуществ на новых и ещё не освоенных рынках, однако на сегодняшний день существует обширный ряд весьма специфических проблем, не позволяющих осуществить внедрение автопилотируемого транспорта повсеместно [5]. В этой связи цель данной статьи – исследование факторов, обуславливающих проблематику внедрения и развития автопилотируемого транспорта.

Автомобилестроение сегодня сталкивается с рядом существенных экономических, технологических и политических ограничений при

переходе к беспилотному автомобильному транспорту. Выделим самые существенные.

Законодательство во всех странах мира не адаптировано к использованию беспилотного транспорта. Так, компания Google смогла добиться разрешения на запуск беспилотного автомобиля лишь после того, как пролоббировала соответствующий закон в Неваде [2].

В свою очередь, разработка соответствующих законов представляется весьма непростой задачей, т. к. основной целью является обеспечение безаварийного движения в ходе взаимодействия традиционного и инновационного транспорта, и результат такого взаимодействия покажет, насколько современное общество готово к внедрению такой инновации. Важно отметить наличие временного лага между принятием закона и проявлением соответствующих результатов, по которым можно было бы судить о его эффективности.

Другой специфической особенностью являются ежегодное обновление и замена знаков дорожного движения, а также существенные различия знаков в разных странах. Это значит, что автопроизводитель должен будет адаптировать и регулярно обновлять ПО для каждого конкретного региона, что повлечёт за собой естественный рост издержек. Можно предположить, что решение этой проблемы лежит в интеграции автопроизводителей и законодательных структур. Но от мирового сообщества в целом потребуется решительный шаг навстречу инновациям, заключающийся во всеобщей унификации знаков и правил дорожного движения, которые будут легко распознаваться беспилотным транспортом.

Ещё одним важным аспектом является закономерное объединение политических и общественных сил, которые будут препятствовать потере водителями рабочих мест в результате внедрения автономного транспорта. Развитие новых технологий будет зависеть от структуры власти в стране и от того, насколько активны в ней политические силы.

Не менее важно отметить значимость уровня жизни и степени расслоения общества в конкретном регионе, поскольку владелец беспилотного автомобиля должен быть платёжеспособен, вовремя проводить техническую диагностику и соответствующий ремонт, чтобы минимизировать риск возникновения аварий.

Важную роль играют климатические условия и состояние улично-дорожной сети. На сегодняшний день беспилотный транспорт использует систему, которая проводит сравнение между заранее запечатлённой местностью путём фотографирования и сканирующими устройствами

автомобиля. В основе системы лежит технология идентификации объектов и определения расстояния, основанная на свойствах рассеивания и отражения света в различных средах [1]. Таким образом, сложные погодные условия в виде осадков затрудняют работу датчиков и могут привести к неверной оценке ситуации автопилотом, что с высокой вероятностью повлечёт за собой аварийную ситуацию. Кроме того, важно отметить, что при движении большую часть времени автомобиль находится в зоне ограниченной дорожной разметки, которую при выпадении снега может быть не видно, и если человек за рулём автомобиля легко справится с этим неудобством, то автопилот может не различить дороги и обочины. Эти факторы также обуславливают необходимость учитывать специфику каждого конкретного региона и вносить соответствующие поправки в работу автопилота.

Следующей проблемой, связанной с отсутствием водителя за рулём, является невозможность экстренного технического обслуживания. Подкачка шин во время движения или так называемые беспробойные шины призваны частично решить этот вопрос, однако с заменой колеса при отсутствии водителя будут возникать существенные трудности. Исходя из этого, можно ожидать возникновения большого числа выездных автосервисов, и пока невозможно предположить какую-либо альтернативу их услугам.

Нельзя отрицать, что в ближайшем будущем технологии дозаправки автомобиля станут неизбежны, будь то традиционный транспорт или беспилотный. Рассматривая концепцию беспилотных транспортных средств, можно прийти к выводу, что возникает необходимость в разработке и создании конкретных и эффективных решений оплаты, т. к. водитель отсутствует, оплата будет производиться дистанционно, и, следовательно, для владельца важным будет вопрос соответствия уровня запрашиваемого топлива и счёта, выставляемого поставщиком. Кроме того, будет необходимо провести адаптацию заправок станций к новым автомобилям.

Похожая ситуация будет возникать и при проверке документов на перевозимый груз на постах ДПС, т. к. на сегодняшний день автопилот не делает различий между просто человеком и сотрудником полиции. Подобные тонкости также потребуют дополнительного взаимодействия производителей и органов управления в каждой конкретной стране.

При отсутствии человека за рулём потребуется множество изменений в сфере обеспечения безопасности перевозимых грузов, т. к. автономный

Факторы, влияющие на внедрение и эксплуатацию БТС

Группы факторов	Уровень проявления		
	Мировой уровень	Государственный уровень	Уровень компании
Юридические	Различие знаков и правил дорожного движения в разных странах	1. Отсутствие унифицированной законодательной базы, обеспечивающей взаимодействие традиционных и инновационных видов транспорта 2. Непостоянство правил дорожного движения	Отсутствие системы регулирования ответственности за грузы, находящиеся в другой стране при отсутствии водителя
Экономические	В разработку вовлечено большое число фирм и концернов, стремящихся обрести стратегическое преимущество в будущем	1. Необходимость вложения средств в инфраструктуру 2. Сокращение рабочей силы 3. Утилизация старой техники	1. Покупатели новых ТС должны быть финансово устойчивыми 2. Наличие финансовых ресурсов для инвестирования в инновацию
Климатические	Непостоянство и существенные различия в климате различных регионов	1. Выпадение осадков выше определённой нормы вызывает неполадки в работе автопилота и трудности в эксплуатации 2. Затруднена эксплуатация в зонах очень высоких и очень низких температур	Совершенствование технических устройств
Политические	Масштаб действующих политических сил	Уровень политической активности в стране, наличие или отсутствие предпосылок для формирования препятствий внедрения беспилотных ТС	Согласование действий с разными странами

транспорт неизбежно станет мишенью для мошенников. Сегодня проблема взлома информационных систем является очень острой, и автопилотируемые технические средства с высокой вероятностью будут подвергаться попыткам перехвата управления или внесения неполадок в работу ПО.

В табл. 1 приведены факторы, обуславливающие специфику внедрения и эксплуатации беспилотных транспортных средств (БТС). Эти факторы систематизированы в соответствии со спецификой их проявления на различных уровнях в следующие группы – юридические, экономические, экологические, политические

При внедрении беспилотных автомобилей в реальную экономическую среду появляется большое число специфических факторов, которые не только имеют важность сами по себе, но и находятся во взаимодействии друг с другом. Возникает необходимость исследования и наглядного отображения этого взаимодействия, поскольку именно оно играет наибольшую роль при принятии управленческих решений относи-

тельно разработки подходов к внедрению беспилотных автомобилей. В статье в качестве средства визуализации взаимовлияния факторов предлагается использовать причинно-следственные диаграммы, применяемые в системной динамике [3; 7].

Поставим дополнительное условие – при исследовании взаимного влияния факторов должны быть учтены три основные составляющие концепции устойчивого развития: экономика, экология, население. Это связано с обязательным требованием соблюдения условий ресурсосберегающей экологической политики [8].

Очевидно, что каждый новый беспилотный автомобиль в парке компании будет эквивалентен одному уволенному водителю. Закономерно предположить, что уволенные водители имеют некоторую силу убеждения, направленную на водителей, ещё находящихся в штате компании. Рост числа увольнений приведёт к росту недовольства водителей в компании, которые могут влиять на решения руководства посредством профсоюзной организации внутри предприятия,

забастовок, невыходов на работу и других рычагов воздействия [4].

Таким образом, возникает конфликт: с одной стороны, при замене традиционного автопарка на беспилотный снизится потребление топлива, а значит, и количество выбросов в атмосферу вредных веществ. Но, с другой стороны, огромное число людей, занятых в сфере управления автотранспортом, останутся без работы. Учитывая описанные процессы, можно приступить к разработке причинно-следственной диаграммы (рис. 1).

Как уже было сказано, замена одного автомобиля сопровождается увольнением одного водителя, что влечёт за собой уменьшение фонда заработной платы. Целесообразность инвестиций повышается в зависимости от числа нововведённого транспорта, и весь процесс будет обладать экспоненциальным характером роста, т. к. диаграмма на рис. 1 образует самовоспроизводящую петлю обратной связи.

Процесс замены автопарка также будет формировать и балансирующую петлю обратной связи (рис. 2), обусловленную процессами, происходящими в организации. Её формирование можно объяснить следующей логикой: с каждым новым уволенным водителем растёт степень недовольства в обществе водителей, а профсоюзные организации будут оказывать всё возрастающее воздействие на руководство компании, препятствуя замене автопарка.

Последним шагом в разработке комплексной причинно-следственной диаграммы должны стать экологические аспекты. Использование беспилотного транспорта позволит снизить расход топлива. Это приведёт к снижению логистических затрат, а также к уменьшению интенсивности выбросов отработанных газов. Введём последнюю составляющую в разрабатываемую диаграмму (рис. 3).



Рис. 1. Причинно-следственная диаграмма



Рис. 2. Взаимодействие усиливающей и балансирующей петли



Рис. 3. Комплексная причинно-следственная диаграмма

В построенной диаграмме учитываются основные принципы концепции устойчивого развития: ресурсо- и энергосбережение, экологичность, экономическая эффективность и социальная ответственность [8]. На рис. 3 визуализированы проблемы перехода к беспилотным автомобилям: положительные аспекты (рост инвестиций, снижение логистических затрат транспортных компаний и интенсивности выбросов) будут ослабляться ростом активности водителей и профсоюзов, что в итоге может привести к социальным конфликтам в обществе.

Авторами были систематизированы и исследованы основные проблемы, возникающие при реальной технической эксплуатации беспилотных видов транспорта. Рассматривая транспортную инфраструктуру, важно учитывать протекание процессов в динамике с учётом взаимовлияния факторов, которые неизбежно будут сопровождать внедрение инноваций автоматизации на практике.

Результаты исследования показали, что руководство транспортными, торговыми, логистическими компаниями и правительство страны должны быть готовы к социальным конфликтам в обществе, связанным с внедрением систем, управляемых автоматикой. Перспективы развития таких автомобилей будут во многом зависеть от того, насколько общество и властные структуры будут готовы к инновациям в каждом конкретном регионе, насколько быстро и эффективно будут внесены изменения в соответствующие сферы социально-технического взаимодействия и какой социальный и экономический результат они будут иметь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов А. Как это работает: беспилотный автомобиль Google [Электронный ресурс] // Роботоша: [сайт]. [19.05.2013]. URL: <http://robotosha.ru/robotics/how-it-worksdriverless-car-google.html> (дата обращения: 23.11.2017).

2. Власти Невады легализовали автомобили, управляемые компьютером [Электронный ресурс] // РИА Новости: [сайт]. [27.06.2011]. URL: <https://ria.ru/science/20110627/393955727.html> (дата обращения: 11.09.2017).

3. Гараедаги Дж. Системное мышление. Как управлять хаосом и сложными процессами. Платформа для моделирования архитектуры бизнеса / пер. с англ. Е. И. Недбальской; науч. ред. Е. В. Кузнецова. – Минск: Гревцов Букс, 2010. – 480 с.

4. Графкина М. В. Охрана труда и основы экологической безопасности. Автомобильный транспорт: учеб. пособие для использования в

учебном процессе образовательных учреждений, реализующих программы среднего профессионального образования. – 3-е изд., стер. – М.: Academia, 2013. – 187 с.

5. Минделл Д. Восстание машин отменяется! Мифы о роботизации. – М.: Альпина нонфикшн, 2016. – 310 с.

6. Могилевкин И. М. Транспорт и коммуникации. Прошлое, настоящее, будущее. – М.: Наука, 2005. – 357 с.

7. О'Коннор Дж., Макдермотт И. Искусство системного мышления: необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 256 с.

8. Омельченко И. Н., Александров А. А., Бром А. Е., Белова О. В. Основные направления развития логистики XXI века: ресурсосбережение, энергетика и экология [Электронный ресурс] // Гуманитарный вестник: [сайт]. – 2013. – №10 (12). URL: <http://hmbul.bmstu.ru/catalog/econom/log/118.html> (дата обращения: 04.09.2017).

9. Соколов В. Г. Удалённый контроль параметров движения автомобиля // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура: электронный научный журнал. – 2017. – №2 (12). URL: http://www.adimadi.ru/madi/article/view/421/pdf_282 (дата обращения: 23.11.2017).

REFERENCES

1. Antonov A. *Kak eto rabotaet: bespilotnyj avtomobil' Google* [How it works: Google's self-driving car] [Electronic resource] // Robotos: *Robotosha*: [website]. [19.05.2013]. URL: <http://robotosha.ru/robotics/how-it-worksdriverless-car-google.html> (accessed: 23.11.2017).

2. *Vlasti Nevady legalizovali avtomobili, upravlyaemye komp'yuterom*. [The authorities of Nevada legalized cars controlled by a computer] [Electronic resource] RIA Novosti: [website]. [27.06.2011]. URL: <https://ria.ru/science/20110627/393955727.html> (accessed: 11.09.2017).

3. Garaedagi J. *Sistemnoe myshlenie. Kak upravlyat' haosom i slozhnymi processami. Platforma dlya modelirovaniya arhitektury biznesa* [Systems thinking. How to manage chaos and complex processes. Platform for modeling business architecture] *per. s angl. E. I. Nedbal'skoj; nauch. red. E. V. Kuznecova* [translated from English by E. I. Nedbalskaya; scientific ed. by E. V. Kuznetsov]. Minsk, Grevtsov Books, 2010, 480 p.

4. Grafkina M. V. *Ohrana truda i osnovy ekologicheskoy bezopasnosti. Avtomobil'nyj transport: ucheb. posobie dlya ispol'zovaniya v uchebnom processe obrazovatel'nyh uchrezhdenij*,

realizuyushchih programmy srednego professional'nogo obrazovaniya [Labor protection and fundamentals of environmental safety. Automobile transport: study. The manual is intended for use in the educational process of educational institutions implementing secondary vocational education programs]. 3rd ed., ster. M., Academia, 2013, 187 p.

5. Mindell D. *Vosstanie mashin otmenyaetsya! Mify o robotizatsii* [The rise of the machines is canceled! Myths about robotization]. M., Alpina non-fiction, 2016, 310 p.

6. Mogilevkin I. M. *Transport i kommunikatsii. Proshloe, nastoyashchee, budushchee* [Transport and communications. Past, present, and future]. Moscow, Nauka, 2005, 357 p.

7. O'Connor J., McDermott I. *Iskusstvo sistemnogo myshleniya: neobhodimye znaniya o sistemah i tvorcheskoy podhode k resheniyu problem* [The Art of system thinking: necessary knowledge about systems and a creative approach to problem solving]. Moscow, Alpina Business Books, 2006, 256 p.

8. Omelchenko I. N., Alexandrov A. A., Brom A. E., Belova O. V. *Osnovnye napravleniya razvitiya logistiki XXI veka: resursosberezhenie, energetika i ekologiya* [The main directions of logistics development in the XXI century: resource saving,

energy and ecology] [Electronic resource] *Gumanitarnyj vestnik*: [website]. 2013, №10 (12). URL: <http://hmbul.bmstu.ru/catalog/econom/log/118.html> (accessed: 04.09.2017).

9. Sokolov V. G. *Udalennyj kontrol' para-metrov dvizheniya avtomobilya* [Remote control of vehicle movement parameters] *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura: elektronnyj nauchnyj zhurnal* [The car. Road. Infrastructure: electronic scientific journal]. 2017, №2 (12). URL: http://www.adimadi.ru/madi/article/view/421/pdf_282 (accessed: 23.11.2017).

•••••

Гусев Сергей Иванович, аспирант кафедры «Управление техническими системами» Ульяновского государственного технического университета, E-mail: sergey-gusev1996@yandex.ru.
Епифанов Вячеслав Викторович, доктор технических наук, профессор кафедры «Автомобили» Ульяновского государственного технического университета, E-mail: v.epifanov73@mail.ru.

Поступила 08.02.2021 г.

УДК 656.7.08

Р. А. САЙФУТДИНОВ, Д. Ю. БЕЛОГРУДОВА

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ АВИАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рассматривается система менеджмента безопасности авиационной деятельности (СМБАД) как механизм обеспечения безопасности авиационной деятельности. Анализируется проблема управления безопасностью полётов, в частности, применение прогностического метода в виде метода оценки рисков «дерево фактов опасности» с целью снижения количества авиационных происшествий.

Ключевые слова: безопасность полётов, авиационная деятельность, оценка риска, прогнозирование, авиационное происшествие.

На сегодняшний день обеспечение безопасности авиационной деятельности является одной из главных задач в гражданской авиации, в связи с чем, согласно рекомендациям ИКАО, на каждом авиапредприятии должна быть создана система менеджмента безопасности авиационной деятельности (СМБАД), а также должно быть обеспечено её должное функционирование.

Основу функционирования СМБАД в Российской Федерации составляют:

1. ГОСТ Р 57240-2016 «Воздушный транспорт. Менеджмент безопасности авиационной деятельности в гражданской авиации. Основные положения»;

2. ГОСТ Р 57239-2016 «Воздушный транспорт. Система менеджмента безопасности авиационной деятельности. База данных. Авиационные инфраструктурные риски, возникающие при производстве аэропортовой деятельности».

СМБАД состоит из пяти аспектов безопасности:

- Управление безопасностью полётов;
- Управление авиационной безопасностью;
- Управление производственной безопасностью;
- Управление экологической безопасностью;
- Управление информационной безопасностью [1].

Управление безопасностью полётов (УБП) является центральным аспектом СМБАД, и вопросы управления безопасностью в наибольшей степени проработаны именно в нём [2].

Изначально в Российской Федерации стратегия УБП основывалась преимущественно на нормативном регулировании авиационной деятельности, а реагирование происходило только на значительные по тяжести последствий или ущербу авиационные происшествия.

На сегодняшний день новые методы УБП привели к использованию систем наблюдения, внедрения концепции приемлемого риска и сместили деятельность в сторону факторов опасности и управления ими [4].

Главной задачей УБП всегда являлось предотвращение авиационных происшествий, но, несмотря на достигнутые успехи в данной сфере, авиационные происшествия случаются и сегодня.

Важно понимать, что управления и оценки опасных факторов, приводящих к авиационному происшествию, недостаточно, появилась необходимость их прогнозирования [5].

Прогностическая система основывается на принципе поиска опасных факторов, не дожидаясь их проявления, т. е. мониторинг состояния безопасности полётов в штатных условиях. В качестве метода прогнозирования и предупреждения авиационных происшествий можно применить метод оценки риска «дерево факторов опасности».

При данном методе происходит построение причинно-следственных связей в виде схемы, вершиной которой является авиационное происшествие, а основанием – базовые события (факторы опасности).

Для каждого типа авиационного происшествия возможно возникновения множества сценариев, специфических причин и последствий, поэтому для каждого авиационного происшествия строится своё «дерево факторов опасности».

Построение «дерева» необходимо для описания наиболее типичных и вероятных сценариев и выявления кратчайших путей развития факторов, так как смоделировать каждый из тысячи сценариев авиационного происшествия невозможно.

Таким образом, составляется общий план построения возникновения происшествий – «дерево факторов опасности»:

1. Выбор авиационного происшествия.

На данном этапе необходимо понимать, что возникновение авиационного происшествия маловероятно, и принято выбирать авиационный инцидент, так как, согласно мировой практике, авиационные инциденты являются предвестниками авиационных происшествий, и весьма рационально исследование причин возникновения именно этих событий, так как имеют более обширную статистическую информацию.

2. Выбор сценария авиационного инцидента.

На данном этапе необходимо анализировать, какие промежуточные события и барьеры безопасности имеют место для данного типа авиационного происшествия. Рационально привлечь команду экспертов для эффективного выбора сценария.

3. Идентификация опасных факторов.

Этап включает выборку всевозможных опасных факторов, приводящих непосредственно к каждому из промежуточных событий.

4. Построение «дерева факторов опасности».

На данном этапе происходит построение логической схемы, базируясь на теорию алгебры логики (совместные и несовместные события).

5. Наполнение вероятностными данными.

Каждый из опасных факторов должен иметь количественную величину, характеризующую вероятность его возникновения. Данная величина может быть взята из статистических данных или высчитана методом экспертных оценок, при котором команда экспертов путём индивидуального анкетирования оценивает возможное количество возникновения каждого опасного фактора на сто случаев авиационного инцидента[6].

6. Математический расчёт риска возникновения авиационного инцидента.

На данном этапе необходимо произвести расчёт риска возникновения авиационного инцидента, используя формулы алгебры логики (конъюнкции и дизъюнкции). Так как сценарий может быть очень большим, весьма рационально автоматизировать расчёт. Для этого можно использовать различные программные комплексы, одним из наиболее удобных является ПК «АРБИТР».

7. Интегральная оценка риска

На данном этапе проверяется интегральная оценка на приемлемость величины риска.

8. Дифференцированная оценка риска.

В случае неприемлемости риска проводится частная (дифференцированная) количественная оценка риска по отдельным опасным факторам для выявления наиболее опасных, которые несут наибольшую долю риска возникновения авиационного инцидента.

9. Минимизация величины риска.

К наиболее опасным факторам применяются управленческие воздействия по снижению их вероятности возникновения путём проведения мероприятий и использования различных технических средств.

10. Оценка остаточного риска.

После проведения мероприятий по минимизации величины риска, необходимо сделать перерасчёт, и если риск остаётся неприемлемым, то вернуться к пункту 8. В случае приемлемости заканчивают расчёт.

Пример «дерева факторов опасности» представлен на рисунке 1.


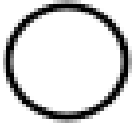




Рис. 1. «Дерево факторов опасности» одного из сценариев выкатывания самолёта за пределы взлётно-посадочной полосы (ВПП)

В таблице 1 представлены символы и обозначения «дерева факторов опасности».

Таблица 1

Символы и обозначения «дерева факторов опасности»

Символ	Название
	Блок описания события
	Базовое событие или событие, которое не может быть подразделено (исходное событие, обеспеченное достаточными данными)
	Логический знак «ИЛИ»
	Логический знак «И»

В таблице 2 представлены базовые события (опасные факторы) данного сценария выкатывания самолёта за пределы ВПП и их статистическая вероятность.

Таблица 2

Базовые события «дерева факторов опасности»

№	Базовое событие	Вероятность Р
1	Затянутое выравнивание самолёта экипажем вследствие превышения рекомендованной РЛЭ скорости пролёта порога ВПП	0,0054
2	Затянутое выравнивание самолёта экипажем вследствие превышения рекомендованной РЛЭ высоты пролёта порога ВПП	0,00067
3	Посадка со значительным перелётом расчётной зоны приземления при неуходе на второй круг при нестабилизированном заходе	0,0099
4	Неиспользование максимального реверса двигателей до полной остановки самолёта	0,0014

Расчёт риска возникновения авиационного инцидента производится по следующим формулам алгебры логики:

$$P(A+B) = P(A)+P(B) -P(A \cdot B) \text{ – операция дизъюнкции (ИЛИ)} \quad (1)$$

$$P(A \cdot B) = P(A) \cdot P(B) \text{ – операция конъюнкции (И),} \quad (2)$$

где $P(A)$ – вероятность базового события A ; $P(B)$ – вероятность базового события B .

Для дальнейшего удобства интегральной оценки риска, рассчитаем вероятности промежуточных событий, используя формулы (1) и (2).

Вероятность затянутого выравнивания самолёта экипажем перед посадкой составит:

$$P(1+2) = P(1)+P(2) - P(1 \cdot 2) = 0,0054 + 0,00067 - 0,0054 \cdot 0,00067 = 0,00607 - 0,00000362 = 0,00606638.$$

Примем полученное значение вероятности затянутого выравнивания самолёта экипажем перед посадкой за X .

Тогда вероятность посадки со значительным перелётом расчётной зоны приземления:

$$P(X \cdot 3) = P(X) \cdot P(3) = 0,00606638 \cdot 0,0099 = 0,00006006.$$

Примем полученное значение вероятности посадки со значительным перелётом расчётной зоны приземления за Y .

Тогда вероятность выкатывания самолёта за пределы ВПП составляет:

$$P(Y \cdot 4) = P(Y) \cdot P(4) = 0,00006006 \cdot 0,0014 = 0,00000008.$$

Таким образом, вероятность выкатывания самолёта за пределы ВПП можно записать в общем виде:

$$[(P(1)+P(2) - P(1\cdot 2))\cdot P(3)]\cdot P(4) = [(0,0054 + 0,00067 - (0,0054\cdot 0,00067))\cdot 0,0099]\cdot 0,0014 = 0,00000008.$$

Данная величина находится в зоне оптимального риска и не требует проведения различного рода мероприятий и внедрения технических средств для его снижения [3].

Итак, для снижения количества авиационных происшествий необходимо принять меры по прогнозированию. В качестве метода прогнозирования предложен метод оценки риска «дерево факторов опасности», который является весьма эффективным, так как с его помощью системно исследуются все опасные факторы и возможные сценарии авиационного происшествия, соблюдая логическую схему и наглядность. А также можно судить о точности расчёта, так как он базируется на общепринятых формулах алгебры логики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 57240-2016 Воздушный транспорт. Менеджмент безопасности авиационной деятельности в гражданской авиации. Основные положения = Air transport. Management of aviation activity in civil aviation. Basic principles : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введён впервые : дата введения 2017-07-01. – Москва : Стандартиформ, 2018. – 20 с.

2. ГОСТ Р 57239-2016 Воздушный транспорт. Система менеджмента безопасности авиационной деятельности. База данных. Авиационные инфраструктурные риски, возникающие при производстве аэропортовой деятельности = Air transport. Safety management of aviation activity. Data base. Aviation infrastructure risks of airport operation : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введён впервые : дата введения 2017-07-01. – Москва : Стандартиформ, 2018. – 20 с. –

3. ГОСТ 33938-2016 Определение допустимого уровня (степени) риска и опасности общепромышленного обрабатывающего оборудования = Determination of acceptable level (degree) of risk and hazard of industry-wide manufacturing equipment: национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : введён впервые: дата введения 2018-07-01. – Москва : Стандартиформ, 2017.– 20 с.

4. Макаров В. П. Метод прогнозирования и предупреждения авиационных происшествий на основе анализа «дерева факторов опасности»: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.14. – М., 2013. – 21 с.

5. Сайфутдинов Р. А., Глушков В. А., Гайниева Д. А., Кузнецова А. С. Информационная система управления профессиональными рисками // Образование и информационная культура: теория и практика. Сборник научных трудов. – Ульяновск, 2017. – С. 99–103.

6. Сайфутдинов Р. А., Гаврющенко А. П., Магдеева Д. Р., Карсакова Е. Д. Управление безопасностью технологических процессов // Информационные технологии в образовании. Материалы всероссийской очной научно-практической конференции. – Ульяновск: УлГПУ, 2019.

REFERENCES

1. GOST P 57240-2016 *Vozdushnyj transport. Menedzhment bezopasnosti aviacionnoj deyatel'nosti v grazhdanskoj aviacii. Osnovnye polozheniya* [Air Transport. Aviation safety management in civil aviation]. Basic principles : = Air transport. Management of aviation activity in civil aviation. Basic principles *nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii : izdanie oficial'noe : vvedyon v pervye : data vvedeniya* [the national standard of the Russian Federation : the official edition : introduced for the first time : the date of introduction 2017-07-01]. Moscow, StandardInform, 2018, 20 p.

2. GOST P 57239-2016 *Vozdushnyj transport. Sistema menedzhmenta bezopasnosti aviacionnoj deyatel'nosti. Baza dannyh. Aviacionnye infrastrukturnye riski, vznikayushchie pri proizvodstve aeroportovoj deyatel'nosti* = Air transport. Safety management of aviation activity. Data base. Aviation infrastructure risks of airport operation : *nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii : izdanie oficial'noe : vvedyon v pervye : data vvedeniya 2017-07-01* [Air transport. Aviation safety management system. Database. Aviation infrastructure risks arising from the production of airport activities - Air transport. Safety management of aviation activity. Data base. Aviation infrastructure risks of airport operation : the national standard of the Russian Federation : the official edition : introduced for the first time : the date of introduction 2017-07-01]. Moscow, StandardInform, 2018, 20 p.

3. GOST 33938-2016 *Opredelenie dopustimogo urovnya (stepeni) riska i opasnosti obshcheotraslevogo obrabatyvayushchego oborudovaniya* [Determining the acceptable level (degree) of risk and danger of industry-wide processing equipment] [Determination of acceptable level (degree) of risk and hazard of industry-wide manufacturing equipment: the national standard of the Russian Federation : edition official : introduced for the first time: date of introduction 2018-07-01] *nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii : izdanie oficial'noe : vvedyon v pervye: data vvedeniya 2018-07-01*. Moscow, StandardInform, 2017, 20 p.

4. Makarov V. P. *Metod prognozirovaniya i preduprezhdeniya aviacionnyh proisshestvij na osnove analiza «dereva faktorov opasnosti»: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk: 05.22.14*. [Method of prediction and prevention of aviation accidents based on the analysis of the «tree of hazard factors»: autoref. dis. kand. technical. sciences: 05.22.14]. Moscow, 2013, 21 p.

5. Sayfutdinov R. A., Glushkov V. A., Gainieva D. A., Kuznetsova A. S. *Informacionnaya sistema upravleniya professional'nymi riskami* [Professional Risk Management Information System] *Obrazovanie i informacionnaya kul'tura: teoriya i praktika. Sbornik nauchnyh trudov*. [Education and Information Culture: Theory and Practice. A collection of scientific works]. Ulyanovsk, 2017, pp. 99–103.

6. Saifutdinov R. A., Gavryushenko A. P., Magdeyeva D. R., Karsakova Ye. D. *Upravlenie bezopasnost'yu tekhnologicheskikh processov* [Management of The Security of Technological Processes] *Informacionnye tekhnologii v obrazovanii. Materialy vserossijskoj ochnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Information Technology in Education. Materials of the all-Russian face-to-face scientific and practical conference]. Ulyanovsk, UIGPU, 2019.

•••••

Сайфутдинов Рафаэль Амирович, доцент кафедры Поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов и техносферной безопасности (ПАСОПиТБ) Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева.

Белогрудова Дарья Юрьевна, курсант 1-го курса Бугурусланского лётного училища гражданской авиации.

Поступила 22.03.21 г.

Р. А. САЙФУТДИНОВ, А. С. НЯКИНА, Я. В. РОДНЕНКО

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЁТА ВОЗДУШНОГО СУДНА ПО РАСЧЁТУ КОНСТРУКТИВНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

Безопасность полёта заключается в снижении риска до приемлемого уровня и поддержании его на этом или более низком уровне с помощью непрерывного процесса выявления опасности. В статье рассмотрены особенности обеспечения безопасности в связи с расчётами структурных ограничений загрузки воздушных судов. Приведены примеры по расчётам основных конструктивных ограничений на воздушном судне.

Ключевые слова: воздушное судно, авиакомпания, безопасность, центровка, центровка самолёта, предел загрузки, конструктивные ограничения.

Безопасность полёта воздушного судна (ВС) является многогранной и актуальной проблемой на современном этапе развития авиационной отрасли, несмотря на непрерывное развитие авиационной техники и технологий. Сложность этой проблемы заключается ещё и в том, что безопасность полётов зависит от большого числа различных факторов. Данные факторы проявляются как на стадиях проектирования, так и на стадиях эксплуатации ВС.

Объективно самолёт представляет сложное техническое устройство, состоящее из взаимосвязанных частей и элементов. К компонентам самолёта относят планер, силовая установка, функциональная система, различное оборудование. Одним из важных эксплуатационных аспектов обеспечения безопасности при полётах является нормативная загрузка воздушного транспорта [6]. При размещении грузов на борт ВС требуется учитывать конструктивные характеристики планера. В частности, фюзеляж искривляется в соответствии с нагрузкой, действующей на него, поэтому нагрузка и не должна превышать ни в одной точке максимально допустимых пределов, которые могут привести к повреждению фюзеляжа. В интересах безопасности полётов устанавливаются конструктивные требования загрузки ВС:

- вес и центровка самолёта определены правильно и находятся в допустимых пределах;
- самолёт загружен в соответствии с требованиями и правилами Авиакомпании, а также в соответствии с инструкцией по загрузке;
- информация в сводной загрузочной ведомости соответствует фактической загрузке самолёта, включая информацию о пассажирах и топливе.

Для обеспечения этих требований разработан процесс управления загрузкой, который состоит из следующих процедур, но не ограничивается ими:

- планирование загрузки;
- расчёт массы и центровки;
- контроль загрузки;
- проверка данных и окончательное оформление сводной ведомости и прочей рейсовой документации [1].

Производитель самолёта определяет ограничения нагрузки на конструкцию планера. Руководство по весу и центровке производителей планера является документом, который определяет допустимые пределы загрузки самолёта. Данные, содержащиеся в данном документе, отражают проектные ограничения, установленные производителем планера, и дополнительно утверждаются авиационными регулирующими органами.

Для проверки конструктивных ограничений загрузки самолёта на этапах планирования и загрузки самолёта рекомендуется использовать процедуру проверки, описанную ниже.

В авиационной отрасли имеются следующие структурные ограничения загрузки:

- ограничение по максимальной погонной (линейной) загрузке;
- ограничение по максимальной допустимой загрузке в отсеке, секции или позиции;
- ограничение по максимальной нагрузке на пол (площадная нагрузка);
- ограничение контактной нагрузки;
- ограничение точечной нагрузки;
- ограничение по асимметричной нагрузке;
- ограничение комбинированной нагрузки;
- ограничение максимальной совокупной (кумулятивной) нагрузки;
- ограничение нагрузки на разделительные сети.

Весь персонал, задействованный в процессе управления загрузкой, должен пройти обучение, соответствующее выполняемым функциям. По возможности, разные процедуры управления загрузкой должны выполняться отдельными специалистами вне зависимости от того, выполняются эти процедуры вручную или с использованием каких-либо автоматизированных систем. Выполнение работ по контролю загрузки и окончательному оформлению документов может осуществляться одним специалистом только в исключительных случаях.

Расчёт массы и центровки необходимо выполнять на каждый рейс Авиакомпании. Расчёт центровки производится в индексах. Информация о расположении центра тяжести самолёта на различных этапах полёта, передаваемая экипажу воздушного судна, должна указываться в процентах от длины средней аэродинамической хорды крыла. Расчёт массы и центровки должен производиться в два этапа: предварительный и окончательный и при этом обеспечивать:

- определение предельной коммерческой загрузки;
- расчёт массы и положения центра тяжести самолёта для разных этапов полёта;
- соблюдение ограничений по предельной коммерческой загрузке, допустимым центровкам и массе самолёта по этапам полёта с учётом соблюдения требований по топливной эффективности;
- соблюдение структурных ограничений;
- распределение загрузки на борту с учётом правил и требований Авиакомпании.

Основной целью расчёта массы и центровки является определение расположения центра тяжести самолёта с учётом его загрузки и заправки топливом с целью соблюдения эксплуатационных ограничений на всех этапах полёта.

До начала предварительного расчёта требуется определить возможные ограничения коммерческой загрузки на рейсе, основываясь на имеющихся данных на конкретное ВС, полученных ранее от Авиакомпании или непосредственно от экипажа. В случае расхождения данных, полученных от экипажа, с ранее предоставленными данными необходимо сообщить экипажу об имеющихся расхождениях. В случае невозможности определить источник расхождений необходимо использовать данные, полученные от экипажа.

Расчёт центровки может выполняться вручную или с использованием автоматизированных систем [4]. Ручной расчёт центровки должен выполняться с использованием бланка центровочного графика, соответствующего конкретному бортовому номеру ВС, выполняющего рейс, с учётом фактической конфигурации пассажирского салона и багажно-грузового отсека (БГО). Бланки центровочных графиков предоставляются Авиакомпанией. Для автоматизированного расчёта массы и центровки могут использоваться локальные автоматизированные системы или собственная система Авиакомпании.

Данные для создания базы данных по флоту Авиакомпании предоставляются в формате IATA АНМ560 или IATA АНМ565. Проверка баз данных, тестовых расчётов массы и центровки и получение разрешения на использование локальных автоматизированных систем производится в соответствии с Рекомендацией IATA АНМ561[5].

Предварительный расчёт массы и центровки выполняется на основании данных, полученных в результате выполнения процедуры планирования загрузки.

Если результат предварительного расчёта не удовлетворяет требованиям безопасности (нарушены весовые и центровочные ограничения), то необходимо перераспределить загрузку и выполнить новый расчёт с учётом изменения расположения загрузки для выдерживания диапазона допустимых центровок и максимально допустимых масс [2].

Важно отметить, что структура пола способна выдержать максимальную нагрузку в 732 кг/м^2 . Загрузка так должна быть распределена в БГО, чтобы структурные ограничения пола, так же как и соответствующая максимальная загрузка грузовых отсеков, как указано выше, не были превышены. Грузовые отсеки рассчитаны на перевозку груза с максимальной плотностью загрузки 240 кг/м^3 .

Рассмотрим груз с высокой плотностью. Такими считаются грузы, плотность которых превышает 240 кг/м^3 . К таким грузам могут относиться, например, металлические слитки. Данная категория груза имеет значительный вес при небольших размерах упаковки. При перевозке грузов с высокой плотностью возникает опасность превышения максимально допустимых нагрузок на панели БГО и штатное швартовочное оборудование.

Для недопущения повреждений может потребоваться применение подкладочных материалов, дополнительного швартовочного оборудования или ограничение количества мест, размещаемых в секциях БГО.

Пример:

Деревянный ящик, размером $0,4 \cdot 0,4 \cdot 0,25 \text{ м}$, в котором перевозится металл кобальт, весит 45 кг (вес БРУТТО). Для того чтобы определить, является ли данное место грузом с высокой плотностью, необходимо:

Определить объём одного ящика (1) (V):

Объём одного ящика

$$V = a \cdot b \cdot c = 0,4 \text{ м} \cdot 0,4 \text{ м} \cdot 0,25 \text{ м} = 0,04 \text{ м}^3, \quad (1)$$

где a – длина ящика; b – ширина ящика; c – высота ящика.

Определить плотность данного места груза (2) (ρ):

$$\rho = \frac{W}{V}, \quad (2)$$

где W – вес упаковки (брутто); V – объём упаковки.

$$\rho = \frac{45 \text{ кг}}{0,04 \text{ м}^3} = 1125 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} > 240 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}. \quad (3)$$

Результат расчётов: плотность груза превышает максимальное значение, следовательно, данный ящик является грузом высокой плотности.

Следует учесть, что на каждой из сторон ящика имеются усиливающие рейки, на которые распределяется вес всего ящика, поэтому перед погрузкой необходимо определить давление на напольные панели БГО с учётом штабелирования груза или его обкладывания другой загрузкой. Если давление на пол превышает максимально допустимые значения, то для перевозки такого груза необходимо использовать подкладочные материалы.

Рассмотрим расчёты основных конструктивных ограничений, которые необходимо учитывать при погрузке грузов на борт ВС.

Ограничение по максимальной погонной (линейной) нагрузке.

На практике должен быть проверен предел рабочей (линейной) нагрузки, делящий вес груза на заданную длину этого груза в направлении полёта.

Если указано, что предел рабочей (линейной) нагрузки составляет 625 кг/м , это означает, что на 1 м длины пола в направлении полёта может быть загружено не более 625 кг общей массы с одним или несколькими предметами груза и независимо от того, как часть(и) груза(ов) соприкасается с полом на рассматриваемой длине.

В этом случае длина, которую необходимо учитывать, определяется внешним контуром его точек контакта (4):

$$\frac{\text{вес}}{\text{длина}} = \frac{350\text{кг}}{0,7\text{м}} = 500 \frac{\text{кг}}{\text{м}} < \frac{625\text{кг}}{\text{м}} \quad (4)$$

Если полученное значение выше, чем ограничение, нагрузка не может быть принята, следовательно, необходимо обеспечить разгрузку пола.

В случае перевозки одной или нескольких тяжёлых упаковок соблюдается ограничение по максимальной погонной (линейной) нагрузке.

Нет необходимости проверять данное ограничение, если общая нагрузка в секции равна или ниже допустимой (включая тяжёлую упаковку); используется распределитель нагрузки.

Ограничение по максимальной нагрузке на площадь, выраженное в кг/м², предназначено для предотвращения загрузки груза, лежащего на определённой площади пола отсека весом, превышающим возможности конструкции самолёта (балок, пола, стоек, панелей и рам пола).

В руководстве по весу и центровке изготовителя его обычно называют «Предел нагрузки в зоне отсека», «Равномерно распределённая нагрузка на пол» или «Максимальная распределённая нагрузка».

Если указано, что предел нагрузки на площадь составляет 750 кг/м², это означает, что на 1 м² пола может быть загружено не более 750 кг общего количества одного или нескольких единиц груза, и независимо от способа соприкосновения части (или частей) груза с полом в пределах рассматриваемого квадратного метра.

На практике следует проверять ограничение нагрузки на зону, деля вес груза на площадь, определяемую внешним контуром его точек контакта на полу (рис. 1).

Пример:

В этом случае следует учитывать не площадь ящика или поверхность его ножек, а площадь $S = L \cdot I$, определяемую внешним контуром его точек контакта (5), (6):

$$S = 0,4 \cdot 0,6 = 0,24 \quad (5)$$

$$\frac{W}{S} = \frac{240}{0,24} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} > 750 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (6)$$

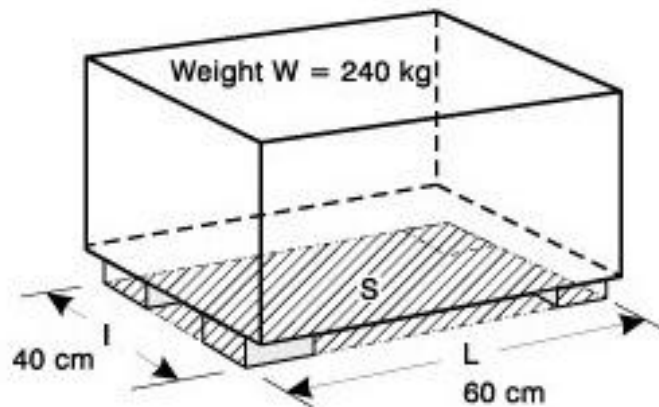


Рис. 1. Пример расчёта ограничения нагрузки на зону

Если полученная цифра превышает ограничение, нагрузка не может быть принята. Необходимо будет обеспечить распределение нагрузки на пол увеличением площади под грузом. Пол распределителя нагрузки должен соответствовать двум требованиям:

- обладать достаточной степенью жёсткости для эффективного выполнения перераспределения нагрузки. Эта степень жёсткости будет зависеть от веса груза и длины выступа распределителя за пределы или в пределах каждой фактической точки контакта упаковки с распределителем;

- полученная площадь, определяемая внешним контуром точек контакта пола распределителя, должна распределять нагрузку до максимально допустимой нагрузки или ниже.

Для определения требуемой площади загрузки производится следующий расчёт: разделить вес груза на предел нагрузки в зоне ожидания (рис. 2).

Пример:

Нагрузка = 240 кг

Предел нагрузки по площади 750 кг/м².

Минимальная поверхность определяется внешним контуром точек контакта пола распределителя (7):

$$\frac{240}{750} = 0,32 \text{ м}^2 \quad (7)$$

Распределитель = 10 кг (8).

$$S = L \cdot I = 0,7 \text{ м} \cdot 0,5 \text{ м} = 0,35 \text{ м}^2 \quad (8)$$

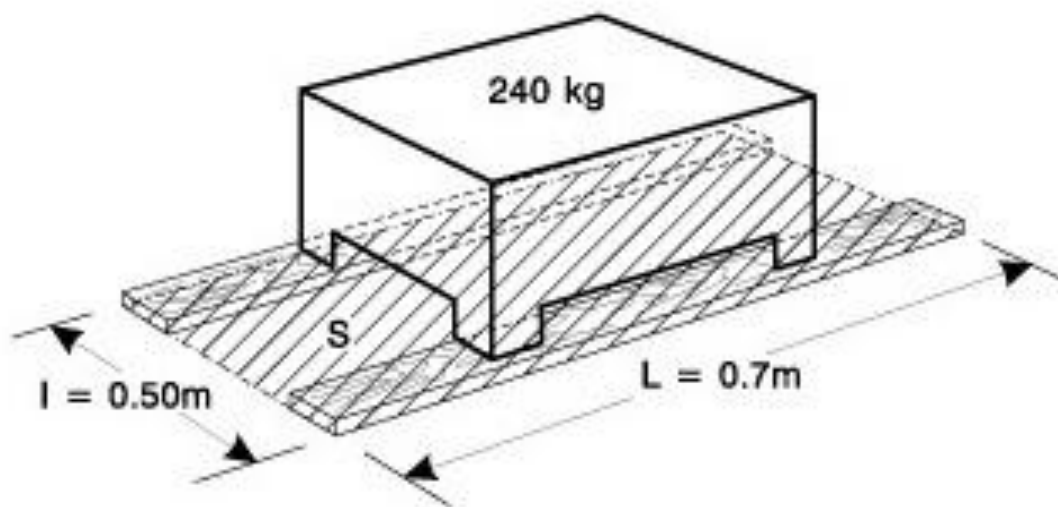


Рис. 2. Пример расчёта для определения требуемой площади загрузки

Следует отметить, что общий вес представляет собой комбинацию нагрузки и распределителя (ей).

Нагрузка, налагаемая общим весом груза и распределителя (ей) на конструкцию самолёта, теперь может сравниваться с пределом нагрузки на зону делением общего веса на новую площадь S (9):

$$\frac{240 + 10}{0,35} = 715 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} < 750 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (9)$$

Если для загрузки требуется распределитель нагрузки, то никакой другой груз не должен загружаться на саму упаковку или на доступные части пола распределителя, если только пол распределителя не рассчитан для приёма дополнительного груза.

Ограничение контактной нагрузки используется для предотвращения превышения грузоподъёмности тех частей груза, которые находятся в непосредственном контакте с полом, от возможностей горизонтальных панелей пола (металлических панелей, сотовых напольных конструкций).

Если указано, что предел нагрузки при контакте с полом составляет 2000 кг/м², это ограничение следует определять следующим образом: вес груза делится на сумму его фактической площади контакта с полом (рис. 3).

Пример:

Фактическая площадь контакта определяется так (10):

$$30 \text{ см} \cdot 5 \text{ см} \cdot 2 \text{ планки} = 0,03 \text{ м}^2 \quad (10)$$

Сравниваем фактическое значение ограничения с предельно допустимым значением нагрузки при контакте с полом (11):

$$\frac{480 \text{ кг}}{0,03 \text{ м}^2} = 16000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} > 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (11)$$

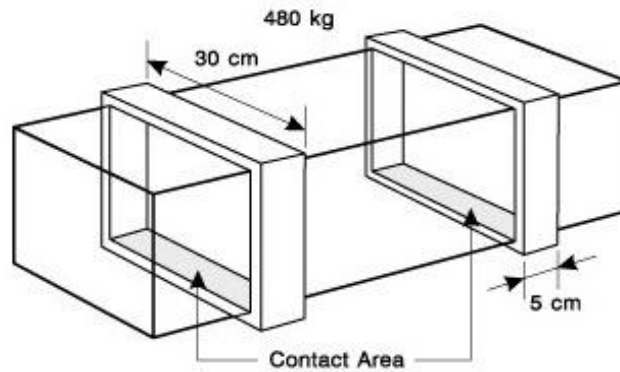


Рис. 3. Пример расчёта фактической площади контакта с полом

Если полученное значение превышает ограничение, такая нагрузка не может быть принята. Следует обеспечить распределение нагрузки на большую площадь под грузом. Пол распределителя должен соответствовать двум требованиям:

- обладать достаточной степенью жёсткости для эффективного выполнения перераспределения нагрузки, причём эта степень жёсткости будет зависеть от веса груза и длины выступа распределителя за пределами или в пределах каждой фактической точки контакта упаковки с распределителем нагрузки на пол;
- фактическая площадь контакта распределителя с полом самолёта будет уменьшать нагрузку до максимально допустимой контактной нагрузки или ниже.

Чтобы определить требуемую площадь контакта, выполняется следующий расчёт: разделим вес груза на предел нагрузки контакта с полом (рис. 4).

Пример:

Нагрузка = 480 кг

Предел нагрузки контакта с полом = 2000 кг/м².

Минимальная поверхность контакта определяется делением нагрузки на предел нагрузки контакта с полом (12):

$$\frac{480}{2000} = 0,24 \text{ м}^2 \quad (12)$$

Вес распределителя = 20 кг.

Контактная поверхность пола распределителя определяется так (13):

$$1 \text{ м} \cdot 0,125 \text{ м} \cdot 2 = 0,25 \quad (13)$$

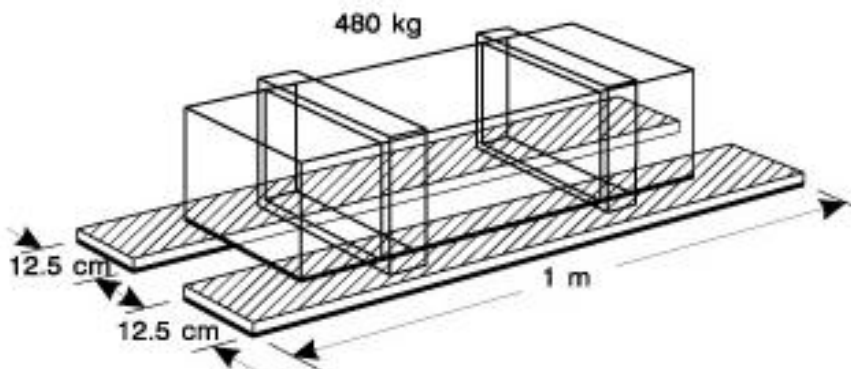


Рис. 4. Пример расчёта требуемой площади контакта

Следует учесть, что общий вес представляет собой комбинацию нагрузки и распределителя.

Нагрузка, создаваемая грузом на панели пола самолёта через пол распределителя, должна сравниваться с контактной нагрузкой, делящей общий вес на новую площадь контакта (14):

$$\frac{480 + 20 \text{ кг}}{0,25 \text{ м}^2} = 2000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} \quad (14)$$

Условие достижения ограничения максимальной площади загрузки: на саму упаковку или на доступные части пола распределителя нельзя загружать другие грузы, если только пол распределителя не рассчитан для приёма дополнительного груза.

Ограничение по совокупной загрузке определяет максимальный вес, который может находиться впереди или позади определённой точки. Ограничения по совокупной загрузке предназначены для предупреждения превышения максимальных нагрузок на стрингеры и шпангоуты фюзеляжа (изгибающие моменты).

Ограничение проверяется суммированием веса загрузки, планируемой для перевозки на основной и нижней палубах, в пределах отдельных секций фюзеляжа. Общий вес планируемой загрузки в каждой секции должен быть добавлен к весу загрузки следующей секции от хвоста к носу самолёта (для задних секций) и от носа к хвосту (для передних секций). Следует отметить, что максимальная совокупная загрузка может отличаться для разных секций фюзеляжа или в зависимости от центровки ВС на взлёте.

Пример (рис. 5):

Загрузка основной палубы в секции 1 = 4500 кг.

Загрузка нижней палубы в секции 1 = 1500 кг.

Загрузка основной палубы в секции 2 = 5000 кг.

Загрузка нижней палубы в секции 2 = 2500 кг [3].

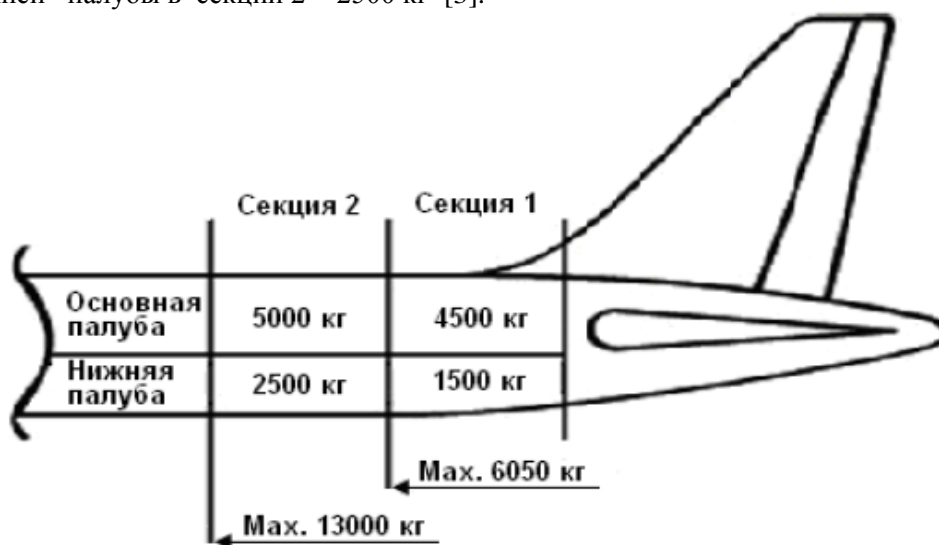


Рис. 5. Совокупная загрузка (рисунок к примеру расчёта)

Расчётная совокупная загрузка секции 1 = 4500 кг + 1500 кг = 6000 кг.

Максимальная допустимая совокупная загрузка секции 1 = 6050 кг.

6000 кг < 6050 кг.

Таким образом, расчётная совокупная загрузка в секции 1 не превышает максимально допустимых значений.

Расчётная совокупная загрузка секции 2 = 5000 кг + 2500 кг = 7500 кг.

Расчётная совокупная загрузка секций 1 и 2 = 6000 кг + 7500 кг = 13500 кг.

Максимально допустимая совокупная загрузка секций 1 и 2 = 13000 кг.

13500 кг > 13000 кг.

Расчётный вес совокупной загрузки секций 1 и 2 превышает максимально допустимые значения.

Если в результате вычислений выяснилось, что вес совокупной загрузки превышает максимально допустимые значения, то размещать таким образом загрузку недопустимо. В этом случае необходимо заново перераспределить нагрузку по отсекам.

В условиях существования большого разнообразия ограничений конструктивной нагрузки ВС, загрузка является трудоёмкой и сложной. Именно поэтому рекомендуется, чтобы при ручном планировании загрузки самолётов перевозчик составлял «Контрольный лист для ограничений конструктивной нагрузки» и заполнял его соответственно для каждого полёта. Проверочный лист заполняется и подписывается лицом, ответственным за планирование загрузки. Заполненный контрольный лист должен быть представлен на станции выдачи.

Таким образом, требования безопасности взлёта, полёта и посадки в ожидаемых условиях предстоящего рейса обеспечиваются конструктивными ограничениями ВС, которые были рассмотрены выше. Эти ограничения являются весьма важной характеристикой самолёта, связанной не только с его устойчивостью, но и с управляемостью, а значит, влияют на безопасность воздушного судна в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. АО «Международный аэропорт «Краснодар»»: [сайт]. – Краснодар, 2020 – . – Обновляется в течение суток. – URL: <https://krr.aero/upload/iblock/a83/rukovodstvo-po-nazemnomu-obsluzhivani.-chast-5.pdf> (дата обращения: 20.03.2021).
2. Островерхов А. Е. Расчёт коммерческой загрузки и центровки воздушных судов: Методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы. Университет ГА. – Санкт-Петербург, 2019. – 97 с.
3. ACEXGROUP : Международные перевозки. Логистика без границ : [сайт]. – Москва, 2021. – Обновляется в течение суток. – URL: https://www.acex.net/ru/useful_information/loading_charts.php (дата обращения: 19.03.2021).
4. Гаврющенко А. П., Сайфутдинов Р. А., Шадрин Е. П., Костерина А. И. Система информационного обеспечения в области охраны труда // Информационные технологии в образовании: Сборник научных трудов. – Ульяновск, 2018. – С. 19–23.
5. Сайфутдинов Р. А., Глушков В. А., Гайниев Д. А., Кузнецова А. С. Информационная система управления профессиональными рисками // Образование и информационная культура: теория и практика: Сборник научных трудов. – Ульяновск, 2017. – С. 99–103
6. Сайфутдинов Р. А., Гаврющенко А. П., Магдеева Д. Р., Карсакова Е. Д. Управление безопасностью технологических процессов // Информационные технологии в образовании. Материалы всероссийской очной научно-практической конференции. – Ульяновск: УлГПУ, 2019.

REFERENCES

1. AO *Mezhdunarodnyy aeroport «Krasnodar»* [JSC International Airport «Krasnodar»], 2020, site <https://krr.aero/upload/iblock/a83/rukovodstvo-po-nazemnomu-obsluzhivani.-chast-5.pdf> (accessed: 20.03.2021).
2. Ostroverkhov A. Ye. *Raschet kommercheskoy zagruzki i tsentrovki vozdushnykh sudov: Metodicheskiye ukazaniya po izucheniyu distsipliny i vypolneniyu kontrol'noy raboty* [Calculation of payload and aircraft alignment: Methodological instructions for studying the discipline and performing control work]. Saint Petersburg, 2019, pp. 97.
3. ACEXGROUP: *Mezhdunarodnyye perevozki. Logistika bez granits* [ACEXGROUP: International transport. Logistics without borders], Moscow, 2021, https://www.acex.net/ru/useful_information/loading_charts.php (accessed: 20.03.2021).
4. Gavryushchenko A. P., Sayfutdinov R. A., Shadrina E. P., Kosterina A. I. *Sistema informacionnogo obespecheniya v oblasti ohrany truda* [Information support system in the field of labor protection In the collection] *Informacionnye tekhnologii v obrazovanii: Sbornik nauchnykh trudov.* [Information technologies in education. Collection of scientific papers]. Ulyanovsk, 2018, pp. 19–23.

5. Sayfutdinov R. A., Glushkov V. A., Gayniyeva D. A., Kuznetsova A. S. *Informatsionnaya sistema upravleniya professional'nymi riskami* [Professional risk management information system]. *Obrazovaniye i informatsionnaya kul'tura: teoriya i praktika, Sbornik nauchnykh trudov UIGPU* [Education and information culture: theory and practice: Collection of scientific papers]. Ulyanovsk, 2017, pp. 99–103.

6. Sayfutdinov R. A., Gavryushchenko A. P., Magdeyeva D. R., Karsakova Ye. D. *Upravleniye bezopasnost'yu tekhnologicheskikh protsessov* [Process safety management]. *Informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii. Materialy vserossiyskoy ochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Information technologies in education. Materials of the All-Russian full-time scientific and practical conference]. Ulyanovsk, UIGPU, 2019.

•••••

Сайфутдинов Рафаэль Амирович, доцент кафедры Поискового и аварийно-спасательного обеспечения полётов и техносферной безопасности (ПАСОПиТБ) Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева.

Родненко Яна Вадимовна, курсант 4-го курса учебной группы ТБ-17-1 Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева.

Някина Анжела Сергеевна, курсант 4-го курса учебной группы ТБ-17-1 Ульяновского института гражданской авиации имени Главного маршала авиации Б. П. Бугаева.

Поступила 22.03.2021 г.

УДК 338.22.01

И. А. ФИЛИППОВА, А. С. ФИЛИППОВ

РОЛЬ СИСТЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

Рассмотрена роль системы экономической безопасности в условиях интернационализации экономики, а также проблемы, возникающие в условиях пандемии.

Ключевые слова: экономическая безопасность, государство, предприятие, система обеспечения, рост, стабильность.

Учёные в области экономических процессов и явлений в настоящее время говорят о системе экономической безопасности как о взаимосвязанных элементах, определяющих общее состояние предприятия в условиях постоянной конкуренции и выживания. Предприятие, стремящееся выжить в непростых условиях современной пандемии, должно иметь специфические механизмы управления, принятия решений для быстрого перехода на новые пути развития. Неблагоприятное влияние внешней

среды на производственную деятельность предприятия или организации тоже должно быть учтено системой экономической безопасности. Всё это позволит производственной системе быть не только устойчивой, но и независимой от внешнего воздействия.

Мировое хозяйство на современном этапе развития характеризуется усилением процесса глобализации. Каждая страна, как субъект глобальной системы экономики, заинтересована в целостности и успешной интеграции в мировое сообщество. Все положительные моменты ускоренного обмена факторами производства

очевидны, но есть и отрицательная сторона – усиление зависимости страны от внешнего рынка. Экономическая ситуация в условиях глобализации у стран неодинаковая. Насколько страна находится под влиянием мирового сообщества зависит от её социально-экономического развития. И Россия не исключение, а наоборот, яркий пример того, как процесс интеграции создаёт ряд экономических проблем в государстве.

Проблема экономической безопасности в условиях интернационализации экономики становится основным аспектом разработки экономической политики России. Разрешение экономических проблем возможно только путём создания и правильного функционирования правового механизма, позволяющего принимать целенаправленные и последовательные решения в области экономических отношений, соответствующие требованиям экономической безопасности.

Главная функция системы экономической безопасности России – умение управлять возможными противоречиями интересов государства, общества, личности. С целью эффективного управления необходимо систематизировать элементы данной системы, изучить их, что позволит дать правильную оценку и провести анализ состояния экономики на микро- и макроуровнях, выработать меры по предупреждению угроз.

Чтобы определить систему направлений обеспечения экономической безопасности России, её нужно разделить на составляющие. Основными элементами экономической безопасности являются следующие [1]:

1. Энергетическая безопасность. Заключается в стабильности поставок энергоносителей для нужд экономики и оборонного комплекса. Энергетическая составляющая экономической безопасности государства включает в себя недопущение, выявление и быструю ликвидацию событий, которые могут нанести ущерб развитию топливно-энергетического комплекса (ТЭК). Российская экономика имеет топливно-сырьевой характер.

2. Продовольственная и сырьевая безопасность – обеспечение продовольствием и сырьём в объёмах, необходимых для эффективного функционирования национального хозяйства. Одной из основных проблем обеспечения продовольственной и сырьевой составляющей являет-

ся зависимость национального хозяйства от импорта продовольственных и сырьевых ресурсов.

3. Техничко-производственная безопасность. Включает в себя предотвращение и недопущение негативных последствий в случае внешнеэкономических нарушений и внутренних потрясений страны, а также направлена на устойчивый процесс расширенного производства, удовлетворение общественной и оборонной потребности государства.

4. Транспортная составляющая. Безопасное функционирование транспортного комплекса, защита интересов личности, общества, государства в сфере транспортного комплекса от незаконных актов вмешательства.

5. Управленческая безопасность представляет собой совокупность умений и навыков, необходимых менеджерам для управления.

6. Устойчивость экономического роста и экономическая безопасность государства возможны лишь при *инвестиционном* типе развития национального хозяйства. Исходя из этого, встаёт проблема инвестиционной безопасности государства. При этом в качестве основных составляющих инвестиционной безопасности обычно рассматриваются две характеристики: инвестиционный риск и инвестиционный потенциал.

7. Демографическая безопасность тесным образом связана с другими видами национальной безопасности – экономической, социальной, политической, экологической, информационной, правовой.

8. Экологическая безопасность. Мероприятия, процессы, действия, состояния, которые никогда не должны приводить к серьёзным убыткам, наносимым природной среде, людям и всему человечеству.

9. Информационная безопасность – это состояние защищённости информации и поддержание информационной инфраструктуры от непреднамеренных или преднамеренных воздействий естественного или искусственного характера, которые могут нанести неприемлемый ущерб субъектам информационных отношений.

10. Финансовая безопасность России – способность самостоятельно осуществлять финансовую политику в соответствии с национальными интересами, формировать финансовые потоки в тех объёмах, которые необходимы для выполнения государственных задач.

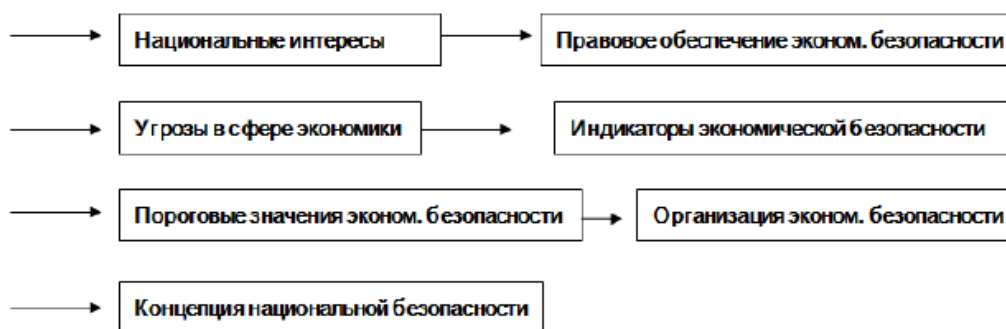


Рис. 1. Структура системы экономической безопасности

Процесс построения системы экономической безопасности включает в себя семь блоков по основным критериям и понятиям (рис. 1).

В рамках построения и анализа системы государственной экономической безопасности необходимо выявлять ситуации, разрабатывать меры безопасности, проводить экспертизы нормативных актов, государственных решений по вопросам, касающимся экономической безопасности России.

Таким образом, экономическая безопасность организации – это защищенность её деятельности от неблагоприятных воздействий внешней среды, а также способность своевременно адаптироваться к складывающимся условиям или возможность исключить потенциальные угрозы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянова О. В. Система и структура обеспечения экономической безопасности // Экономика, управление, финансы: IV Междунар. науч. конф. – Пермь, 2015. – С. 34; Виды экономической безопасности государства. [Электронный ресурс]. URL: <http://simplehomebusinesssystem.com/vidy-ekonomicheskoy-bezopasnosti-gosudarstva> (дата обращения: 09.03.2021).

2. Филиппова И. А., Филиппов А. С. Основные направления системы обеспечения экономической безопасности в Российской Федерации // Основы экономики, управления и права. – 2020. – №3(22). – С. 53–58.

REFERENCES

1. Averyanova O. V. *Sistema i struktura obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti* [System and structure of ensuring economic security]. *Ekonomika, upravlenie, finansy: IV Mezhdunar. nauch. konf.* [Economics, Management, Finance: IV International Scientific Conference]. Perm, 2015, p. 34; *Vidy ekonomicheskoy bezopasnosti gosudarstva* [Types of economic security of the state]. [Electronic resource]. URL: <http://simplehomebusinesssystem.com/vidy-ekonomicheskoy-bezopasnosti-gosudarstva> (accessed: 09.03.2021).

2. Filippova I. A., Filippov A. S. *Osnovnye napravleniya sistemy obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti v Rossijskoj Federacii* [Main directions of the system of ensuring economic security in the Russian Federation]. *Osnovy ekonomiki, upravleniya i prava* [Fundamentals of economics, management and Law]. 2020, No. 3(22), pp. 53–58.

•••••

Филиппова Ирина Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая теория» УлГТУ.

Филиппов Александр Сергеевич, аспирант кафедры «Экономическая теория» УлГТУ.

Поступила 19.03.2021 г.

ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА И ФАКТОРЫ ЕЁ ФОРМИРОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

Приводится анализ факторов, формирующих заработную плату в России. Большая свобода предприятий в вопросах заработной платы способствовала обновлению механизмов, определяющих оплату труда. А в силу минимальных законодательных ограничений организации могут использовать гибкие системы формирования оклада. Проблемы этой области касаются и социального сектора, во многом от их решения зависит сам уровень жизни населения, напрямую влияющий на рост экономики и развитие страны. Также в данной работе рассматриваются количественные оценки существующей заработной платы российских базовых профессий при учёте становления социально ориентированного рынка. К тому же учитываются потребительские бюджеты среднего и социально-приемлемого достатка.

Ключевые слова: экономика, рыночные отношения, заработная плата, работники, трудовая деятельность, стимул, эффективность, производительность.

Нет человека, равнодушного к проблемам формирования заработной платы, т. к. от неё напрямую зависит качество жизни. Изменение экономического курса России, становление в ней рыночной экономики наложили значительный отпечаток на процесс планирования, формирования и коррекции заработной платы.

В настоящее время, в соответствии со ст. 129 Трудового кодекса Российской Федерации, «заработная плата представляет собой вознаграждение за труд в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества и условий выполняемой работы, а также компенсационные выплаты и стимулирующие выплаты» [5]. Если работа проводится в особо опасных, трудных условиях, то зарплата может включать компенсационные выплаты. Для дополнительной стимуляции работников к зарплате нередко прибавляют премии.

В соответствии с положениями ст. 135 ТК РФ, «заработная плата работнику устанавливается трудовым договором в соответствии с действующими у данного работодателя системами оплаты труда» [5]. Поэтому на основе правовых документов работодатель сам определяет систему оплаты труда (СОТ) работников. Система оплаты труда подразделяется на тарифную, бес-тарифную и смешанную.

Тарифная СОТ – это система оплаты труда, при которой размер заработной платы диффе-

ренцируется в зависимости от тарифной системы на предприятии. Согласно тарифной системе, качественные показатели работы – её содержание и значимость – гораздо важнее количественных, зачастую количественные даже не поддаются оценке. Положения Трудового кодекса Российской Федерации гласят, тарифная система корреляции окладов работников различных квалификаций включает в себя тарифные ставки, т. е. структуру тарифных разрядов специальностей, рассчитанных с помощью тарифных констант в зависимости от тяжести работ; оклады, т. е. фиксированную заработную плату за календарный месяц без компенсационных, стимулирующих надбавок; тарифную сетку, т. е. тарифный коэффициент из таблицы соответствия квалификации рабочего, множители из тарифной системы оплаты труда рабочего первого разряда; тарифные коэффициенты, т. е. частное заработной платы каждого разряда и разряда самой низкой квалификации – первого, принимаемого за единицу.

Существуют две формы тарифной системы оплаты труда – повременная и сдельная. «Отличие между повременной и сдельной оплатой труда в том, что при повременной оплате труда оплата зависит от количества отработанного времени, а при сдельной – от количества произведённых единиц продукции или от количества выполненных операций» [3]. Повременная форма оплаты свойственна труду, который сложно оценить объёмом выполненных операций. В подтверждение можно привести оценку труда управленческого персонала, работников

подсобного производства и обслуживающей сферы. Размер заработной платы вычисляется произведением тарифной ставки на отработанное время. В последнее время в связи с социально-экономическими изменениями в России всё тяжелее измерить труд количественно, по этой причине работодатель всё больше отдаёт предпочтение повременной СОР.

Существует особенная форма оплаты труда – повременно-премиальная, расчёт которой осуществляется в соответствии с отработанным временем, количеством и качеством работы, от этих факторов зависит премия. Она добавляется к сумме заработка. Сдельная форма зависит от тех же факторов, что и повременно-премиальная, за исключением времени. Она оценивает труд, в котором можно чётко зафиксировать количество и качество продукции.

Сдельная форма включает следующие системы: сдельно-прогрессивную, аккордную, косвенно-сдельную, прямую сдельную и сдельно-премиальную.

Бестарифная СОР связана с такими понятиями, как коэффициент квалификации, степень трудового участия и финансовый фонд, из которого выделяется заработная плата. Он формируется по результатам работы коллектива, где каждый сотрудник претендует на долю из фонда. Эта система применяется в мелких компаниях, где несложно вести учёт объёма работы каждого и тем самым стимулировать коллектив добиваться всё больших результатов.

В данной ситуации величины окладов и сопоставление их меж сотрудниками закрепляются трудовым договором, поэтому бестарифная система не предполагает твёрдого оклада.

Следующая СОР – смешанная, включающая формы: дилерскую, комиссионную и форму «плавающих» окладов. Зависимость заработной платы от результатов труда на обслуживаемом участке делает целесообразным внедрение плавающих окладов.

Важнейшая часть комиссионной формы – фиксированный процент от реализации товара, прибавляемый к заработной плате. Процентные начисления могут быть точными, где процент от товара определён заранее, по процентной шкале организации, или дифференцированными, где процент зависит от экономической успешности единицы продукции.

Дилерская форма обязывает сотрудника самостоятельно реализовывать товары компании, которые он покупает за свой счёт. Сотруднику выгоднее продать товары подороже, т. к. именно разница является его заработной платой.

Переходя от общего к частному, проследим тенденции формирования заработной платы в современной России.

Как и в любой другой стране, определяющее звено расчёта заработной платы есть производительность труда, выражающаяся в степени занятости граждан в том или ином секторе экономики. Одну из самых низких позиций ВВП России занимает сфера услуг, этот сектор отличается и самой низкой занятостью. А вот промышленный характеризуется большей долей занятости – до тридцати пяти процентов, которая обеспечивает тридцать шесть процентов ВВП. Большая доля занятых в сельскохозяйственной сфере задаёт тенденцию во многих странах к низкой оплате труда. Это свойственно и России – в 2010 году заработная плата составляла 10668 рублей в месяц, или 51% от среднероссийской заработной платы [4, с. 412; 6, с. 412–413]). Таким образом, структура секторной занятости населения России не создаёт условия для высокой производительности труда. Общая производительность также невысока, поскольку на фоне стран, имеющих похожие исходные данные, Россия отстаёт. К рабочему времени и производительности труда, в качестве факторов формирования заработной платы, стоит добавить институциональный фактор, который проявляется в ограничительных мерах, накладываемых профсоюзами и другими общественными организациями. По многим направлениям российский рынок в период с 2007 по 2012 г. утратил свои конкурентные преимущества, о чём свидетельствуют эксперты всемирного экономического форума в ежегодном «Отчёте о глобальной конкурентоспособности». Следующие критерии претерпели спад: качество взаимодействия между работником и работодателем – на 58 позиций; гибкость в установлении заработной платы – на 38 позиций; соотношение оплаты и производительности труда – на 51 позицию; надёжность профессионального менеджмента – на 40 позиций; «утечка мозгов» – на 62 позиции; эффективность практики приёма и увольнения – на 75 позиций.

Стоит добавить, что не меняет картины к лучшему присутствие ярко выраженной дифференциации доходов. Кроме всего прочего, России свойственна низкая покупательная способность и низкая цена на рабочую силу, которая ещё ниже лишь в среднеразвитых странах бывшего СССР. Заработная плата россиян, как и их выработка, относительно развитых государств оставляет желать лучшего. Низкая производительность труда и неблагоприятная институциональная среда являются основными причинами

низкой заработной платы в России. К примеру, работник США затрачивает в 3 раза меньше времени на выполнение задания, чем работник России.

Органы государственной власти не оставляют без внимания проблемы низкой заработной платы в современной России. Запланированный рост производительности труда к 2020 г. составлял 150% (относительно 2011 г.). Это станет возможным благодаря созданию высокоэффективных рабочих мест, повышающих занятость; реформированию профессионального образования; техническому прогрессу; институциональным преобразованиям, оптимизирующим банковскую систему. Это повысит инвестиционную привлекательность России и создаст условия для большего вложения средств в российскую экономику.

Итак, одним из важнейших элементов, обеспечивающих гибкость системы формирования заработной платы, являются формы оплаты труда, где фактором являются правила, устанавливаемые работодателем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баянова О. В. Формирование учётно-аналитической системы управления затратами на оплату труда. – Пермь: ИПЦ «ПрокростЪ», 2014. – С. 16.
2. Вишневская Н. Г. Формирование заработной платы в России: роль отраслевых тарифных соглашений // Вопросы экономики. – 2009. – №4. – С. 82–93.
3. Заложнев Д. А. Модели систем оплаты труда. – М.: ПМСОФТ, 2009. – С. 89.
4. Труд и занятость в России 2006: стат. сборник. – М.: Росстат, 2011. – 502 с.
5. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197 - ФЗ (ред. от 09.03.2021); гл. 21; ст.129. [Электронный ресурс]. - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (дата обращения: 15.03.2021).
6. Чернопяттов А. М. Модели регионального развития // Научное мнение. – 2013. – №10. – С. 348–352.

REFERENCES

1. Bayanova O. V. *Formirovanie uchetno-analiticheskoy sistemi upravleniya zatratami na oplatu truda* [Formation of an accounting and analytical system for managing labor costs]. Perm, CPI «Prokrost», 2014, p. 16.
2. Vishnevskaya N. G. *Formirovanie zarabotnoyplati v Rossii: rolotraslevihtarifnihsoglashenii* [Formation of wages in Russia: the role of industry-specific tariff agreements] *Voprosi ekonomiki* [Economic issues]. 2009, No. 4, pp. 82–93.
3. Zalognev D. A. *Modeli system oplatitruuda*. [Models of labor remuneration systems]. Moscow, PMSOFT, 2009, p. 89.
4. *Trud i zanyatost' v Rossii 2006: stat. sbornik* [Labour and Employment in Russia in 2006: Statistical Digest]. Moscow, Rosstat, 2011, 502 p.
5. *Trudovoy kodeks Rossiskoy Federacii ot 30.12.2001 №97 - FZ (red. ot 09.03.2021); gl. 21; st. 129*. [The Labor Code of the Russian Federation of 30.12.2001 No. 197-FZ (ed. of 09.03.2021); ch. 21; Article 129]. [Electronic resource]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (accessed: 15.03.2021).
6. Chernopyatov A. M. *Modeli regionalnogo razvitiya* [Models of regional development] *Nauchnoe mnenie* [Scientific opinion]. 2013, No. 10, pp. 348–352.

•••••

Филиппова Ирина Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая теория», Ульяновский государственный технический университет, Россия.

Енилов Дмитрий Александрович, студент 2 курса, факультет информационных систем и технологий, Ульяновский государственный технический университет, Россия.

Саушкина Наталья Сергеевна, студент 2 курса, факультет информационных систем и технологий, Ульяновский государственный технический университет, Россия.

Поступила 20.03.2021 г.

И. А. ФИЛИПОВА, А. С. УШКОВА

ВКЛАД РОССИЙСКИХ УЧЁНЫХ В РАЗВИТИЕ МИРОВОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ МЫСЛИ

Рассмотрен научный вклад российских учёных, перечислены их труды и показано их влияние на развитие мировой экономической мысли.

Ключевые слова: экономическая теория, экономическая мысль, научные труды, научный вклад, российские учёные.

Развитие экономической теории в России происходило в тесной связи с движением науки в зарубежных странах. Все идеи и теории, которые появлялись на Западе, отображались в русской экономической литературе. Тут важно уточнение: было бы неверно предполагать, что все идеи Запада просто переносились на российскую науку.

Рассмотрим труды М. И. Туган-Барановского. Михаил Иванович получил мировое признание ещё при жизни. Его книга «Промышленные кризисы в современной Англии, их причины и влияние на народную жизнь» (1894 г.) была очень популярной. Вклад учёного в экономическую теорию связан с разработкой проблем реализации, циклов, кризисов и денег.

Михаил Иванович пытался дать представление о характере циклических колебаний. Он использовал идею Маркса о связи промышленных колебаний с периодическими обновлениями основного капитала.

В системе Туган-Барановского накопление ссудного капитала представлено в виде накопления пара, который находится в цилиндре. Когда оно достигает определённой высоты, ссудный капитал выходит в действующий капитал. Когда он заканчивается, промышленность восстанавливается и возвращается к первоначальной точке.

Михаил Иванович первый сформулировал закон инвестиционной теории циклов: фазы промышленного цикла определяются законами инвестирования. Нарушение ритмов экономической активности, которые приводят к кризису, происходят из-за нарушения параллелизма на

различных рынках в период процветания экономики, а также из-за несовпадения между сбережением и инвестированием.

Таким образом, Туган-Барановский находит все элементы современной инвестиционной теории циклов. Эта идея оказала большое влияние на экономическую теорию, о чём свидетельствуют прямые ссылки многочисленных авторов.

Теперь обратимся к трудам Н. Д. Кондратьева. Николай Дмитриевич работал над аграрным вопросом (1923 г.). Его решение он видел в социализации земли. Учёный считал, что в деревне должно быть уравнильное семейно-трудовое пользование землёй, и каждому, кто трудится, участок должен предоставляться безвозмездно. Николай Дмитриевич выделял три формы землеустройства: личная, общинная и артельная. Однако форма должна выбираться на местах.

Учёный считал, что в сельском хозяйстве может присутствовать широкая кооперация. Плюсы кооперации заключаются в отсутствии акцента на прибыль и в возможности роста производительности труда.

Также Кондратьев сделал вывод о существовании больших циклов конъюнктуры (1925–1928 гг.). Учёный считает цикличность внутренней закономерностью экономического развития. Он установил закономерности, которые присутствуют в больших циклах. Если капитал накапливается и идёт на обновление техники и создание новых технологий, то наступает повышательная волна. Повышение темпа экономического развития усложняется средними циклами и вызывает борьбу за рынки сбыта и рост социальных противоречий.

Труды Николая Дмитриевича Кондратьева получили мировое признание. Используя

материалы о движении уровня товарных цен, процента на капитал, заработной платы, оборота внешней торговли, а также производства угля, свинца в Англии, Германии и Франции, он сделал вывод, что существуют большие циклы конъюнктуры. В какой-то определённый момент темп и размер капитала уменьшаются, и это приводит к переломному моменту в развитии.

В период понижительной волны происходит аккумуляция свободного капитала и рост усилий по усовершенствованию техники, что приводит к новому подъёму.

В мировой экономике интерес к проблеме циклов и закономерностей циклического развития развился после Великой депрессии. Гипотеза Кондратьева прочно вошла в число крупнейших достижений мировой науки.

Также огромный вклад в экономике сделал В. К. Дмитриев. Владимир Карпович является представителем экономическо-математического направления в России. В своих работах он доказал, что трудовая теория стоимости совместима с теорией предельной полезности (1904 г.). Учёный уделял внимание анализу факторов, определяющих величину цены от издержек производства до взаимоотношения между спросом и предложением. Также Владимир Карпович составил систему линейных уравнений, благодаря которым он смог определить производственные издержки, тем самым предоставил способ выражения полных затрат.

Дмитриев пытался выразить связь между уровнем общественно-необходимых затрат и соотношением спроса и предложения. В результате был сделан вывод, что уровень определяется при наихудших, а не при средних условиях, то есть продукция, которая производится на предприятиях с наивысшими издержками, необходима для удовлетворения общественного спроса.

Труды Владимира Карповича Дмитриева оказали влияние на развитие экономическо-математических исследований не только в нашей стране, но и в зарубежных странах.

Огромное влияние на экономическо-математические исследования оказал Евгений Евгеньевич Слуцкий. В своей статье «К теории сбалансированного бюджета потребителя» (1914 г.) он применял математический аппарат для исследования зависимости спроса на блага

от его цены и от цены других благ, а также зависимости изменения доходов и цен.

При анализе спроса он выделяет изменение относительных цен при стабильном доходе потребителя и изменение дохода при стабильных ценах. Первая составляющая показывает ситуацию, при которой спрос остаётся на месте, то есть не переходит на другую кривую безразличия. Вторая составляющая описывает тот случай, когда потребитель переходит с одного уровня безразличия на другой.

Математическое выражение «эффект замещения», предложенное Слуцким, широко используется современной наукой. Также получили признание выдвинутые учёным «условия интегрируемости», или «соотношения Слуцкого», которые применяются для проверки функции полезности.

Рассмотрим труды В. С. Немчикова. Василий Сергеевич организовал в Академии наук первую лабораторию экономико-математических методов. В его работе «Экономико-математические методы и модели» (1965 г.) были определены основные направления математики, которые могут применяться в экономике. Это разработка теории плановых расчётов и общей математической методологии оптимального планирования; разработка межотраслевых и межрегиональных балансов; оптимальное планирование работы транспорта; разработка математической статистики и её использование в народном хозяйстве. В настоящее время эти направления всё так же актуальны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вклад российских учёных в развитие экономической мысли. – Текст электронный // StudFiles: сайт. – 2017 – 15 сент. – URL: <https://studfile.net/preview/6747512/page:4/> (дата обращения: 14.03.2021).

2. Вклад российских учёных в развитие экономической мысли. – Текст электронный // Bstudy.net: сайт. – URL: https://bstudy.net/629934/ekonomika/vklad_rossiyskih_uchenyh_razvitie_mir_ovo_ekonomicheskoy_mysli (дата обращения: 15.03.2021).

3. Научный вклад М. И. Туган-Барановского в понимание экономических циклов. – Текст электронный // Студопедия: сайт. – 2015. – 20 март. – URL: https://studopedia.ru/6_70332_nauchniy-vklad-mi-tugan-baranovskogo-v-

ponimanie-ekonomicheskikh-tsiklov.html (дата обращения: 14.03.2021).

4. Вклад российских учёных в развитие мировой экономической мысли. – Текст электронный // Studbooks.net: сайт. – URL: https://studbooks.net/1742016/ekonomika/vklad_rossijskih_uchenyh_razvitie_ekonomicheskoy_mysli (дата обращения: 14.03.2021).

REFERENCES

1. *Vklad rossijskih uchyonyh v razvitie ekonomicheskoy mysli*. [The contribution of Russian scientists to the development of economic thought]. *Tekst elektronnyj* [Electronic text]. StudFiles: website. – 2017 – 15 Sep. – URL: <https://studfile.net/preview/6747512/page:4/> (accessed: 14.03.2021).

2. *Vklad rossijskih uchyonyh v razvitie ekonomicheskoy mysli* [The contribution of Russian scientists to the development of economic thought]. *Tekst elektronnyj* [Electronic text] // Bstudy.net: website. – URL: https://bstudy.net/629934/ekonomika/vklad_rossijskih_uchenyh_razvitie_mirovoy_ekonomicheskoy_mysli (accessed: 15.03.2021).

3. *Nauchnyj vklad M. I. Tugan-Baranovskogo v ponimanie ekonomicheskikh ciklov*. [M. I. Tugan-Baranovsky's scientific contribution to the under-

standing of economic cycles]. *Tekst elektronnyj* [Electronic text] / Studopedia: website – 2015. – March 20. – URL: https://studopedia.ru/6_70332_nauchnyj-vklad-mi-tugan-baranovskogo-v-ponimanie-ekonomicheskikh-tsiklov.html (accessed: 14.03.2021).

4. *Vklad rossijskih uchyonyh v razvitie mirovoj ekonomicheskoy mysli* [The contribution of Russian scientists to the development of world economic thought]. *Tekst elektronnyj* [Electronic text]. Studbooks.net: website. – URL: https://studbooks.net/1742016/ekonomika/vklad_rossijskih_uchenyh_razvitie_ekonomicheskoy_mysli (accessed: 14.03.2021).

.....

Филиппова Ирина Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая теория», УлГТУ.

Ушкова Александра Сергеевна, студент факультета информационных систем и технологий, кафедра «Измерительно-вычислительные комплексы», УлГТУ.

Поступила 16.03.2021 г.

И. А. ФИЛИППОВА, А. А. КУЧИНА, Э. А. АРСЛАНОВА

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛИЗАЦИИ НА РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Приведён анализ влияния процесса глобализации на экономику России, выявлены положительные и отрицательные черты глобализации в России, выражены мысли о дальнейшем развитии экономики страны по отношению к процессу глобализации.

Ключевые слова: экономика, глобализация, Россия.

Глобализация рассматривается многими авторами как процесс всемирной экономической, политической, культурной и религиозной интеграции и унификации [1, 98]. Её сущность определяется тем, что она отражает характерные черты процесса трансформации структуры мирового хозяйства, которая определяется совокупностью существующих национальных хозяйств, связанных взаимозависимостью процесса международного разделения труда, складывающейся системы экономических, социальных и политических отношений. Данный процесс опосредован их включением в мировой рынок и взаимопроникновением экономик на принципах регионализации и транснационализации. На этих принципах осуществляется формирование единой мировой сетевой рыночной экономики — геоэкономики и её инфраструктуры, сопровождаемое уменьшением влияния государственного суверенитета [2, 34].

Исходя из определения глобализации как процесса, который затрагивает огромное множество аспектов человеческой жизни, можно выделить три её основных составляющих: экономическую глобализацию; политическую глобализацию; культурную глобализацию.

Экономическая глобализация является всемирным явлением, поскольку экономика определённой страны может существенно зависеть от ресурсов других стран. Такие ресурсы способны включать совместное использование товаров, продуктов, технологий и даже рабочей силы.

А это, в свою очередь, способствует развитию мировой экономической системы в целом. Сегодня с уверенностью можно сказать, что глобализация есть один из наиболее влиятельных процессов, которые определяют дальнейший ход развития всех стран и государств в мире. Одним из наиболее существенных оказалось влияние глобализации на экономическую сферу деятельности.

В условиях целостного глобализирующегося мира никакая страна не может формировать благоприятные для себя внешние условия. Наоборот, она должна реалистично оценивать свои долговременные нужды, проблемы, перспективы искать возможности своего развития в складывающихся внешних обстоятельствах. Россия в нарождающейся глобальной экономике занимает очень специфическое место. Она участвует вместе с наиболее развитыми государствами в решении глобальных научных, технологических, экологических и социальных проблем.

Известный экономист Джозеф Стиглиц в нескольких своих книгах высказал острую критику целого ряда современных тенденций усиления глобализации. Приводя многочисленные примеры и достоверные факты, экономист показывает, что эти тенденции разрушают промышленность, способствуют росту безработицы, нищеты, тормозят научно-технический прогресс и усугубляют экологическую катастрофу на планете. Он критикует политику глобальных институтов: ВТО, МВФ, — которые, по его мнению, используют глобализацию и её идеологию (свободная торговля, свободный доступ к сырьевым ресурсам, мировое патентное право, использование в качестве мировых валют «бумажные» доллар и

евро и т. д.) в интересах нескольких наиболее развитых государств в ущерб большинству стран на планете [3].

В связи с усилением глобализации в сфере экономики образовался ряд проблем. Одна из них – это существование таких производств, которые не способны к конкуренции в нынешних условиях свободной рыночной системы, из-за чего они вынуждены закрыться, лишая людей рабочих мест. Так поднимается уровень безработицы, людям приходится переобучаться на иные профессии. О другой проблеме профессор государственного социального университета Козин М. И. говорит следующее: «разрыв в доходах между бедными и богатыми увеличивается. Бурное развитие науки и технологий, передовой экономики охватило лишь небольшое число государств, в которых проживает так называемый „золотой миллиард“». Вместе с ним Николай Розов, руководитель центра макросоциологии НГУ, считает, что глобализация, как уплотнение всех связей, приводит к огромному росту возможностей для сильных игроков. Одно из неизбежных следствий развития глобализации — резкий рост относительного неравенства, который повышает социальную напряжённость.

Глобализация международной торговли – если продукция страны конкурентоспособна – безусловно, позитивная тенденция. И, наоборот, если страна не обладает конкурентоспособными товарами, то глобализация внешнеэкономической деятельности угрожает не только её экономике, но и её суверенитету в целом.

По итогам 2020 года наша страна переместилась с 43 на 50-е место в мировом рейтинге. Подобное состояние экономики страны наблюдается из-за неэффективного управления финансами государства и достаточно высокой инфляции. Сглаживаются эти факторы иными – более положительными: развитая судебная система, принятые меры по защите интеллектуальной собственности и т. п. Вместе с этим не последнее место в списке оказавших влияние на российскую экономику факторов занимают такие факторы, как образование, повышение квалификации рабочей силы и постоянный доступ к новым технологиям.

О не самых приятных для России последствиях глобализации пишет профессор УрФУ И. И. Пичурин в своей монографии «Влияние

глобализации на экономическое развитие». В ней автор рассуждает о невыгодности развития глобализации для нашей страны. Он приводит множество данных, которые наглядно показывают, что экспорт российских товаров далеко не так хорош, как может показаться на первый взгляд. Пичурин говорит о том, насколько разные погодные, климатические, географические условия в России и странах Европы и США. Так же автор монографии ссылается на известного российского публициста Паршева А. П., который в своей работе «Почему Россия не Америка» «очень аргументировано показал, что издержки материального производства в нашей стране по совершенно объективным причинам независимо от социального строя и уровня прогресса всегда выше, чем в других странах, и поэтому внешнеторговый обмен по общему критерию экономической эффективности не мог быть выгоден СССР, и теперь не может быть выгоден России». Таким образом, Пичурин делает акцент на том, что экспортировать внутренние ресурсы невыгодно для России [4, 84].

Стратегия дальнейшего включения страны в мировую экономику должна базироваться на использовании не столько природно-ресурсного, сколько научно-технологического потенциала. В рамках данной стратегии задачи внешнеэкономической политики государства могут быть следующими:

- не допускать резкого снижения ценовой конкурентоспособности отечественного экспорта и импортозамещающего производства;
- стимулировать экспорт, и в первую очередь продукции, созданной на базе современных высоких технологий;
- обеспечивать защиту «встающих на ноги» модернизируемых отраслей и производств, потенциально конкурентоспособных на внутреннем и внешнем рынках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глебов Г. И., Милаева О. В. Современные международные отношения: Учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пензенского государственного университета, 2010.
2. Коренюшкина С. И., Соловьев К. А. Суверенитет в эпоху глобализации: теория и практика // Общество. Среда. Развитие (TerraHumana). – 2015. – №1 (34).

3. Джозеф Стиглиц. Глобализация: тревожные тенденции / Пер. с англ. Г.Г. Пирогова. – М.: Национальный общественно-научный фонд, 2003.

4. Пичурин И. И. Влияние глобализации на экономическое развитие. – Екатеринбург: Изд-во УМЦ УПИ, 2017.

REFERENCES

1. Glebov G. I., Milaeva O. V. *Sovremennye mezhdunarodnye otnosheniya: Uchebnoe posobie* [Modern international relations: A textbook]. Penza: *Izd-vo Penzenskogo gosudarstvennogo universiteta* [Penza State University Publishing House], 2010.

2. Korenyushkina S. I., Solov'ev K. A. *Suverenitet v epohu globalizacii: teoriya i praktika* [Sovereignty in the era of globalization: theory and practice]. *Obshchestvo. Sreda. Razvitie* [Wednesday. Development (TerraHumana)]. 2015, No. 1 (34).

3. Joseph Stiglitz. *Globalizaciya: trevozhnye tendencii* [Globalization: disturbing trends] *Per. s angl. G. G. Pirogova* [Translated from the English

by G. G. Pirogov]. *Nacional'nyj obshchestvenno-nauchnyj fond*. Moscow, National Social and Scientific Foundation, 2003.

4. Pichurin I. I. *Vliyanie globalizacii na ekonomicheskoe razvitie*. [Influence of globalization on economic development]. Yekaterinburg, *Izd-vo UMC UPI* [UMC UPI Publishing House], 2017.

•••••

Филиппова Ирина Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая теория» УлГТУ.

Кучина Анна Андреевна, студентка факультета информационных систем и технологий, кафедры «Измерительно-вычислительные комплексы», УлГТУ.

Арсланова Эмилия Анверовна, студентка факультета информационных систем и технологий, кафедры «Измерительно-вычислительные комплексы», УлГТУ.

Поступила 20.03.2021 г.

Правила оформления статей для журнала «Вестник УлГТУ»

1. К публикации принимаются материалы, касающиеся результатов оригинальных научно-технических исследований и разработок. Тематика должна соответствовать рубрике журнала.

2. Статья должна содержать:

- индекс УДК;
- заглавие на русском и английском языках;
- инициалы и фамилию автора на русском и английском языках (14 пт, светл.);
- аннотацию на русском и английском языках;
- ключевые слова статьи на русском и английском языках;
- текст;
- список литературы, References;
- сведения об авторе;
- акт экспертизы.

3. Объём статьи – до 3,5 страниц, включая иллюстрации, страницы не нумеровать.

Заглавие должно точно и кратко формулировать тему статьи (14 пт, п/ж). Статья сопровождается рецензией.

Статья представляется в виде файла формата MS WORD и в распечатке, с подписью авторов (*прилагается*).

Файл должен быть записан на USB Flash Drive.

При наборе используются только стандартные шрифты – Times New Roman и Symbol, 11–10 пунктов для основного текста и для формул. При наборе текста переносы не ставить.

Устанавливаемый размер бумаги – А4 210×297 мм.

4. Следует строго соблюдать единообразие терминов, размерностей, условных обозначений. Единицы измерения должны соответствовать СИ (ГОСТ 8.417–2002).

5. Формулы следует нумеровать в круглых скобках (2), литературные ссылки – в прямых [12], подстрочные примечания отмечаются звездочкой *.

Промежуточные математические выкладки по возможности следует опускать, формулы следует набирать с помощью редактора формул.

6. Таблицы должны иметь тематические заголовки, располагаться в пределах рабочего поля. Все слова в заголовках граф даются без сокращений и в единственном числе.

7. Список литературы составляется в соответствии с ГОСТ Р 7.05–2008 и даётся общим списком по алфавиту в конце статьи. Указываются только те работы, на которые имеются ссылки в статье. Сокращения в заголовках книг, статей, журналов не допускаются.

8. Иллюстрации выполняются в соответствии со следующими требованиями: чётко, на белой бумаге, буквенные и цифровые обозначения на рисунках по начертанию должны соответствовать обозначениям в тексте статьи. Рисунки обязательно должны быть сгруппированы с подрисовочными подписями.

Размеры рисунков – 170×170 мм (помещаются непосредственно в тексте).

На весь иллюстративный материал должны быть ссылки в тексте.

Рубрика включает 2–3 статьи по 3–3,5 страницы.

Материал должен быть выверен и готов к размножению и сопровождаться рецензией.

Ответственность авторов: «Авторы опубликованных статей несут ответственность за патентную чистоту, достоверность и точность приведённых фактов, цитат, географических названий, экономико-статистических данных, собственных имён и прочих сведений, а также за разглашение данных, не подлежащих открытой публикации».

Материалы для тематических рубрик следует сдавать ответственному за данную рубрику.

Ответственным за тематические рубрики обратить внимание на публикацию статей аспирантов, докторантов.

Сдавая статьи в журнал, вы даёте разрешение на помещение её в eLibrary и на сайт университета, передаёте неисключительные права организации (УлГТУ).

Соблюдая эти правила, вы ускорите публикацию вашего материала. Спасибо!