

4

Октябрь-декабрь (92) 2020

16+

СОДЕРЖАНИЕ

75 лет
Великая Победа
1945-2020

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
А. А. Злобин	4	Смысловое наполнение концепта <i>Соловки</i> в романе О. В. Волкова «Погружение во тьму»
М. Е. Крошнева	7	Стиль в литературе
		ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
У. Д. Мизхер П. А. Вельмисов	11	Применение системы ANSYS для исследования струйных турбулентных течений
		МАШИНОСТРОЕНИЕ
О. И. Морозов В. П. Табаков В. Н. Кокорин М. В. Илюшкин	15	Моделирование НДС поверхностного слоя инструмента с износостойким ионно-плазменным покрытием в процессах ОМД
		ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В. А. Савельев Т. Н. Рогова	21	Цифровизация машиностроительного комплекса в России и зарубежных странах: обзор тенденций
В. Г. Тронин Н. В. Тибушкина	25	Эволюция системы передачи научных знаний
		ЭНЕРГЕТИКА
О. В. Жилиев В. Н. Ковальногов	31	Теоретический анализ применимости нового физического способа измерения массового расхода и плотности жидкости
		ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ
С. И. Гусев В. В. Епифанов	45	Структура системы функционирования беспилотного автотранспортного средства
У. П. Зырянова В. С. Гусарова	48	О территориальной схеме обращения с отходами в Ульяновской области
О. С. Штурмина В. В. Колоколова	52	Диагностика риска банкротства (на примере ПАО «Аэрофлот»)

Г. И. Мансурова П. М. Мансуров И. М. Исаева	55	Поддержка малому бизнесу от государства во время пандемии
И. В. Авдеенко А. Н. Никулин	57	Экономико-математические модели в налогообложении
Н. И. Куракова Т. Н. Рогова	60	Анализ основных угроз финансово-экономической безопасности Ульяновской области
Е. Н. Никитина В. В. Епифанов	63	Анализ развития в мире автономных автобусов и такси
Т. Е. Родионова М. В. Рыбкина	68	Влияние миграции на демографическую ситуацию и внутренний рынок труда Ульяновской области
	73	ХРОНИКА УНИВЕРСИТЕТА. КОНФЕРЕНЦИИ. ЮБИЛЕИ
	74	ABSTRACTS
	77	СООБЩЕНИЕ
	78	Правила оформления статей для журнала «Вестник УлГТУ»
	79	Содержание журнала «Вестник УлГТУ» за 2020 г.

**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
22.12.2020.

Дата выхода в свет
28.12.2020.

Формат 60×90/8.

Печать трафаретная.

Усл. печ. л. 10,00.

Тираж 150 экз.

Заказ 158.

Цена свободная.

CONTENTS

A. A. Zlobin	4	HUMANITIES Meaning filling the concept of Solovka in the novel O. V. Volkov «Immersion in darkness»
M. E. Kroshneva	7	Style in literature
U. J. Mizher P. A. Velmisov	11	NATURAL SCIENCES Application of ANSYS system to study jet turbulent flows
O. I. Morozov V. P. Tabakov V. N. Kokorin M. V. Ilyushkin	15	MACHINE-BUILDING Simulation of the status of the surface layer of a tool with a wear-resistant ion-plasma coating in the processes of OMD
V. A. Saveliev T. N. Rogova	21	INFORMATION TECHNOLOGIES Digitalization of the machine-building complex in Russia and foreign countries: an overview of trends
V. G. Tronin N. V. Tibushkina	25	Evolution of the scientific knowledge transfer system
O. V. Zhilyaev V. N. Kovalnogov	31	ENERGETICS The theoretical analysis of applicability of a new physical method for mass flow rate and density measuring
S. I. Gusev V. V. Epifanov	45	ECONOMICS AND QUALITY MANAGEMENT Structure of the unmanned vehicle operation system
U. P. Zyryanova V. S. Gusarova	48	About territorial scheme of waste management in Ulyanovsk region
O. S. Shturmina V. V. Kolokolova	52	Diagnostics of bankruptcy risk (on the example of PJSC Aeroflot)
G. I. Mansurova P. M. Mansurov I. M. Isaeva	55	Support for small businesses from the state during the pandemic
A. N. Nikulin I. V. Avdeenko	57	Economic and mathematical models in taxation
N. I. Kurakova T. N. Rogova	60	Analysis of the main threats to the financial-economic security of the Ulyanovsk region
E. N. Nikitina V. V. Epifanov	63	Analysis of the development of driverless buses in the world
T. E. Rodionova M. V. Rybkina	68	Impact of migration on the demographic situation and the internal labor market of the Ulyanovsk region
	73	UNIVERSITY CHRONICLE. CONFERENCES. ANNIVERSARIES
	74	ABSTRACTS
	77	INFORMATION
	78	Guidance for typography of a paper for the journal «Vestnik of UISTU»
	79	The contents of the journal «Vestnic of UISTU» for 2020

УДК 811.161.1'37+821.161.1-1:177.61

А. А. ЗЛОБИН

СМЫСЛОВОЕ НАПОЛНЕНИЕ КОНЦЕПТА *СОЛОВКИ* В РОМАНЕ О. В. ВОЛКОВА «ПОГРУЖЕНИЕ ВО ТЬМУ»

Рассматривается семантическая структура концепта Соловки в языковой картине мира писателя О. В. Волкова. Определены смысловое ядро, приядерная и периферийная зоны. Автор статьи обнаруживает семантические связи анализируемого концепта с компонентами таких ключевых концептов русской лингвокультуры, как святость и смерть.

Ключевые слова: О. В. Волков, концепт, Соловки, святость, смерть, семантический вариант, смысловое ядро, приядерная зона, лексический дериват.

Олег Васильевич Волков около 28 лет провёл в тюрьмах, лагерях и ссылках. В условиях бесконечных страданий, болезней и унижений он формируется как писатель, который смысл своей жизни видит в том, чтобы рассказать миру о репрессиях 1920–1950-х гг., о трагедии русского народа, об уничтожении миллионов людей, о сознательном и циничном попрании христианских ценностей.

«Я живу, чтобы свидетельствовать!» – эти слова О. В. Волкова можно считать эпиграфом к его творчеству. Главное произведение писателя – роман «Погружение во тьму». Книга, с одной стороны, «объединяет конкретные описания страшной реальности следствий, лагерей и ссылок со скорбными раздумиями о связи этих преступлений с политической системой», с другой – пропитана «христианским смирением, любовью, ответственностью за Россию и желанием, показывая истину, содействовать добру» [2, с. 85].

Одним из ключевых в автобиографическом романе О. В. Волкова является концепт *Соловки*, который и является предметом нашего изучения.

Лексема *Соловки* (репрезентатор одноимённого концепта) употребляется в романе достаточно часто. Это связано с тем, что книга О. В. Волкова отражает этапы его «лагерной одиссеи»: в 1928–1929 гг. он отбывал заключение в Соловецком лагере особого назначения (СЛОУН);

в марте 1931 г. он получает второй соловецкий срок.

В дореволюционной отечественной культуре это место соотносилось исключительно с двумя понятиями – «остров» и «православный мужской монастырь», причём в сознании русских людей доминировало второе. В результате уникального сочетания природы, ландшафта, архитектуры и духа многовекового православного русского монашества *Соловки* являлись объектом культурного наследия мирового уровня. В 1920–1930-е гг. Соловецкий архипелаг – место страшных страданий русских людей. Сотни тысяч ни в чём не повинных людей, преследуемых властью, здесь мученически закончили свой земной путь. В эти годы *Соловки* становятся Русской Голгофой.

Именно это является причиной того, что смысловым ядром рассматриваемого концепта являются два противоположных семантических центра: *Соловки* – ‘православный мужской монастырь’ и ‘лагерь особого назначения’. Рассмотрим их подробнее.

Соловки – ‘православный мужской монастырь’

Ближайшим семантическим вариантом является слово *обитель*; приядерная зона представлена лексическими дериватами – *монастырский* (устав, камень, кремль, архив, госпиталь), *монастырская* (жизнь, казна, ризница, стена, ограда, келья), *монастырские* (будни), *монашеская* (обитель, баня), *монашеские* (подвиги, теплицы), *монах*.

Автор изображает архитектурный ансамбль монастыря, говорит об очень умелом ведении хозяйства, о помощи государству в сложное время. Однако смысловой акцент ставится прежде всего на Соловецком монастыре как месте, где 600 лет совершалось главное духовное делание – молитва за мир. Соловецкая обитель прославлена духовным подвигом тысяч православных подвижников – известных (преподобные Зосима, Савватий, Герман) и безымянных. Очень органично и естественно смысловые сегменты рассматриваемого концепта соотносятся с компонентами другого, ключевого для русской лингвокультуры концепта, – *святость*.

В условиях, когда православие в нашей стране было гонимо, и атеизм становился государственной религией, О. В. Волков встречает на Соловках людей, открыто и бесстрашно исповедующих свою веру. Именно они продолжают подвиг преподобных отцов и матерей и являют своей жизнью подлинную святость, претерпевая мучения и проливая кровь за Христа. Соловецкие мученики и исповедники, по мнению автора, являются *святой Русью*, «*солью земли*», у истоков которой – преподобные Сергей Радонежский и Кирилл Белозерский, святители Пётр, Филипп, Ермоген. «*Здесь в двадцатом веке продолжалось начатое ещё в Киевской Руси*» [1, с. 85].

Известно, что особое место в системе жанров древнерусской литературы занимало *житие*, центром которого было жизнеописание святого. Как правило, подобные произведения строились в соответствии с агиографическим каноном, пришедшим на Русь с Византии. Однако древнерусские жития не были схематичными и однообразными: святые отличались своими духовными подвигами. Поэтому сегодня, применительно к древнерусской литературе, исследователи выделяют следующие их типы: *преподобнические* («Житие Феодосия Печерского»), *мученические (мартирии)* («Чтение о житии и погублении Бориса и Глеба»), *святительские* («Житие Стефана Пермского»), *равноапостольские* («Житие Владимира Крестителя»), *благовых князей* («Житие Димитрия Донского») и др. [3].

В романе О.В. Волкова «Погружение во тьму» все христианские подвижники являются *мучениками* – теми, то от рук гонителей прини-

мает безвинное страдание и смерть, и *исповедниками* – теми, кто, невзирая на преследования и унижения, продолжал открыто исповедовать Христа. Однако при этом характер подвига, который они несут в заключении, различен: он определяется положением человека в лагере, духовным саном, монашеским званием. Поэтому с определённой долей условности, но всё же можно говорить о нескольких группах соловецких мучеников и исповедников.

Первую составляет плеяда выдающихся архиереев Русской Православной Церкви. Среди них – архиепископ Задонский и Воронежский Пётр (Зверев), архиепископ Верейский Иларион (Троицкий), епископ Глазовский, викарий Вятской епархии Виктор (Островидов). Писатель, рассказывая об их жизни на Соловках, сознательно подчёркивает высочайший нравственный облик выдающихся русских иерархов.

Во *вторую группу* включены священники, которые в условиях лагеря продолжали духовно окормлять свою паству. Это духовно бодрый и всегда радостный отец Михаил Митроцкий, блестящий богослов отец Павел Флоренский, строгий иеромонах-уставщик, выходец из вятских мужиков, бесстрашный отец Иоанн, служивший, когда ему позволяло лагерное начальство, Божественную литургию в лесу. Писатель с чувством особого благоговения передаёт атмосферу богослужений под открытым небом: «*Тогда сердце наполнилось благодатным миром, и в каждом человеке прозревался брат во Христе <...> Чудилась некая связь между вот этой горсткой затравленных, с верой и надеждой внимающих каждому слову отца Иоанна эков и святыми и мучениками, порождёнными гонениями*» [1, с. 9].

Третья группа – это соловецкие монахи, подвизавшиеся в обители до революционных событий и в условиях богоборчества продолжающие совершать своё служение. Наблюдая за схимником в Онуфриевской церкви, принявшим на себя обет молчания, автор с благоговейным трепетом свидетельствует о его аскетизме, неомирности, святости.

Четвёртая группа состоит из верующих мирян, которые в нечеловеческих условиях лагеря продолжают жить по-христиански и являются олицетворением евангельских добродетелей:

Соловки – ‘лагерь особого назначения’

непоколебимой веры, стояния в истине, любви к ближнему, милосердия, сострадания. Прежде всего, это «не ведающий сомнения», «преданный памяти истреблённой царской семьи» монархист Георгий Михайлович Осоргин, самоотверженные, бросающие вызов самой сути порядков, опровергающие идеологию безбожной власти девушки-подвижницы (Ксения, дочь протоиерея Николая Пискановского, Лиза Самарина). К данной группе можно отнести и самого Олега Волкова – человека, которого страдание в условиях лагерного заключения заставляет задуматься о подлинном смысле жизни и по-настоящему обрести Бога.

По мнению писателя, современные ему соловецкие мученики и исповедники веры – изгои в тоталитарном государстве – восходя на свои Голгофы, являются тем благодатным семенем, которое даст живительные ростки будущего духовного очищения и преображения. Благодаря общению с ними во время своего первого заключения на Соловках О. В. Волков утверждает в возможности одоления зла. Данное убеждение будет поддерживать его и в последующих более тяжёлых испытаниях. Гонимая Православная Церковь предстаёт в романе единственным оплотом добродетелей. Упадок нравственности и разгул порока и крайней жестокости писатель объясняет истреблением христианских начал жизни. Символом забвения веры в романе становится пустая церковь, в которой еле теплится лишь несколько лампадок: «От мириад свечей Православной Церкви осталось гореть несколько бессильных огоньков...» [1, с. 146].

С большой симпатией О.В. Волков относится и к представителям других религиозных исповеданий. Особенно поражает его внутренняя сила сектантов («христосиков») – «тёмных по знаниям, но светлых по своей вере». «Замученные и осмеянные, хилые, но способные принять смерть за свои убеждения» [1, с.68]. На Соловках он тесно общается с членами азербайджанской партии мусаватистов, которые с уважением относятся к традициям своих дедов, по-сыновьи – к старшим, по-братски – друг к другу. Писатель подчёркивает их глубокую религиозность, деликатность, честность, высочайшую внутреннюю культуру.

Ближайшими семантическими вариантами являются слова *тюрьма, каторга, зона*; ядерная зона представлена лексическими дериватами – *лагерный* (врач, барак, шакал, срок, пуританизм), *лагерная* (братия, жизнь, традиция, тряпина, обстановка, элита), *лагерное* (начальство, благополучие, время), *лагерные* (порядки, сутки, тревоги, условия, дела, работяги, придурки), *лагерник, солагерник*.

Соловецкий лагерь в романе О. В. Волкова «Погружение во тьму» – «царство дьявола», «помойная яма» [1, с. 65]. Лагерники, населяющие остров, обречены на уничтожение и забвение. Развернувшееся в стране безумие – это трагедия всего народа: «Здесь бывшие сановники и придворные, бывшие правоведы и лицеисты, бывшие помещики и офицеры, бывшие присяжные поверенные, кадеты, актёры... Все бывшие, для которых нет будущего» [1, с. 80]. Автор описывает страдания заключённых в лагерном бараке, на общих работах, в штрафных изоляторах Анзерского скита и в штрафных отделениях Заяцких островов.

Высшая точка страданий лагерников – Секирная гора (Секирка), само пребывание на которой являлось символом угнетения, надругательств, физической гибели человека: «Именно там, в церкви на Секирной горе, достойные ученики Дзержинского изобретательно применяли целую гамму пыток и изощрённых мучительств, начиная от «жёрдочки» – тоненькой перекладки, на которой надо было сидеть сутками, удерживая равновесие, без сна и пищи, под страхом зверского избияния, до спуска связанного истязуемого по обледенелым каменным ступеням стометровой лестниц: внизу подбирали искалеченные тела, с перебитыми костями и проломленной головой. Массовые расстрелы также устраивались на Секирной» [1, с. 105].

Вербально и ассоциативно концепт *Соловки* в значении ‘лагерь особого назначения’ связан с ключевым для русской лингвокультуры концептом *смерть*. О.В. Волков, получив второй лагерный срок, пишет о массовых расстрелах на Соловках в октябре 1929 г.: «От меня в трёх шагах рыхло лежали поросшие травой комя земли – на этом месте палачи-добровольцы сталкивали

застреленных в наспех вырытую траншею, неистовствовали, добивали раненых. Надо мной наглухо сомкнулась глухая беспросветная соловецкая ночь» [1, 105].

Таким образом, концепт *Соловки* занимает особое место в языковой картине мира О.В. Волкова. Его специфика заключается в смысловом совмещении двух абсолютно противоположных семантических полей. Именно благодаря этому актуализируется значение данного места в русском сакральном пространстве. *Соловки* продолжают осуществлять своё высокое служение даже в условиях боготорческого режима. Подвиг известных и безымянных соловецких мучеников и исповедников – это прочное связующее звено в золотой цепи русской святости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков О. Погружение во тьму. – Москва, 2014. – 540 с.
2. Казак В. Волков // Лексикон русской литературы XX века. – Москва : РИК «Культура», 1996.

УДК 82

М. Е. КРОШНЕВА

СТИЛЬ В ЛИТЕРАТУРЕ

Излагаются теоретические аспекты понятия стиля в литературоведении. Через принципы восприятия литературного произведения и законы его существования исследуются категории стилиевой доминанты, стилеобразующие факторы, автор.

Ключевые слова: литература, стиль, стилиевая доминанта, стилеобразующие факторы, автор, русский язык.

Современная русская пунктуация с функциональной точки зрения – непростое явление в системе русского языка. С одной стороны исторического этапа её существование отличается относительной стабильностью и неизменностью, с другой – неточностью из-за способности отражать стилистику мысли автора. Отсюда следует,

3. Лихачёв Д. С. Великое наследие. Классические произведения литературы Древней Руси. – Москва : Современник, 1980. – 412 с.

REFERENCES

1. Volkov O. *Pogruzheniye vo tmu*. [Immersion in darkness]. Moscow, 2014, 540 p.
2. Kazak V. *Volkov // Leksikon russkoy literatury XX veka* [Lexicon of Russian literature of the XX century]. Moscow, 1996.
3. Likhachev D. S. *Velikoye naslediye. Klassicheskiye proizvedeniya literatury Drevney Rusi*. [Great heritage. Classical works of literature of Ancient Russia]. Moscow, 1980, 412 p.

•••••

Злобин Андрей Александрович, кандидат филологических наук, доцент, заведующий кафедрой русского языка и межкультурной коммуникации ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет».

Поступила 19.09.2020 г.

© Крошнева М. Е., 2020

ственной речи писателя, специфика которой зависит от индивидуально-авторского стиля изложения. Благодаря исследованиям В. В. Виноградова, А. Н. Соколова, Г. Н. Пospelова в настоящее время сложилось более точное литературоведческое понимание стиля как эстетического единства всех сторон и элементов художественной формы, обладающее определённой оригинальностью и выражающее содержание [1].

В литературно-художественных произведениях писатели используют многообразие языковых средств, а их речь лишена стилистической однородности. В. В. Виноградов характеризовал литературный стиль как особенный, включающий в себя все существующие стили речи: «Понятие стиля в применении к языку художественной литературы наполняется иным содержанием, чем, например, в отношении стилей делового или канцелярского и даже стилей публицистического и научного. Язык национальной художественной литературы не вполне соотносительна с другими стилями, типами или разновидностями книжно-литературной и народно-разговорной речи. Он использует их, включает их в себя, но в своеобразных комбинациях и в функционально преобразованном виде» [2, с. 22]. Таким образом, художественный стиль выражается через эстетическое единство произведения. Стиль несёт в себе картину мира писателя – печать целого, поскольку содержательная целостность стиля и все элементы формы произведения подчинены художественной закономерности: заглавие, композиция, предметы изображения, психологизм образности, речь героев и повествователя и т. д.

Важное свойство стиля состоит в его способности раствориться (или рассредоточиться) в каждом фрагменте текста и с наибольшей отчётливостью проявиться в стилиевой доминанте писателя. А. Н. Соколов к числу качественных характеристик стиля писателя причисляет *субъективность и объективность, образительность и выразительность (экспрессивность), соотношение общего и единичного в изображении объекта, тип художественной условности, монументальность и камерность*. В теории литературы данная типология категорий представляет собою эмоционально насыщенные точки произведения, по которым можно исследовать аспек-

ты художественной закономерности, неповторимость авторской исполнительской манеры письма как эстетического явления в литературе. «Подобно другим эстетическим категориям, как и категориям науки, философии, стилевые категории объективны. Они основываются на свойствах самого искусства, на тех его особенностях, которые складываются в самом художественном творчестве, в процессе исторического развития искусства. Эти свойства и особенности объективно существующего стиля, осмысляемые обобщающей деятельностью человеческого ума, и отражаются в стилевых категориях» [3, с. 100].

Кроме стилиевой доминанты, авторскую манеру письма характеризуют системные стилиобразующие факторы. Во-первых, это такие исторические и общественные условия, в которых складывается стиль в искусстве и ими определяется. Во-вторых, художественные ориентиры произведения: идея, образ, метод, жанр, взятые как в отдельном литературном произведении, так и в творчестве конкретного писателя, а также рассмотренные в рамках какого-либо художественного направления. Стилистика писателя находится в прямой значимой зависимости от стилевых традиций прошлого, конкретных общественных и эстетических целей духовного мира людей и задач, которые ставит перед обществом и писателем время.

Кроме анализа широких стилиобразующих факторов, рассмотрение элементарных категорий стиля лежит в плоскости наиболее естественных с точки зрения понимания авторского мировоззрения, его восприятия окружающей действительности, замысла художника. Это идейно-тематические факторы стиля. В разные эпохи и в разных литературных направлениях стиль зависит от темы и изображаемого предмета. Например, в произведениях сентиментализма зависимость изображения художественного образа от самого предмета прослеживается далеко не так отчётливо, как в произведениях реалистического плана. Сам объект изображения подчиняется субъективному восприятию замысла художника. Элементы структуры внутренней формы (род литературы, жанр, композиция) в перспективе развития научной стилистики обуславливаются содержательностью литературного

произведения как такового. «Сколько бы ни спорили о природе, признаках, задачах, судьбе этих литературных жанров, особенно романа, остаётся бесспорным, что, пока эти жанры существуют, они остаются поэмой и романом с присущим каждой из этих внутренних форм относительно устойчивым жанровым содержанием. Это не мешает поэме и роману в их историческом развитии изменять свою жанровую форму. Но изменчивое в жанре всегда сочетается с устойчивым, пока существует жанр»[3, с. 119–120].

Стилистическую закономерность авторской манеры возможно проследить через воздействие композиции внутренней формы на внешнюю форму произведения. Речь идёт о характере повествования, формах изложения, углов зрения, ритмике текста, его рифме и строфике, интонационной (и пунктуационной) картинке, звукописи и мелодике, – более «технических» факторах стиля художника, которые способны преобразовать произведение в соответствии со стилистическими закономерностями, развитием стиля и традициями в литературе. Таким образом, стиль писателя – явление неоднозначное в литературе. Для полного понимания этого непростого явления как стиль, большое значение приобретает личность самого художника и его индивидуалистическая концепция творчества – «печать» автора.

Автор – ключевое понятие в науке о литературе. Известны три стадии существования автора: в качестве биографической личности; автора-творца художественного произведения, а также имплицитного автора, воплощённого в структуре текста. Если базовая стадия авторского явления показывает автора как человека, конкретную личность, реально существовавшую в быту, истории, от которой зависит появление произведения и отбор материала для литературы, то субъект речи и объект речи проявляются как элементы целостной идейно-художественной системы. Здесь образ автора является центром речевого мира произведения, объект речи – всё изображающее, субъект речи – носитель речи в пространстве и во времени: повествователь, рассказчик, внутренняя речь, несобственно-прямая речь, другие категории субъективизма. В связи с изучением стилистической организации текста, углубляет наше представление об авторе Б. О. Кор-

ман. В работе «Изучение текста художественного произведения» он пишет: «Субъектная организация произведения есть соотнесённость текста с субъектами речи. Следует различать *формально-субъектную* и *содержательно-субъектную* организацию текста. Формально-субъектная организация текста есть соотнесённость разных частей текста с носителями речи, определяемыми по формальному признаку <...>. Содержательно-субъектная организация текста есть соотнесённость текста с носителями речи, определяемыми не столько по степени выявленности, сколько по мироотношению и стилю, то есть по признаку содержательному. Изучение авторской позиции предполагает определение соотношения формально-субъектной и содержательно-субъектной организаций текста» [4, с. 43].

Следовательно, образ автора проливает свет на семантическо-стилистическую компоненту литературных произведений, которая лежит в плоскости изучения современного русского языка и функциональных стилей в нём, связывает стилистическую индивидуализацию автора с его художественно-речевым выражением. Семантический показатель высказывания автора отражает движение его мысли через стилистические оттенки, где знаки препинания находят всему свою форму. В конце XX столетия русская пунктуация, отражающая тенденции современного синтаксиса, достигла высокого уровня своего развития и является выразителем самых тонких нюансов смысла, интонации, ритма в произведении и стилистическом воплощении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов В. В. Избранные труды. О языке художественной прозы. – Москва, 1980; Соколов А. Н. Теория стилей. – Москва, 1968; Поспелов Г. Н. Проблемы литературного стиля. – Москва, 1970; Литературная энциклопедия терминов и понятий / Под ред. А. Н. Николюкина; Институт научной информации по общественным наукам РАН. – Москва: НПК Интелвак, 2001 и др.
2. Виноградов В. В. Русский язык (грамматическое учение о слове). – 2-е изд. – М., 1972. – 616 с. // [Электронный ресурс]. URL: <https://>

superlinguist.ru/russkii-iazyk-skachat-knigi-besplatno/vinogradov-v-v-russkii-iazyk-grammaticheskoe-uchenie-o-slove.html (дата обращения: 27.09.2020).

3. Соколов А. Н. Теория стиля / А. Н. Соколов. – Москва, 1968. – 223 с. // [Электронный ресурс]. URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/86> (дата обращения: 27.09.2020).

4. Корман Б. О. Изучение текста художественного произведения. – Ижевск, 1972. – 113 с.

REFERENCES

1. Vinogradov V. V. *Izbrannye trudy. O jazyke hudozhestvennoj prozy* [Selected works. About the language of fiction]. Moscow, 1980; Sokolov A. N. *Teorija stilej* [Theory of styles]. Moscow, 1968; Pospelov G. N. *Problemy literaturnogo stilja* [Problems of literary style]. Moscow, 1970. *Literaturnaja jenciklopedija terminov i ponjatij / Pod red. A.N. Nikoljukina. Institut nauchnoj informacii po obshhestvennym naukam RAN* [Literary encyclopedia of terms and concepts / Edited by A. N. Nikoljukin. Institute of scientific information on social Sciences of the Russian Academy of Sciences]. Moscow, NPC Intelvak, 2001, etc.

2. Vinogradov V. V. *Russkij jazyk (grammaticheskoe uchenie o slove)*. [Russian language (grammatical teaching about the word)]. 2nd ed. Moscow, 1972, 616 p. [Electronic resource]. URL: <https://superlinguist.ru/russkii-iazyk-skachat-knigi-besplatno/vinogradov-v-v-russkii-iazyk-grammaticheskoe-uchenie-o-slove.html> (accessed: 27.09.2020).

3. Sokolov A. N. *Teorija stilja* [Theory of style]. Moscow, 1968, 223 p. [Electronic resource]. URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/86> (accessed: 27.09.2020).

4. Korman B. O. *Izuchenie teksta hudozhestvennogo proizvedenija*. [Studying the text of an artistic work]. Izhevsk, 1972, 113 p.

•••••

Крошнева Марина Евгеньевна, кандидат филологических наук, доцент, заведующий кафедрой «Филология, медиатехнологии и графический дизайн» УлГТУ.

Поступила 27.09. 2020 г.

УДК 532.5: 536:4

У. Д. МИЗХЕР, П. А. ВЕЛЬМИСОВ

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ANSYS ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУЙНЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ

Рассматривается задача истечения струи из отверстия. Для исследования потока используется система ANSYS. Для описания течения вязкой несжимаемой жидкости используются уравнения неразрывности и Навье-Стокса в сочетании с уравнениями для кинетической энергии турбулентности и скорости её диссипации. Проведено сравнение результатов расчётов, проведённых на основе двух моделей турбулентности.

Ключевые слова: аэрогидродинамика, струя, модель турбулентности, ANSYS Fluent.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Ульяновской области в рамках проекта №18-41-730015.

Программа ANSYS позволяет решать задачи расчёта затопленной и незатопленной струи в следующих моделях:

- Идеальная и вязкая жидкости,
- Ламинарный и турбулентный потоки,
- Сжимаемая и несжимаемая среда,
- Двухмерная и трёхмерная задачи,
- Закрученный и незакрученный потоки.

В данной статье исследуется истечение затопленной незакрученной струи вязкой несжимаемой жидкости из отверстия в стенке. Используются две модели турбулентности для двухмерных течений: $k - \epsilon$ (Realizable) и $k - \epsilon$ (RNG).

Основные уравнения движения

Уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i) = 0. \quad (1)$$

Уравнения Навье-Стокса:

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i u_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\tau_{ij} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial u_l}{\partial x_l} \right] + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\rho \overline{u'_i u'_j}), \quad (2)$$

где

$$\tau_{ij} = \mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right), \quad -\rho \overline{u'_j u'_i} = \mu_t \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \left(\rho k + \mu_t \frac{\partial u_i}{\partial x_i} \right) \delta_{ji},$$

где u_i, u_j – компоненты скорости, p – давление, ρ – плотность, μ – динамическая вязкость, δ_{ij} – дельта Кронекера ($\delta_{ij} = 1$, если $i = j$ и $\delta_{ij} = 0$, если $i \neq j$), u', v' – составляющие вектора пульсационной скорости.

Модель турбулентности $k - \epsilon$ (Realizable)

Уравнения модели турбулентности $k - \epsilon$ (Realizable) для описания стационарного потока, согласно [1, 2], имеют вид

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho k u_i) &= \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k + G_b - \rho \epsilon - Y_M + S_k, \\ \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho \epsilon u_i) &= \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] + \rho C_1 S_\epsilon - \rho C_2 \frac{\epsilon^2}{k + \sqrt{v\epsilon}} + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} C_{3\epsilon} G_b + S_\epsilon, \end{aligned} \quad (3)$$

где

$$C_1 = \max\left[0.43, \frac{\eta}{\eta + 5}\right], \quad C_{3\epsilon} = \tanh\left|\frac{v}{u}\right|, \quad \eta = S \frac{k}{\epsilon},$$

$$\sigma_k = 1, \quad \sigma_\epsilon = 1.2, \quad C_{1\epsilon} = 1.44, \quad C_2 = 1.9.$$

Здесь k, ϵ – кинетическая энергия турбулентности и скорость её диссипации; $\sigma_k, \sigma_\epsilon$ – турбулентные числа Прандтля для k и ϵ соответственно; G_k – учитывает образование кинетической энергии турбулентности из-за градиентов средней скорости; G_b – учитывает образование кинетической энергии турбулентности за счёт плавучести; Y_M – представляет вклад флуктуационного расширения в сжимаемой турбулентности в общую скорость рассеяния; S_k, S_ϵ – исходные источники, определённые пользователем; S – тензор средней скорости деформации; $C_{3\epsilon}$ – степень плавучести; ν – кинематическая вязкость; μ_t – турбулентная (или вихревая) вязкость, которая рассчитывается путём объединения k и ϵ следующим образом:

$$\mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\epsilon}, \quad (4)$$

где C_μ – эмпирический коэффициент, равный $C_\mu = 0.09$.

Модель турбулентности $k - \epsilon$ (RNG)

В модели $k - \epsilon$ (RNG) кинетическая энергия турбулентности k и скорость её диссипации ϵ удовлетворяют следующим уравнениям переноса [1, 2]:

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\alpha_k \mu_{eff} \frac{\partial k}{\partial x_j} \right) + G_k + G_b - \rho \epsilon - Y_M + S_k,$$

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho \epsilon u_i) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\alpha_\epsilon \mu_{eff} \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right) + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} (G_k + C_{3\epsilon} G_b) - \rho C_{2\epsilon} \frac{\epsilon^2}{k} + R_\epsilon + S_\epsilon, \quad (5)$$

где

$$C_{1\epsilon} = 1.42, \quad C_{2\epsilon} = 1.68, \quad C_{3\epsilon} = \tanh\left|\frac{v}{u}\right|, \quad R_\epsilon = \frac{C_\mu \rho \eta^3 (1 - \frac{\eta}{\eta_0}) \epsilon^2}{1 + \beta \eta^3} \frac{1}{k}, \quad \mu_{eff} = C_\mu \frac{k^2}{\rho \epsilon},$$

$$C_\mu = 0.0854, \quad \eta = S \frac{k}{\epsilon}, \quad \eta_0 = 4.38, \quad \beta = 0.012, \quad \alpha_k = \alpha_\epsilon \approx 1.393.$$

Для моделирования турбулентной вязкости в активной зоне определено выражение:

$$\mu_t = \mu_{t_0} f(\alpha_s, \frac{k}{\epsilon}), \quad (6)$$

где μ_{t_0} – значение турбулентной вязкости, рассчитанное без модификации вихря, – характеристика количества завихрений, оценённых в ANSYS Fluent, α_s – вихревая постоянная, которая принимает различные значения в зависимости от того, является ли поток завихренным или только слегка вихревым. Эта модификация вихря всегда действует для осесимметричных вихревых потоков и трёхмерных потоков, когда выбрана модель RNG. Для слегка закрученных потоков α_s установлено на 0.07. Однако для сильно закрученных потоков можно использовать более высокое значение α_s .

Пример расчёта струйного течения

Используем программу Ansys Fluent для исследования струйного потока жидкости. Параметры механической системы (рис. 1): $L = 15 \text{ м}$, $H = 4 \text{ м}$, $h = 0.1 \text{ м}$, скорость жидкости на входе $u = 2 \text{ м/с}$. Все значения приведены в единицах СИ.

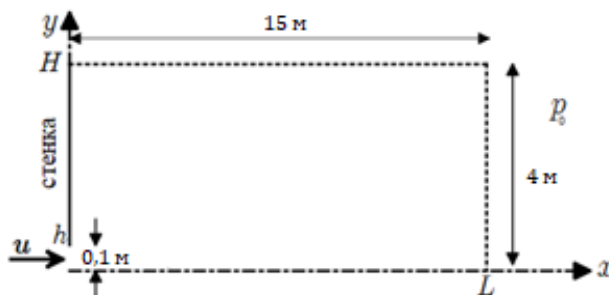


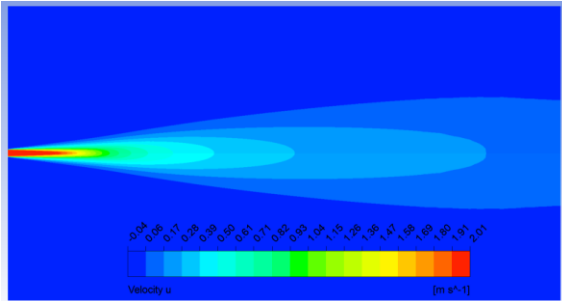
Рис. 1. Расчётная область

Для расчёта струйных течений использовались две модели турбулентности: модель турбулентности $k - \epsilon$ (Realizable) и модель турбулентности $k - \epsilon$ (RNG).

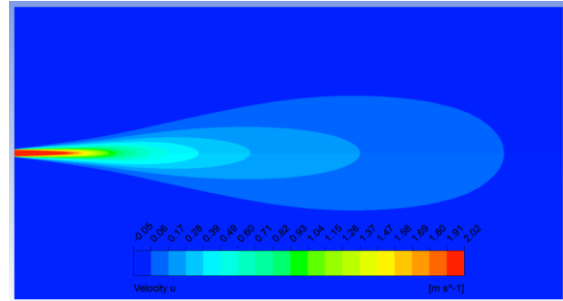
Граничные условия:

Для моделирования струйного потока жидкости были использованы следующие граничные условия:

- **Вход:** граница входа включала участок $x = 0, y \in (0, h)$, на котором было задано $u = 2$ м/с.
- **Выход:** на выходе ($x = L, y \in (0, H)$) задано атмосферное давление p_0 .
- **Стенка:** на стенке заданы граничные условия прилипания $u = v = 0$ м/с.
- Картина течения и распределение продольной составляющей скорости u изображены на рис. 2, 3, 4.



Модель $k - \epsilon$ (Realizable)



Модель $k - \epsilon$ (RNG)

Рис. 2. Картина течения

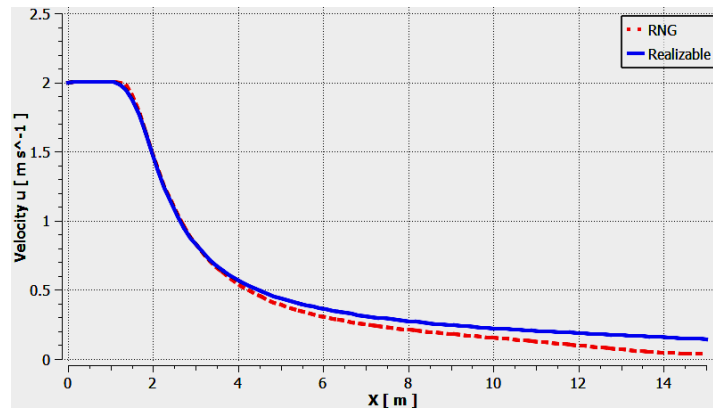
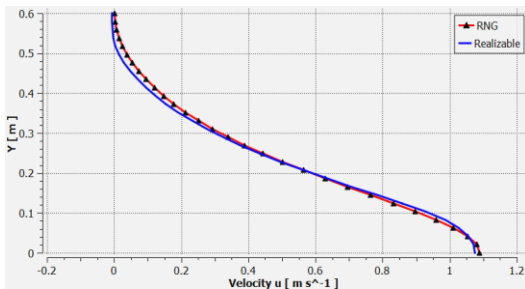
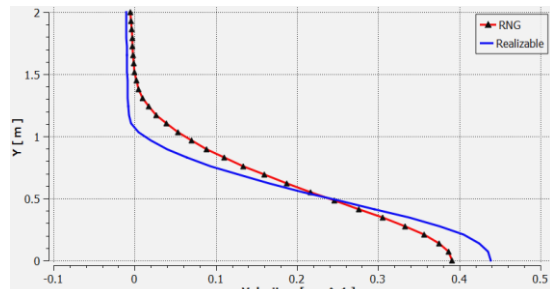


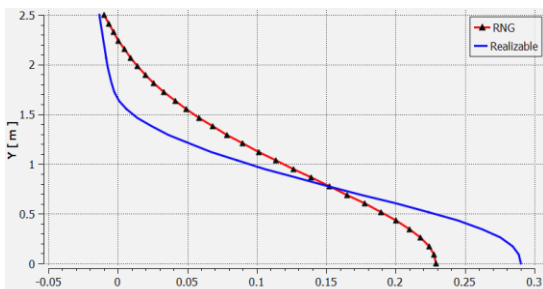
Рис. 3. Распределение скорости $u(x, 0)$ для модели турбулентности $k - \epsilon$



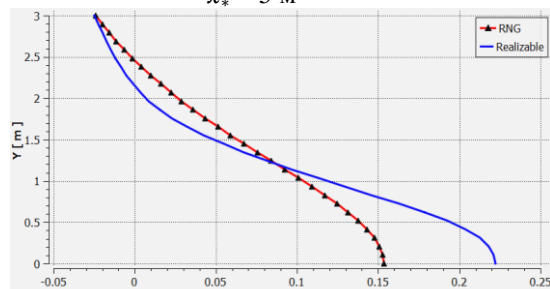
$x_* = 2.5$ м



$x_* = 5$ м



$x_* = 7.5$ м



$x_* = 10$ м

Рис. 4. Профили скорости $u(x_*, y)$ для модели турбулентности $k - \epsilon$ в разных сечениях

Представленные на рис. 2, 3, 4 расчёты показывают, что обе модели дают одинаковый качественный результат, однако имеет место определённое количественное различие, которое увеличивается по мере удаления от входного сечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верстедж Х., Малаласекра В. Introduction to Computational Fluid Dynamics (Publisher Name, Pearson Prentice Hall, 2-e ed. 2007), pp. 517.
2. ANSYS FLUENT 12.0. Theory Guide. April, 2009.
3. Мизхер У. Д., Ковальногов В. Н., Вельмисов П. А. Применение системы ANSYS для исследования тепловых и газодинамических процессов в камере сгорания // Вузовская наука в современных условиях: сб. материалов 54-й научно-технической конференции. В 3 ч. Ч. 3. – Ульяновск: УлГТУ, 2020. – С. 19–23.
4. Мизхер У. Д. Исследование гидродинамических характеристик ламинарного потока в трубе в Ansys Fluent // Вузовская наука в современных условиях: сб. материалов 52-й научно-технической конференции. В 3 ч. Ч. 2. – Ульяновск: УлГТУ, 2018. – С. 175–180.

REFERENCES

1. Verstage H., Malalasekera V. Introduction to Computational Fluid Dynamics (Publisher Name, Pearson Prentice Hall, 2-nd ed. 2007), pp. 517.
2. ANSYS FLUENT 12.0. Theory Guide. April, 2009.
3. Mizher U. J., Kovalnogov V. N., Velmisov P. A. *Primenenie sistemy ANSYS dlya issledovaniya teplovyh i gazodinamicheskikh processov v kamere sgoraniya* [Application of the ANSYS system to study thermal and gas-dynamic processes in the combustion chamber]. *Vuzovskaya nauka v sovremennykh usloviyah: sb. materialov 54-j nauchno-tekhnicheskoy konferencii* [University science in modern conditions: collection of articles. materials of the 54th scientific and technical conference]. In 3 parts. Part 3. Ulyanovsk, UISTU, 2020, pp. 19–23.
4. Mizher U. J. *Issledovanie gidrodinamicheskikh harakteristik laminarnogo potoka v trube v Ansysfluent* [Investigation of the hydrodynamic characteristics of laminar flow in a pipe in Ansys Fluent]. *Vuzovskaya nauka v sovremennykh usloviyah: sb. materialov 52-j nauchno-tekhnicheskoy konferencii* [University science in modern conditions: collection of articles. materials of the 52nd scientific and technical conference]. In 3 parts. Part 2. Ulyanovsk, UISTU, 2018, pp. 175–180.

•••••

Мизхер Усама Джавад, аспирант кафедры «Высшая математика» Ульяновского государственного технического университета [e-mail: usama.mizher@gmail.com].

Вельмисов Пётр Александрович, профессор кафедры «Высшая математика» инженерно-экономического факультета ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», доктор физико-математических наук, профессор, [e-mail: velmisov@ulstu.ru].

Поступила 30.10.2020 г.

УДК 621.9.025

О. И. МОРОЗОВ, В. П. ТАБАКОВ, В. Н. КОКОРИН, М. В. ИЛЮШКИН

МОДЕЛИРОВАНИЕ НДС ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ИНСТРУМЕНТА С ИЗНОСОСТОЙКИМ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫМ ПОКРЫТИЕМ В ПРОЦЕССАХ ОМД

В данном исследовании было определено влияние износостойкого покрытия, нанесённого на рабочую кромку штампового инструмента на НДС в зоне деформации. В программном пакете Ansys LS-dyna были построены модели процессов вырубki с инструментом с износостойким покрытием и без покрытия, получены визуальные интерпретации распределения полей напряжений в материале инструмента, построены графики напряжений и потенциальной энергии в элементах поверхностного слоя в критических точках контакта на характерных этапах процесса вырубki листового материала.

Ключевые слова: штамп, пуансон, матрица, покрытие, износостойкость, математическая модель, LS-dyna, конечно-элементная сетка, напряжённо-деформированное состояние, нитрид титана, ресурсоёмкость.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ, проект № 18-48-730011

Одним из факторов, влияющим на износ рабочей поверхности штампового инструмента, является напряжённо-деформированное состояние (НДС) инструментального материала в зоне деформации. В Ульяновском государственном техническом университете (УлГТУ) на кафедрах «Материаловедение и обработка металлов давлением» и «Инновационные технологии в машиностроении» совместно с АО «Ульяновский НИАТ» и АО «Ульяновский патронный завод» проводятся исследования технологии повышения стойкости штампового инструмента с использованием износостойких ионно-плазменных покрытий [1–4].

Для изучения особенностей НДС широко применяется методика построения математических моделей с использованием программных средств, позволяющих производить анализ НДС в зоне контакта рабочих поверхностей инструмента и материала заготовки. С целью определения влияния износостойкого покрытия на основе нитрида титана на напряжённо-деформированное состояние рабочей зоны инструмента были проведены исследования процесса вырубki с использованием метода конечных элементов, реализованного в ПО Ansys LS-dyna [5–8].

Для моделирования материала износостойкого покрытия была построена конечно-элементная модель процесса определения микротвёрдости образца методом индентирования с использованием пирамиды Кнуппа, для задания материала покрытия была использована модель хрупкого материала Джонсона-Холмквиста (рис. 1). Отклонения размеров отпечатков индентора, полученные при помощи математического моделирования, от реальных размеров, полученных в результате натурального эксперимента на микротвердомере, не превышают 5%.

Моделирование процесса вырубki осуществлялось поэтапно в такой последовательности: построение исходных моделей процессов вырубki-пробивки (оценка НДС); построение моделей инструмента с износостойким покрытием (оценка НДС); сравнение НДС моделей без нанесённого износостойкого покрытия и с нанесённым на инструмент износостойким покрытием на основе нитрида титана. На первом этапе была построена конечно-элементная модель (рис. 2) процесса вырубki (материал инструмента – инструментальная сталь марки X12M, материал заготовки – алюминиевый сплав Д16). При задании параметров материала инструмента использовался тип материала инструмента без учёта разрушения; пластический тип материала вырубkaемой заготовки; применялись справочные и экспериментальные данные, полученные на предыдущем этапе НИР – кривые течения материала, результаты испытаний на растяжение, модуль упругости, коэффициент Пуассона и др.

© Морозов О. И., Табаков В. П.,
Кокорин В. Н., Илюшкин М. В., 2020

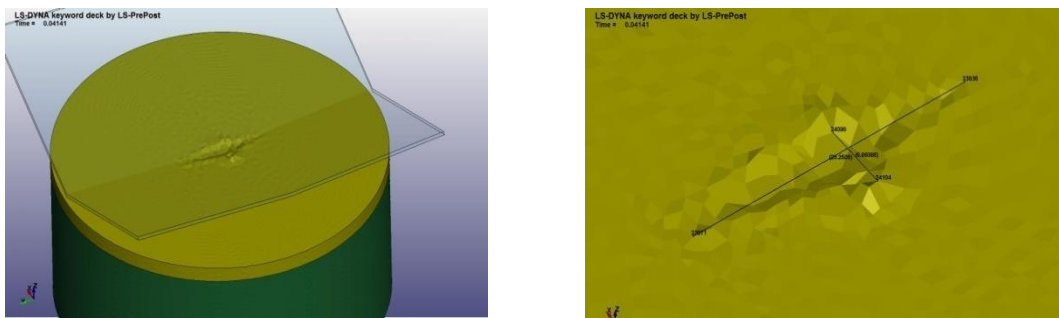


Рис. 1. Конечно-элементная модель процесса индентирования образца с износостойким покрытием TiN

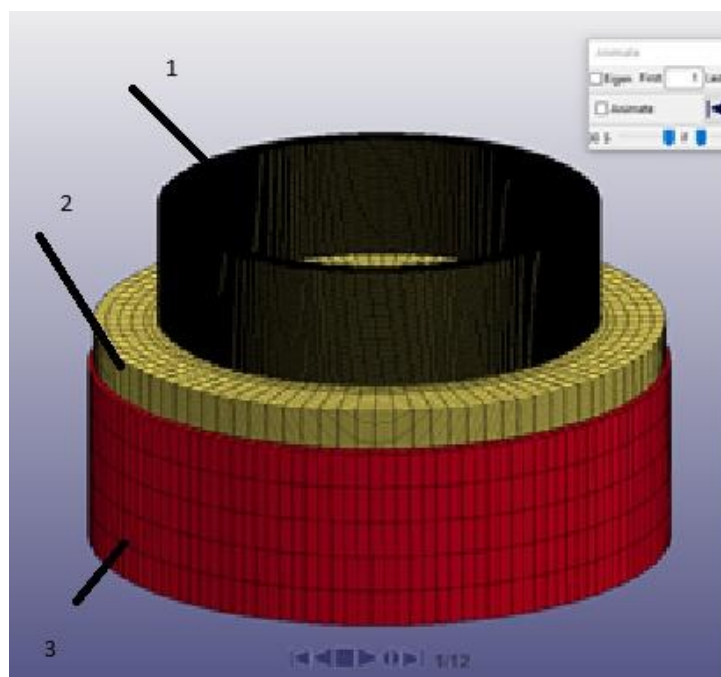


Рис. 2. Конечно-элементная 3D-модель процесса вырубки: 1 – пуансон (упрощённая модель), 2 – заготовка, 3 – матрица

Представленная модель позволяет оценить НДС рабочей зоны, однако, вследствие наличия большого количества расчётных элементов, требует длительного времени для расчётов (около двух суток) и является достаточно сложной для последующей модификации. Также из-за большого размера ячеек сетки данная модель не позволяет определить НДС в отдельных участках рабочей зоны с достаточной степенью точности – размер ячеек сетки превышает толщину покрытия на два порядка, поэтому для уменьшения времени расчёта при одновременном уменьшении размеров ячеек конечно-элементной сетки был осуществлен переход к двухмерной модели. Согласно данным справочной литературы

[5–10], этот переход позволяет повысить точность получаемых значений НДС без повышения времени расчёта. Также разработанная модель была скорректирована с учётом наличия износостойкого покрытия на основе нитрида титана толщиной около 30 мкм (рис. 3, б). Для этого часть конечно-элементной сетки заданной толщины была отделена от основного материала модели и к ней были приложены параметры материала Джонсона-Холмквиста, определённые на первом этапе исследования. Для увеличения точности расчёта на рабочей кромке был добавлен искусственный радиус скругления $R = 0,010$ мкм, что обеспечило приближение модели к реальному процессу [9–10].

Двухмерная модель позволяет уменьшить размер ячеек сетки до значений 0,030-0,010 мм, без внесения большого числа изменения преобразовываться в 3D-модель путём поворота вокруг центральной оси на заданный угол, опреде-

лять распределение полей напряжений и деформаций на протяжении всего процесса штамповки с достаточно высокой точностью в отдельном сечении (рис. 4), предугадывать образование критических зон и износа инструмента.

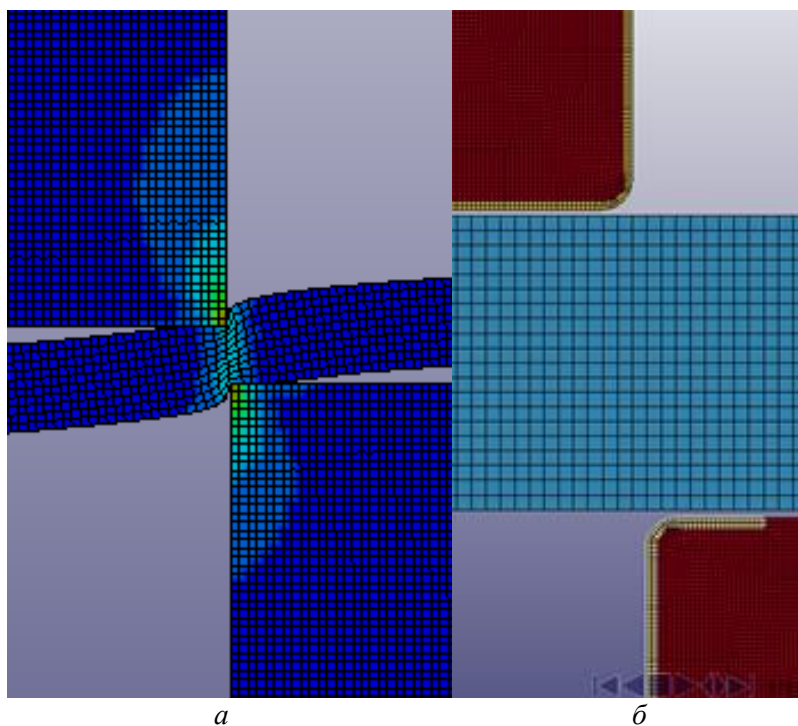


Рис. 3. Модифицированная 2D-модель процесса вырубki: а – визуальное отображение полей напряжений в процессе вырубki, б – модель, модифицированная с учётом добавления износостойкого покрытия

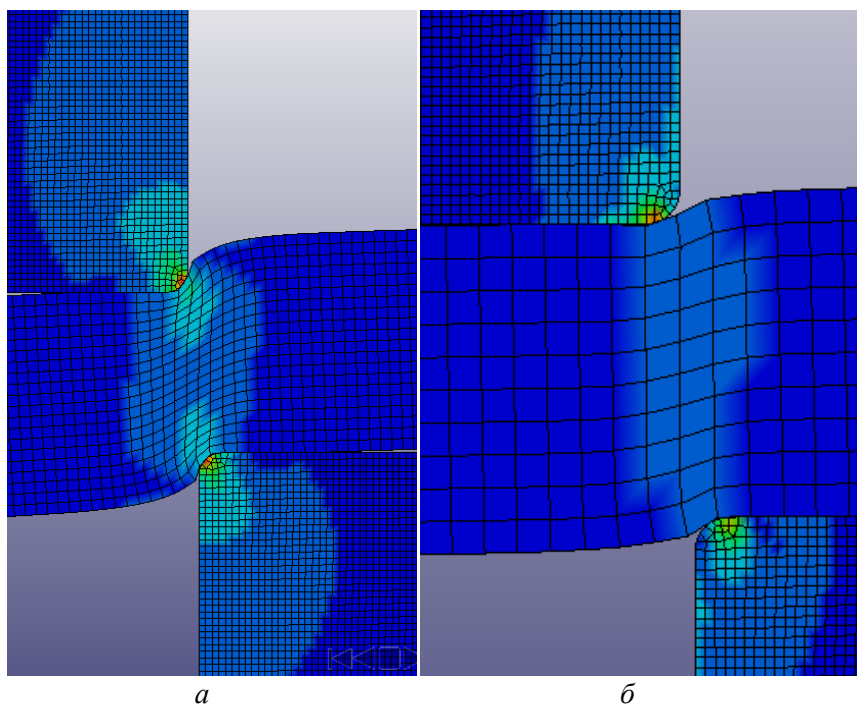


Рис. 4. НДС рабочей зоны инструмента в процессе вырубki: а – без износостойкого покрытия, б – с износостойким покрытием

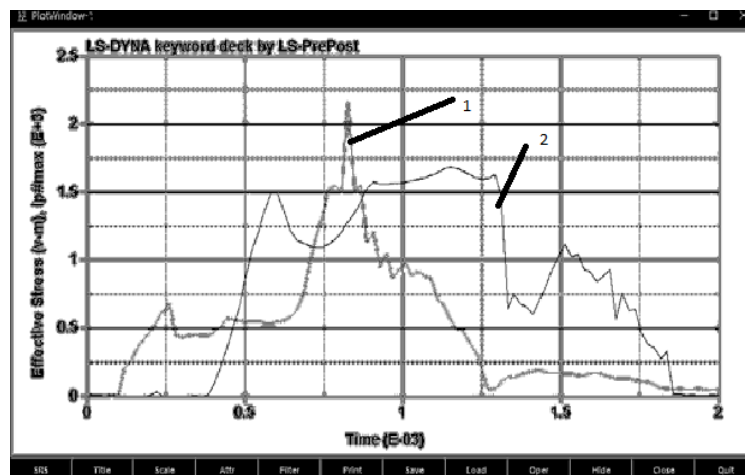


Рис. 5. Графики изменения напряжения в угловом элементе на поверхности рабочей кромки пуансона: 1 – инструмент с покрытием нитрида титана, 2 – инструмент без покрытия

На рисунке 4 представлено напряжённо-деформированное состояние рабочей зоны в процессе вырубki (32 шаг расчёта из 110) – инструмент без покрытия демонстрирует более высокие и неравномерные значения напряжений. На рисунке 5 представлены графики изменения НДС в очаге деформации на всём протяжении процесса вырубki (для инструмента без покрытия значение пиковых напряжений в элементе габаритными размерами 30x30 мкм – 2,2 ГПа, для упрочнённого инструмента – 1,7 ГПа). При использовании износостойкого покрытия наблюдается снижение пиков напряжений и сглаживание неравномерности НДС в рабочей зоне (площадь поля напряжений уменьшается 1,5-2 раза, пиковые значения напряжений снижаются на 20%). Этот эффект объясняется снижением контактного трения и изменением характера взаимодействия рабочей поверхности инструмента и листовой заготовки под влиянием износостойкого покрытия, в том числе изменением физико-механических характеристик поверхностного слоя, которые происходят в процессе нанесения износостойкого покрытия.

На основании анализа поведения математической модели и полученных графических зависимостей было установлено, что с использованием износостойкого покрытия НДС в зоне деформации в процессе вырубki изменяется благоприятным образом; полученные модели позволяют как варьировать схемой НДС, тем самым обеспечивая благоприятные условия нагружения, так и способствовать реализации более «мягких» схем нагружения, снижая уровень растягивающих напряжений в поверхностном слое инструмента, увеличивая адгезионную способность, а, следовательно, и износостойкость покрытия; прогно-

зировать возможные области износа рабочей поверхности инструмента, более точно определять необходимость поверхностного упрочнения конкретных локальных областей, снижая затраты на производственный процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Табаков В. П. Формирование износостойких ионно-плазменных покрытий режущего инструмента. – М.: Машиностроение, 2008. – 311 с.; ил.
2. Табаков В. П., Чихранов А. В. Определение механических характеристик износостойких ионно-плазменных покрытий на основе нитрида титана // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. – Т. 12, №4. – С. 292–297
3. Морозов О. И., Табаков В. П., Кокорин В. Н., Титов Ю. А. Повышение стойкости рабочих поверхностей деталей штампов и пресс-форм из теплостойких сталей // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Вып. 11: в 3 ч. Ч. 1. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – С. 64–68.
4. Морозов О. И., Кокорин В. Н., Табаков В. П., Сагитов Д. И., Илюшкин М. В., Ширманов Н. А. Исследование процесса комплексной модификации поверхностного слоя рабочих деталей штампов и пресс-форм, работающих в условиях повышенного износа // Научные труды 4-й Международной научно-технической конференции, посвящённой 80-летию ИМАШ РАН, «Живучесть и конструкционное материаловедение» (ЖивКоМ–2018). – М.: Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2018. – 298 с.

5. Чернявский А. О. Метод конечных элементов. Основы практического применения: монография. – М. : Машиностроение, 2003. – 24 с., ил.

6. Ansys в руках инженера: Практическое руководство / Каплун А. Б., Морозов Е. М., Олферьева М. А. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 272 с.

7. Ansys для инженеров: Справочное пособие / Чигарёв А. В., Кравчук, А. С., Смалюк А. Ф. – М.: Машиностроение, 2004. – 512 с.

8. Курненко А. В., Шурыгин А. Ю. Численное моделирование процессов резанию: учеб. пособие. Ч. 1. Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2017. – 184 с.

9. LS-DYNA analysis for structural mechanics. Predictive engineering. 2014. – 115 с. LSTC Livermore Software Technology Corp.

10. Криворучко Д. В., Залого В. О., Корбач В. Г. Основы 3D-моделирования процессов механической обработки методом конечных элементов: учебное пособие. – Сумы: Изд-во СумДУ, 2009. – 208 с.

11. Илюшкин М. В. Моделирование процессов обработки металлов давлением (осадка цилиндрической заготовки): учебно-методическое пособие. – Ульяновск: УлГУ, 2013. – 112 с.

12. Maresca G., Milella P. P., Pino G. A Critical review of triaxiality based failure criteria. – ANPA-Via V. Brancati, Roma, 1997.

13. Input parameters for metal forming simulation using LS-DYNA. Bradley N. Maker, Xinhai Zhu, LSTC, 2000.

REFERENCES

1. Tabakov V. P. *Formirovanie iznosostojkij ionno-plazmennyh pokrytij rezhushchego instrumenta* [Formation of wear-resistant ion-plasma coatings of the cutting tool]. М., Mechanical Engineering, 2008, 311 p. ; silt

2. Tabakov V. P., Chikhranov A. V. *Opreделение mekhanicheskijh harakteristik iznosostojkij ionno-plazmennyh pokrytij na osnove nitrida titana* [Determination of mechanical characteristics of wear-resistant ion-plasma coatings based on titanium nitride]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk* [Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2010, v. 12, No. 4, pp. 292–297.

3. Morozov O. I., Tabakov V. P., Kokorin V. N., Titov Yu. A. *Povyshenie stojkosti rabochih poverhnostej detalej shtampov i press-form iz teplostojkijh stalej* [Increasing the resistance of working surfaces of parts of dies and molds made of heat-resistant steels] / *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki* [Bulletin of the Tula State University. Technical science]. Issue 11: at 3 pm Ch1. Tula, Publishing house of Tula State University, 2017, pp. 64–68.

4. Morozov O. I., Kokorin V. N., Tabakov V. P., Sagitov D. I., Ilyushkin M. V., Shirmanov N. A. *Issledovanie processa kompleksnoj modifikacii poverhnostnogo sloya rabochih detalej shtampov i press-form, rabotayushchih v usloviyah povyshennogo iznosa* [Study of the process of complex modification of the surface layer of working parts of stamps and press molds working in conditions of increased wear] / *Nauchnye trudy 4-j Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii, posvyashchyonnoj 80-letiyu IMASH RAN, «ZHivuchest' i konstrukcionnoe materialovedenie» (ZHivKoM–2018)* [Proceedings of the 4th International Scientific and Technical Conference dedicated to the 80th anniversary of IMASH RAS, "Vitality and structural materials science" (ZhivKoM-2018)]. М., Izhevsk, Institute for Computer Research. 2018, 298 p.

5. Chernyavsky A. O. *Metod konechnyh elementov. Osnovy prakticheskogo primeneniya: monografiya* [Method of finite elements. Fundamentals of practical application: monograph]. М., Mechanical Engineering, 2003, 24 p., Ill.

6. *Ansys v rukah inzhenera: Prakticheskoe rukovodstvo* [Ansys in the Hands of an Engineer: A Practical Guide]. Kaplun A. B., Morozov E. M., Olferyeva M. A., М., Editorial URSS, 2003, 272 p.

7. *Ansys dlya inzhenerov: Spravochnoe posobie* [Ansys for Engineers: A Reference Guide] / A. V. Chigarev, A. S. Kravchuk, A. F. Smalyuk, М., Mechanical Engineering, 2004, 512 p.

8. Kurnenkov A. V., Shurygin A. Yu. *Chislennoe modelirovanie processov rezaniyu: ucheb. posobie*. [Numerical modeling of cutting processes: textbook. Benefit. Part 1]. Nizhny Novgorod. state tech. un-t them. R. E. Alekseeva. Nizhny Novgorod, 2017, 184 p.

9. LS-DYNA analysis for structural mechanics. Predictive engineering. 2014, 115 p. LSTC Livermore Software Technology Corp.

10. Krivoruchko D. V, Pledge V. O., Korbach V. G. *Osnovy 3D-modelirovaniya processov mehanicheskoy obrabotki metodom konechnyh elementov: uchebnoe posobie* [Fundamentals of 3D modeling of machining processes by the finite element method: textbook] Sumy, Publishing house of Sumy Department, 2009, 208 p.

11. Pyushkin M. V. *Modelirovanie processov obrabotki metallov davleniem (osadka cilindricheskoy zagotovki): uchebno-metodicheskoe posobie* [Modeling of processes of metal processing by pressure (upsetting of cylindrical billets): teaching aid]. Ulyanovsk, UISU, 2013, 112 p.

12. Maresca G., Milella P. P., Pino G. A Critical review of triaxiality based failure criteria. - ANPA - Via V. Brancati, Roma, 1997.

13. Input parameters for metal forming simulation using LS-DYNA. BradleyN. Maker, XinhaiZhu, LSTC, 2000.

.....

Морозов Олег Игоревич, старший преподаватель кафедры «Материаловедение и обработка металлов давлением» ФГБОУ ВО Ульяновский государственный технический университет

(УлГТУ), г. Ульяновск, E-mail: olmorozov-rabota@yandex.ru. Имеет статьи в области машиностроения и повышения стойкости инструмента.

Табакон Владимир Петрович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Инновационные технологии в машиностроении» ФГБОУ ВО Ульяновский государственный технический университет (УлГТУ), г. Ульяновск, E-mail: vpt1947@yandex.ru. Имеет статьи в области машиностроения и повышения стойкости инструмента.

Кокорин Валерий Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение и обработка металлов давлением» ФГБОУ ВО Ульяновский государственный технический университет (УлГТУ), г. Ульяновск, E-mail: vnkokorin@mail.ru. Имеет статьи в области машиностроения и повышения стойкости инструмента.

Илюшкин Максим Валерьевич, кандидат технических наук, зам. директора, АО «Ульяновский НИИТ», г. Ульяновск, E-mail: fzbt@mail.ru. Имеет статьи в области машиностроения и моделирования процессов обработки металлов давлением.

Поступила 14.12.2020 г.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА В РОССИИ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ: ОБЗОР ТЕНДЕНЦИЙ

Рассмотрено текущее состояние машиностроительного комплекса в России с точки зрения внедрения цифровых технологий, приведены примеры внедрения элементов Индустрии 4.0. Представлен обзор успешного применения цифровизации в зарубежных компаниях.

Ключевые слова: цифровизация, цифровое производство, организация производства, Индустрия 4.0.

Термин «цифровое производство», являющийся частью Индустрии 4.0 – инновационной организации начала промышленных производств, а впоследствии и целого государства, уже прочно закрепился в нашем языке. Если следовать данному курсу развития, то вскоре устройства, машины и производимая продукция будут обладать искусственным интеллектом и смогут «общаться» как между собой, так и с человеком при помощи цифровых технологий и промышленного интернета.

Рассмотрим, на каком этапе находится процесс цифровизации производства в отрасли машиностроения и каких результатов это позволит достичь [5].

Что касается российской промышленности, то по вышеуказанному показателю мы находимся на начальных этапах, когда многие проекты по преобразованию пребывают на стадии разработки и требуют серьёзных инвестиций. Один из известных статистических примеров: в России на 10000 человек приходится 3–4 промышленных робота. В то же время в самых преуспевающих странах на это же количество людей приходится в 40–50 раз больше роботов. Соответственно, качество выпускаемой продукции за рубежом будет выше.

В нашей стране уже освоены некоторые цифровые технологии: 3D-моделирование, программирование на станках с ЧПУ, инженерный анализ и другие. Элементы умного производства в РФ, согласно статистике, внедрены на 10–15% предприятий. В это число попадают компании, которые находятся в непрерывном поиске дальнейших идей по трансформации технологий

управления производством и цифровизации производственных процессов [8].

Очевидно, что самое большое отставание и самый большой резерв отечественного производителя – в организации своего производства.

Какие же российские компании уже успели ввести элементы Индустрии 4.0 на своём производстве? Очки дополненной реальности (англ. *augmented reality*, AR – «дополненная реальность») уже используются компанией Boeing, крупнейшим производителем самолётов. Самолёты имеют огромное количество проводов, которые соединяются в жгуты, что является результатом довольно трудоёмкой работы, требующей огромного внимания. В этой области работники часто делали ошибки, и компания искала пути решения. Теперь в очках дополненной реальности рабочий видит технологическую карту и инструкции к выполняемым операциям. То есть очки помогают определить нужные жгуты и провода в самолётах и безошибочно соединить их [1]. Эта технология, безусловно, влечёт за собой позитивные последствия в области экономики предприятия, ведь компании, внедрившие AR-очки, отмечают сокращение времени рабочего цикла на 38%, снижение количества ошибок на 80%. Так, Иркутский авиационный завод является одной из первых площадок в России, соответствующих идее цифрового производства. Демонстрационная модель проекта 4.0 RU, представленного авиазаводом в начале 2019 года Президенту РФ, целиком воссоздаёт производственный цикл, начиная от получения заказа на ту или иную деталь и заканчивая доставкой готового изделия. Деталь моделируется при помощи цифровых технологий. Имеется и индикатор её стоимости, который меняется одновременно с изменением параметров будущего

продукта. Более того, при введении технически неверных параметров на этапе проектирования детали появится предупреждение о нарушении авиационных стандартов. Необходимые для технической операции инструменты автоматически подбираются при виртуальном моделировании, а в процессе 3D-обработки цифрового двойника детали участвует вся система. На панели управления нажимается кнопка «Старт», и начинается уже реальное изготовление детали, на протяжении всей производственной цепочки осуществляется видеомониторинг. В итоге полностью готовую деталь доставляют заказчику, а её геолокация также отслеживается на заводе-изготовителе [2].

Государственная корпорация Ростех намерена запустить производство пятиосевых токарно-фрезерных цифровых обрабатывающих центров первых в России. Станки с ЧПУ под названием ТМХ-4000 будут производиться Ковровским электромеханическим заводом по технологии японской компании Takisawa. Переход на цифровое оборудование нового поколения позволит существенно нарастить объёмы высокотехнологичной гражданской продукции. Подобные промышленные машины позволяют обрабатывать заготовку по пятикоординатным осям одновременно, что является уникальным результатом. Данный токарно-фрезерный центр позволяет изготовить сложнейшие детали без переналадки инструмента даже для двигателей самолётов или атомных реакторов, а точность обработки заготовки составляет 5 микрон. На данный момент известно лишь о семи предприятиях во всём мире, производящих станки такого типа [4]. Таким образом, переход на цифровое оборудование нового поколения позволит существенно нарастить объёмы высокотехнологичной продукции для военных и гражданских нужд.

Итак, в России есть ряд производственных предприятий, делающих первые шаги на пути к цифровизации. Но, к сожалению, на данный момент подобные технологии доступны только нескольким крупным и инновационным игрокам рынка.

Обратимся к зарубежным коллегам. Говоря о лидерах Четвёртой промышленной революции, нельзя не упомянуть Германию и США. Порядка 30% немецких предприятий внедрили и используют элементы Индустрии 4.0 на производстве, а к 2021 году планируется увеличить это количество до 82% [8].

Вот некоторые примеры компаний, которые добились значительных успехов в вопросе введения элементов, присущих «умному» производству. Один из лидеров мирового станко-

строения компания DMG MORI разработала свой интерфейс CELOS, обеспечивающий цифровизацию станков, процессов и услуг. Теперь сотрудники могут визуализировать работу станка и удалённо управлять им. Используя единый интерфейс на станке и офисном ПК, сотрудники в цехе и отделе планирования могут документально оформлять и визуализировать работу, управлять информацией о заказах, технологическими данными и параметрами станка. Другими словами, система даёт возможность моделировать обработку на виртуальном станке в режиме 1:1 в реальных условиях, включая кинематику станка и систему управления [10]. С новым САМ-модулем «Adaptive Process» и заказчики получают полный контроль над качеством. Программа автоматически выравнивает детали в соответствии с данными, полученными посредством измерительного щупа и ЧПУ для безупречного соблюдения посадок, и протоколирует результаты [8]. С помощью такой виртуальной производственной цепочки работу обрабатывающих центров можно оптимизировать заранее и обеспечить грамотное планирование, безопасность работы, отследить качество поверхности детали в процессе обработки, а также сократить время наладки до минимума [7].

Американский автоконцерн «Ford» активно внедряет инновационные методы на своём производстве. Так, уже в конце девяностых годов прошлого века компания применяла технологии компьютерного моделирования на производстве. Бренд шёл по пути автоматизации производственных процессов и в 2012 году представил свой проект «виртуальной фабрики», позволяющий моделировать работу в сборочном цехе.

В 2018 году на заводе «Ford» сообщили о новой системе цифрового моделирования производственных процессов. Это компьютерная модель завода, и она позволяет заранее смоделировать всю работу по выполнению готового изделия, а также добавить различные изменения в программу при необходимости. Например, можно исключить поломку и простой оборудования или увидеть все недочёты в работе логистики. Цифровая программа компании «Ford» повышает комфорт и безопасность работы сотрудников, положительно влияет на снижение расходов и существенно сокращает время внедрения производственных инициатив. Более того, автопроизводитель представил приложение «My Ford» для смартфонов на базе Ios и Android для дистанционного управления автомобилем. Используя мобильное приложение, клиент получает доступ к внушительному количеству разных полезных функций, таких как местоположение

транспортного средства или же давление в шинах, уровень масла и т. д. [11].

Действительно гибким можно назвать производство автомобилей «Maserati» – производителя автомобилей спортивного и бизнес-класса. Благодаря внедрению элементов цифрового производства на заводах компании «Maserati» стало возможным виртуальное планирование и моделирование производства. Автоконцерн выпускает индивидуальные авто под клиента, так как у клиентов спорткаров есть свои предпочтения и пожелания. Именно с помощью цифрового производства предприятие легко управляет всеми запросами на компоненты с поставщиками в режиме реального времени. И, наконец, благодаря цифровому производству «Maserati» стала производить в 3 раза больше автомобилей, чем раньше [9].

Как видим, иностранные корпорации уже несколько лет активно вводят и используют технологии Индустрии 4.0 на своём производстве.

В России промышленная революция ожидается в 2025–2035 гг. Для её успешной реализации Правительство страны сформировало технологический трек «Технет» – аналог немецкой программы «Индустрия 4.0». Эксперты ожидают, что реализация проекта в России будет сопровождаться ростом эффективности производства. По расчётам Минпромторга России, к 2024 году экономическая эффективность труда должна повыситься на 30% по сравнению с аналогичным показателем начала 2020 года. К 2024 году мы вправе ожидать увеличения экспорта машин и оборудования отечественного производства на 5% [6].

Одна из основополагающих стадий цифровизации промышленности России должна произойти с 2020 по 2035 гг. Этот процесс, вероятно, будет нестабильным и скачкообразным, но в итоге он должен положить начало цифровой революции, которая изменит технологию управления производством, инженеринговые процессы, саму структуру производства.

Итак, «Индустрия 4.0», как часть Четвёртой промышленной революции, включает множество технологий, главная цель которых – создание единого пространства для обмена данными и виртуальной визуализации процессов и объектов. В сфере машиностроения у отечественных предприятий прослеживается отставание от иностранных заводов. На наших заводах зачастую имеются лишь отдельные атрибуты, свойственные цифровому производству, например, станок с ЧПУ. В странах же, идущих в авангарде технологического развития, стремятся создать целые комплексные системы, характеризующие умное

производство, кардинально изменить методы виртуального проектирования, производства и эксплуатации физических объектов, как это и предусмотрено концепцией Индустрии 4.0 [3].

Промышленные предприятия в Российской Федерации осознают необходимость перехода к цифровому производству и уже делают шаги по введению у себя подобных технологий. Индустрия 4.0 позволит выйти на качественно новые, ещё не пройденные уровни организации производства, и достичь инновационного развития в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дополнительная реальность / Высокие технологии [Электронный ресурс]. URL: <https://vys-tech.ru/2017/10/05/dopolnitelnaya-realnost/> (дата обращения: 08.08.2020).

2. Минпромторг России и ряд высокотехнологичных компаний представили цифровой проект в сфере авиастроения – «Индустрия 4.0» / Новости ВПК [Электронный ресурс]. URL: https://vpk.name/news/187793_minpromtorg_rossii_i_ryad_vysokotehnologichnyh_kompanii_predstavili_cifrovoi_proekt_v_sfere_aviastroeniya-industriya_40.html (дата обращения: 02.09.2020).

3. Перспективы Индустрии 4.0 и цифровизации промышленности / Stankoreport.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://stankoreport.ru/news/article/2018-perspektivy-industrii-40-i-cifrovizacii-promyslennosti> (дата обращения: 29.08.2020).

4. Ростех локализует производство первых в России цифровых станков / Рамблер [Электронный ресурс]. URL: <https://news.rambler.ru/other/43129151-rosteh-lokalizuet-proizvodstvo-pervyh-v-rossii-tsifrovyyh-stankov/?updated> (дата обращения: 11.09.2020)

5. Савельев В. А. Машиностроение в эпоху «Индустрии 4.0» / В. А. Савельев, научный руководитель кандидат педагогических наук, доцент А. Р. Сафиуллина // Студент – науке будущего: тезисы докладов студенческой научно-технической конференции (апр.). – Ульяновск, 2020. – С. 9–10.

6. СТАН представил свои подходы к цифровизации машиностроительных и станкостроительных производств на «Межрегиональном промышленном форуме–2018» / СТАН [Электронный ресурс]. URL: https://stan-company.ru/press_centr/novosti-kompanii/stan-predstavil-svoi-podkhody-k-tsifrovizatsii-mashinostroitelnykh-i-stankostroitelnykh-proizvodstv-/ (дата обращения: 19.08.2020).

7. С DMG MORI в эпоху «Индустрии 4.0» / DMG MORI [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.dmgmori.com/news-and-media/technical-press-news/news/open-house-pfronten-2017-digital-factory> (дата обращения: 27.08.2020).

8. Цифровое производство в России: мнение профессионалов / INTEGRAL [Электронный ресурс]. URL: <http://integral-russia.ru/2017/05/20/tsifrovoye-proizvodstvo-v-rossii-mnenie-professionalov/> (дата обращения: 05.08.2020).

9. Цифровое производство Maserati. История успеха / Высокие технологии [Электронный ресурс]. URL: <https://vys-tech.ru/2017/10/28/cifrovoye-proizvodstvo-maserati/> (дата обращения: 08.08.2020).

10. CELOS производства DMG MORI / DMG MORI [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.dmgmori.com/news-and-media/magazine/technology-excellence-01-2018/digitization> (дата обращения: 30.08.2020).

11. FORD создаёт виртуальный завод по моделированию работы сборочного конвейера / Издательский дом «Вестник промышленности» [Электронный ресурс]. URL: <https://365-tv.ru/index.php/stati/innovatsii/347-ford-sozdaet-virtualnyj-zavod-po-modelirovaniyu-raboty-sborochного-konvejera> (дата обращения: 27.08.2020).

REFERENCES

1. *Dopolnitel'naya real'nost'* [Additional reality] / *Vysokie tekhnologii* [High technologies] [Electronic resource]. URL: <https://vys-tech.ru/2017/10/05/dopolnitelnaya-realnost/> (accessed: 08.08.2020).

2. *Minpromtorg Rossii i ryad vysokotekhnologichnykh kompanij predstavili cifrovoj proekt v sfere aviastroeniya – «Industriya 4.0»* [The Ministry of industry and trade of Russia and a number of high – tech companies presented a digital project in the field of aircraft construction – «Industry 4.0»] / *Novosti VPK* [Military industrial complex news] [Electronic resource]. URL: https://vpk.name/news/187793_minpromtorg_rossii_i_ryad_vysokotekhnologichnykh_kompanij_prestavili_cifrovoi_proekt_v_sfere_aviastroeniya-industriya_40.html (accessed: 02.09.2020).

3. *Perspektivy industrii 4.0 i cifrovizacii promyshlennosti* [Prospects for Industry 4.0 and industry digitalization] / *Stankoreport.ru* [Electronic resource]. URL: <https://stankoreport.ru/news/article/2018-perspektivy-industrii-40-i-cifrovizacii-promyslennosti> (accessed: 29.08.2020).

4. *Rostekh lokalizuet proizvodstvo pervyh v Rossii cifrovyyh stankov* [Rostec localizes production of the first digital machines in Russia] / *Rambler* [Elektronnyj resurs]. URL: <https://news.rambler.ru/other/43129151-rostekh-lokalizuet-proizvodstvo-pervyh-v-rossii-tsifrovyyh-stankov/?updated> (accessed: 11.09.2020)

5. Savelyev V. A. *Mashinostroenie v epohu «Industrii 4.0»* [Mechanical engineering in the era of «Industry 4.0»] / V. A. Savel'ev, *nauchnyj rukovoditel' kandidat pedagogicheskikh nauk, docent A. R. Safiullina* [V. A. Savelyev, scientific supervisor candidate of pedagogical Sciences, associate Professor A. R. Safiullina] // *Student – nauke budushchego: tezisy dokladov studencheskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii* (apr.) [Student – science of the future: abstracts of the student scientific and technical conference (Apr.)]. Ul'yanovsk, 2020, pp. 9–10.

6. *STAN predstavil svoi podhody k cifrovizacii mashinostroitel'nyh i stankostroitel'nyh proizvodstv na «Mezhregional'nom promyshlennom forume–2018»* [STAN presented its approaches to digitalization of machine–building and machine-tool industries at the «interregional industrial forum-2018»] / STAN [Electronic resource]. URL: https://stan-company.ru/press_centr/novosti-kompanii/stan-predstavil-svoi-podkhody-k-tsifrovizatsii-mashinostroitelnykh-i-stankostroitelnykh-proizvodstv/ (accessed: 19.08.2020).

7. *S DMG MORI v epohu «Industrii 4.0»* [With DMG MORI in the era of «Industry 4.0»] / DMG MORI [Electronic resource]. URL: <https://ru.dmgmori.com/news-and-media/technical-press-news/news/open-house-pfronten-2017-digital-factory> (accessed: 27.08.2020).

8. *Cifrovoye proizvodstvo v Rossii: mnenie professionalov* [Digital production in Russia: mnenie professionals] / INTEGRAL [Electronic resource]. URL: <http://integral-russia.ru/2017/05/20/tsifrovoye-proizvodstvo-v-rossii-mnenie-professionalov/> (accessed: 05.08.2020).

9. *Cifrovoye proizvodstvo Maserati. Istoriya uspekha* [Digital production of Maserati. Success story] / *Vysokie tekhnologii* [High technologies] [Electronic resource]. URL: <https://vys-tech.ru/2017/10/28/cifrovoye-proizvodstvo-maserati/> (accessed: 08.08.2020).

10. *CELOS proizvodstva DMG MORI* [CELOS produced by DMG MORI] / DMG MORI [Electronic resource]. URL: <https://ru.dmgmori.com/news-and-media/magazine/technology-excellence-01-2018/digitization> (accessed: 30.08.2020).

11. *FORD sozdaet virtual'nyj zavod po modelirovaniyu raboty sborochnogo konvejera* [FORD creates a virtual factory to simulate the operation of the Assembly line] / *Izdatel'skij dom «Vestnik promyshlennosti»* [Publishing house «Vestnik promyshlennosti»] [Electronic resource]. URL: <https://365-tv.ru/index.php/stati/innovatsii/347-ford-sozdaet-virtualnyj-zavod-po-modelirovaniyu-raboty-sborochnogo-konvejera> (accessed: 27.08.2020).

•••••

Савельев Вячеслав Андреевич, студент третьего курса машиностроительного факультета Ульяновского государственного технического университета.

Рогова Татьяна Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой «Экономика и организация производства» Ульяновского государственного технического университета.

Поступила 24.09.2020 г.

001; 004:05

В. Г. ТРОНИН, Н. В. ТИБУШКИНА

ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

Рассмотрены этапы эволюции системы передачи научных знаний, в соответствии с теорией развития систем и уровней изобретательских задач по классификации Г. С. Альтшуллера, от возникновения регулярных научных публикаций и библиографических ссылок в XVII веке до появления научных социальных сетей в настоящее время. Обозначены проблемы, возникающие на каждом этапе, и способы их решения.

Ключевые слова: наукометрия, теория систем, уровни изобретательских задач, базы научного цитирования.

Введение

Попробуем рассмотреть эволюцию системы передачи научных знаний с точки зрения теории развития систем, предложенной Г. С. Альтшуллером [1]. Рассмотрим, какие проблемы решило каждое из нововведений, к какому уровню изобретательских задач их можно отнести. Изменения в системе передачи научных знаний рассмотрим в привязке к этапам от начального этапа систематических публикаций, индексов цитирования, развития интернета и формирования движения «открытая наука».

Начальный этап

В передаче знаний качественное изменение произошло с появлением записи результатов экспериментов, расчётов, при этом сами записи не были научными в современном понимании (прикладной характер знаний без теоретического обобщения, стремление к воспроизведению

знаний, а не к получению нового). Это относится к цивилизациям Римской империи, Древней Греции, Древнего Египта, Древнего Вавилона. Запись позволила решить задачу передачи знаний из поколения в поколение, обеспечить систему управления в государстве. Изобретение письменности, безусловно, относится к пятому уровню.

Следующий скачок в передаче научных знаний связан с созданием книгопечатного станка Иоганном Гутенбергом и распространением книгопечатания по городам Европы в XV веке. Оно решило проблему доступа к знаниям широкого круга лиц, а также возможность тиражировать книги помимо церковной цензуры. Изобретение можно отнести к 4-му или 5-му уровню. Характерно, что несмотря на быстрое распространение книгопечатания, были силы, противодействовавшие распространению изобретения: писцы, боявшиеся потери работы, и церковные служители, осознавшие потерю монополии на доступ к книгам.

© Тронин В. Г., Тибушкина Н. В., 2020

Важным изобретением явилось патентование: с одной стороны, патент – это публикация нового технического решения, с другой стороны, способ юридического регулирования применения технологии. Первый патент в современном понимании этого слова был выдан в 1421 году городской управой Флоренции на имя скульптора Филиппе Брунеллески, который изобрёл корабельный поворотный кран. Патентование можно отнести к первому уровню изобретений (является разновидностью публикации).

До середины XVII века наука была делом небольшого числа избранных, а сама научная деятельность не подвергалась исследованиям, результаты научных исследований публиковать было не принято.

Этап регулярных публикаций

История регулярной научной публикации начинается с первого номера французского журнала «Журналь де саван» от 5 января 1665 г. Кроме сведений об открытиях и изобретениях в различных областях науки (анатомии, метеорологии, механике), журнал содержал некрологи знаменитых людей, работы по церковной истории, протоколы судебных заседаний. «Философские труды Королевского общества» – старейший научный журнал англоязычного мира и второй в истории, печать которого продолжается с 6 марта 1665 года без перерывов. Термин «философский» в названии обозначает натурфилософию, которой в то время называли естественные науки. Известность Исаака Ньютона как учёного началась с публикации 17 статей в этом журнале.

В XVII веке возникло и рецензирование публикаций – рассмотрение рукописи учёными-специалистами в той же области (коллегами) с целью подтверждения точности и достоверности, корректности изложения материала. Для того чтобы журнал покупали, требовалось высокое качество публикаций, и рецензирование помогало решить данную задачу.

Печать первых научных журналов в совокупности с рецензированием можно отнести к 4-му уровню изобретений. До пятого уровня не дотягивает потому, что регулярное издание новостей практиковалось ещё в Римской империи.

С 1771 года начинают появляться библиографические указатели, которые являются прототипами индексов цитирования:

- «Парижская библиография» 1771 года держала материал в порядке рецензируемых трудов, благодаря чему ссылки стали средством поиска информации,

- «Сводный указатель журнальных рецензий в период 1847-1907 гг.» К. Н. Дерунова,

- «Указатель ссылок федерального законодательства Шепарда» 1873 г. В этом указателе описания решений Федерального суда и судов всех штатов США сопровождаются списком публикаций, в которых имеются ссылки на данное судебное решение.

Первым близким прообразом индексов цитирования стал библиографический указатель журнала «The Annals of Mathematical Statistics» 1949 г., который содержал библиографические ссылки на публикации в журнале с 1931 г. [2].

К какому уровню изобретений можно отнести создание библиографических указателей? При всей важности библиографических указателей для решения задачи обеспечения доступа к публикациям по определённой тематике, их создание в XVI–XVII веках можно оценить не выше второго уровня.

Таким образом, с середины XVII века наука превращается в значимое общественное явление, исследования становятся прикладными, результаты регулярно публикуются в научных изданиях. Происходит рост количества учёных в мире, которые могут обмениваться информацией, а использование библиографических ссылок значительно облегчает поиск информации.

Достаточно большой объём изданий дал базу для выявления статистических и социологических законов, которые стали методологической базой для библиометрического анализа в дальнейшем. Впервые изучение библиографии статистическими методами было проведено в 1896 г. Ф. Кэмбелом, он также сформулировал практические рекомендации для редакторов журналов по оформлению библиографии. К началу XX в. в мире издавалось около 1000 научных журналов.

Следует отметить важность создания грантовой системы и госзаказ на науку. Развитие промышленности во второй половине XIX века привело к осознанию проблемы финансирования учёных. Во Франции в этот период меценатами выделяются первые средства на финансирование учёных. Американцы в 1902 года формально первыми создали фондовые гранты (фонд Карнеги) [3].

В СССР число научных работников удваивалось каждые 7 лет, в США – каждые 10 лет, в европейских странах – каждые 10–15 лет. Значительный рост объёма научных исследований ставил задачи обеспечения эффективного поиска научной информации и поддержки управления научной деятельностью [4].

В СССР был развит государственный заказ на науку с чёткой комплексной постановкой целей, финансированием как фундаментальной, так и

прикладной науки. Создание такой системы можно отнести к 5-му уровню, поскольку она затрагивала все направления науки, промышленности, сферы жизни людей и позволяла решать стратегические задачи, недостижимые другими методами. Косвенным показателем эффективности созданной тогда системы является то, что на долю СССР приходилась примерно четверть всей мировой науки. Сложностью управления наукой в СССР было обилие информации, по подсчётам академика Глушко, чтобы узнать результат каких-либо действий правительства в экономике, нужно было ждать 9 месяцев – такой средний срок получения показателей и обработки их бюрократическими инстанциями. Он предложил создание Общегосударственной автоматизированной сети на принципах кибернетики. Если бы такая система была создана, то её можно было бы отнести к 5-му уровню изобретений.

В США, европейских странах преобладает финансирование науки фондами с конкретными коммерческими целями или веерное финансирование на конкурсной основе. В России с 1991 года по аналогичному принципу функционирует РФФИ. Такое финансирование имеет следующие проблемы:

- огромная доля времени исследователей затрачивается на подготовку заявок и отчётность (до половины всего времени),

- исследования связаны с выделением финансирования, и учёный планирует свою деятельность на короткий интервал. Ни один исследователь не может быть уверен, что его тема получит поддержку в дальнейшем,

- затруднительно пробивать новое направление, даже если оно перспективное, поскольку проще получить финансирование в той теме, где имеется задел в виде публикаций в изданиях с высоким импакт-фактором, уже имеются поддержанные заявки,

- фонды подвержены влиянию средств массовой информации и популизму.

Результатом научной деятельности может быть объект интеллектуальной собственности, и в европейских странах с XIX века создаются реестры, учитывающие изобретения. С развитием промышленности проблемой стало массовое использование чужих изобретений. Многие страны отказались от участия в Международной выставке изобретений в Вене в 1873 г. из-за высокого риска кражи изобретений. Для решения проблемы 20 марта 1883 г. на Международной конференции была принята Парижская конвенция по охране промышленной собственности с 11 странами участниками. В 1893 году сформиро-

вана Всемирная Организация Интеллектуальной Собственности, занимающаяся учётом изобретений, ведущая статистику по странам и регулирующая конфликты [5]. Возникновение в конце XIX века системы учёта и регулирования прав собственности можно отнести ко второму уровню, но не выше, поскольку она имеет прототип – юридические правила регулирования торговли материальными товарами и услугами.

Этап индексы цитирования

Появление регулярных научных изданий и библиографических списков, большое количество задействованных в науке исследователей ставит проблему роста числа научных публикаций и эффективного поиска научной информации и управления научной деятельностью. Этап «детства» системы с относительно медленным развитием сменяется зрелостью с быстрым совершенствованием и массовым применением [1].

В 1963 г. вышла в свет монография Д. Прайса «Малая наука, большая наука», в которой он выделил два крупных периода развития науки. Прайс предполагал экспоненциальный рост научного знания, в частности, удвоение каждые 10–15 лет количества научных журналов. Он выявил сети научных цитирований, различия в структуре цитирования в гуманитарных и точных науках – заложил основу новой отрасли знания – наукометрии.

Увеличение количества источников научной информации поставило задачу анализа этих источников и результатов научных исследований. Знаменует второй этап публикация Ю. Гарфилда «Citation indexes for science» 1955 года, в которой он выделил ядро наиболее влиятельных в научном мире журналов на основе частоты цитирования. Первый индекс цитирования (SCI) ведётся институтом научной информации (ISI) в 1963 г. В 1965 г. в SCI просматривалось уже 1147 журналов из 30 стран мира, и в 1969 г. SCI опубликовал первый рейтинг журналов, отсортированных по импакт-фактору. Индексы цитирования стали публиковаться регулярно, создаются индексы для различных областей знаний. Американские и советские учёные начали проводить серьёзные наукометрические исследования, основанные на анализе библиометрических данных.

В 1990 г. разработана платформа Web of Science, которая положила начало автоматизации наукометрического анализа и широкому применению наукометрических инструментов, рейтингов. Создание автоматизированных наукометрических систем можно отнести к четвёртому уровню изобретений по классификации Г.С. Альтшуллера, так как синтезируется новая

система, которая позволяет решать проблему быстрого доступа к публикациям и возможности сравнения уровня влияния конкретных исследователей, публикаций и изданий на науку.

С этого времени создаются национальные индексы цитирования в Китае, Японии, Тайване, ряде европейских стран (Польша, Испания). В России с 2005 года создан и развивается Российский национальный индекс цитирования на базе научной электронной библиотеки eLibrary, который обрабатывает журнальные публикации, труды конференций, патенты, диссертации, учебные пособия и монографии.

Открывается доступ к базам научных публикаций крупными издательствами: с 2004 г. база Scopus от издательства Elsevier, с 2006 года база SpringerLink от издательства Springer. Базы от конкретных издательств имеют ограничения: учитывают только публикации и цитирования внутри своей базы, до 65% цитирований в зависимости от области знаний приходится на нежурнальные публикации и почти не отражаются в рейтингах [6].

Формируются профессиональные базы по различным направлениям: астрофизическая база Astrophysics Data System, база данных медицинских и биологических публикаций PubMed, математическая база MathSciNet и zbMATH, химическая реферативная служба Chemical Abstracts Service, информационная система по сельскому хозяйству AGRIS, база по прикладным наукам о Земле GeoRef [7].

В результате создания больших баз появляется возможность оценки продуктивности исследователей, организаций по большому количеству критериев. В 2005 г. Хорхе Хирш в работе «An index to quantify an individual's scientific research output», предложил H-индекс как меру продуктивности работы учёного. Далее появились модификации индекса Хирша, модификации импакт-фактора, взвешенные индексы с учётом областей знания.

На основе библиометрических показателей оценивается продуктивность университетов, исследователей, качество научных журналов. Использование наукометрических показателей для управления наукой стало повсеместной практикой.

На сегодняшний день проблема быстрого поиска научной информации решена путём запуска многочисленных наукометрических баз. Решение одной проблемы породило целый комплекс других. В частности, мировые открытия прошлого получали признание через значительный промежуток времени, но для оценки рейтинга

исследователей и журналов в наукометрических системах используются короткие интервалы [8].

Этап открытой науки

Бурное развитие интернета и социальных сетей привело к тому, что исследователи гораздо чаще стали использовать интернет. И чаще стали цитировать те материалы, которые имеются в интернете в свободном доступе. Возникло и набирает популярность движение «открытая наука», предлагающее обеспечить доступ к результатам научной деятельности для всех желающих, а также сделать научную деятельность более открытой для обсуждения (размещение препринтов с их обсуждением), более оперативным обмен научными данными. Получили развитие альтметрики, основанные на количестве скачиваний, лайков, комментариев к публикациям.

Противоречие на данном этапе:

- коммерческие интересы крупных издательств, которые заинтересованы в монополии на продажу публикаций;

- усложнение системы рецензирования публикаций и верификации экспериментов за счёт почти неограниченного круга лиц, потенциально готовых участвовать в процессе;

- эффект Мэтью (или хайп) – популярная тема или публикация привлекает непропорционально много внимания.

Отметим такие системы, как крупнейшая научная социальная сеть Research Gate, научная социальная сеть, создававшаяся по правилам открытой науки Academia.edu, различные индексы научных публикаций на основе интернета (Google Scholar). Эти сети позволяют учёному размещать свои публикации для открытого доступа всем исследователям, получать статистику о доступе к публикациям, производить поиск информации в соответствии со своим профилем и контактировать с коллегами по предметной области. Уникальным явлением стало появление электронной библиотеки CyberLeninka, которая создавалась группой энтузиастов и индексировала публикации журналов по модели открытого доступа с эффективным индексированием материалов в поисковых системах. CyberLeninka обеспечила резкий рост аудитории научных журналов и за короткий период вошла в топ-5 крупнейших мировых научных электронных библиотек [9].

На основе крупнейших баз публикаций, электронных библиотек создаются системы поиска некорректных заимствований, в России наиболее известная программа «Антиплагиат» применяется с 2005 года. Проблема снижения качества рецензирования и систематического

плагиата недобросовестными персонами стала широко известной после публикации сгенерированного компьютерной программой текста «Корчеватель» в 2005 года в журнале из перечня ВАК. В России создано сетевое сообщество «Диссернет», направленное на выявление махинаций в области научных публикаций. По заявлениям «Диссернет» в декабре 2019 года Приказами Министерства науки и высшего образования России лишены учёных степеней 14 человек [10]. Первые системы анализа набора текстов и выявление заимствований можно отнести к 3-му уровню изобретательских задач, поскольку ранее ничего подобного не существовало, но при этом не требуется изменения всей системы передачи научных знаний. Системы анализа заимствований текста находятся в начале 2-го этапа – они востребованы, бурно развиваются, их применение сопровождается целым комплексом проблем [1].

Заключение

Система передачи научных знаний прошла путь от исследователей-одиночек, чьи достижения могли быть записаны или же утрачены, первых научных школ, первых регулярных научных журналов до глобальных наукометрических баз с системой аналитики данных. Важными элементами системы являются научные конференции, обеспечивающие живое общение и дискуссию, институт рецензирования. С развитием интернета получили развитие новые инструменты, – научные социальные сети, анализ текстов на оригинальность и заимствования, интерактивный режим общения при научном поиске. Проведена классификация по уровням изобретений новшеств в системе передачи научных знаний.

Проблемы отбора качественных работ, уникальности каждого из научных творений, сформулированные фантастом Станиславом Лемом в 1963 году, по-прежнему не решены в полной мере [11]. Система передачи научных знаний находится в фазе зрелости, и не достигнуты предельные возможности системы. Выход на такой уровень будет подтверждаться чёткой формулировкой значимых научных проблем, привлечением квалифицированных учёных к их решению, решением задач в обозримые сроки, эффективным воспроизводством научных кадров. Такая система может быть реализована в масштабах государства или планеты в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альтшуллер Г. С., Злотин Б. Л., Зусман А. В., Филатов В. И. Поиск новых идей: от озарения к технологии (Теория и практика решения

изобретательских задач). – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 111 с.

2. Солодкин Д. Л. К вопросу о становлении и развитии наукометрии // Вестник ОмГУ. – 2013. – №3 (69).

3. Студенцова Е. А. Исторический анализ формирования системы исследовательских грантов во Франции // Известия Смоленского государственного университета. – 2012. – №4. – С. 191–197.

4. Налимов В. В., Мульченко З. М. Наукометрия. Изучение науки как информационного процесса. – Москва : Наука, 1969. – 192 с.

5. Архипова М. Ю., Карпов Е. С. Анализ и моделирование патентной активности в России и развитых странах мира // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2012. – №4. – С. 286–293.

6. Glanzel W, Schoepflin U. A bibliometric study of reference literature in the sciences and social sciences // Information Processing and Management. 1999. Vol. 35. №1, pp. 31–44.

7. Тронин В. Г. Планирование и управление научными проектами с применением современных информационно-коммуникационных технологий : учебное пособие. – Ульяновск : УлГТУ, 2017. – 211 с.

8. Тронин В. Г. Запланированное устаревание научных исследований // Современные направления развития маркетинга и менеджмента : II Международная научно-практическая конференция (7 ноября 2016 г., Россия, г. Ульяновск) : сборник научных трудов / под общ. ред. Е. А. Качагина. – Ульяновск : УлГТУ, 2016. – С. 223–228.

9. Тронин В. Г. Анализ доступности публикаций журналов через научные электронные библиотеки CyberLeninka и eLibrary // Электронное обучение в непрерывном образовании 2018. V Международная научно-практическая конференция. – Ульяновск, 2018. – С. 75–87.

10. Хроники «Диссернета» https://www.dissernet.org/publications/chronica_18122019.htm

11. Лем С. Сумма технологий. – Москва: Изд-во АСТ, 2018. – 640 с.

REFERENCES

1. Altshuller G. S., Zlotin B. L., Zusman A. V., Filatov V. I. *Poisk novykh idej: ot ozareniya k tekhnologii (Teoriya i praktika resheniya izobretatel'skih zadach)* [Search for new ideas: from insight to technology (Theory and practice of solving inventive problems)]. Chisinau: Kartya Moldovenyaske, 1989, 111 p.

2. Solodkin D. L. *K voprosu o stanovlenii i razvitiu naukometrii* [On the question of the formation and development of scientometrics] *Vestnik OmGU* [Herald of Omsk State University]. 2013, no. 3 (69).

3. Studencova E. A. *Istoricheskij analiz formirovaniya sistemy issledovatel'skih grantov vo Francii* [Historical analysis of the formation of the system of research grants in France] *Izvestiya Smolenskogo gosudarstvennogo universiteta* [Izvestiya Smolenskogo gosudarstvennogo universiteta]. 2012, no. 4, pp. 191–197.

4. Nalimov V. V., Mulchenko Z. M. *Naukometriya. Izuchenie nauki kak informacionnogo processa* [Naukometriya. The study of science as an information process]. Moscow, Nauka, 1969, 192 p.

5. Arhipova M. Yu., Karpov E. S. *Analiz i modelirovanie patentnoj aktivnosti v Rossii i razvityh stranah mira* [Analysis and modeling of patent activity in Russia and developed countries of the world] *RISK: Resursy, Informaciya, Snabzhenie, Konkurenciya* [RISK: Resources, Information, Supply, Competition]. 2012, no. 4, pp. 286–293.

6. Glanzel W, Schoepflin U. A bibliometric study of reference literature in the sciences and social sciences. *Information Processing and Management*. 1999, Vol. 35. no. 1, pp. 31–44.

7. Tronin V. G. *Planirovanie i upravlenie nauchnymi proektami s primeneniem sovremennyh informacionno-kommunikacionnyh tekhnologij : uchebnoe posobie* [Planning and management of scientific projects using modern information and communication technologies: a textbook]. Ulyanovsk, UIGTU, 2017, 211 p.

8. Tronin V. G. *Zaplanirovannoe ustarevaniye nauchnyh issledovaniy* [Planned obsolescence of scientific research] *Sovremennye napravleniya*

razvitiya marketinga i menedzhmenta : II Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (7 noyabrya 2016 g., Rossiya, g. Ulyanovsk) : sbornik nauchnyh trudov [Modern directions of marketing and management development: II International scientific and practical conference (November 7, 2016, Ulyanovsk, Russia): collection of scientific works] / *pod obshch. red. E. A. Kachagina* [under the general editorship of E. A. Kachagin. Ulyanovsk, UIGTU, 2016, pp. 223–228.

9. Tronin V. G. *Analiz dostupnosti publikacij zhurnalov cherez nauchnye elektronnye biblioteki CyberLeninka i eLibrary* [Analysis of the availability of journal publications through scientific electronic libraries CyberLeninka and eLibrary] *Elektronnoe obuchenie v nepreryvnom obrazovanii 2018. V Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya* [E-learning in continuing education 2018. V International Scientific and Practical Conference]. 2018, pp. 75–87.

10. *Hroniki «Disserneta»* [Chronicles of "Dissernet"] https://www.dis-sernet.org/publications/chronica_18122019.htm

11. *Lem S. Summa tekhnologij* [The Sum of technology]. Moscow, Ed. AST, 2018, 640 p.

•••••

Тронин Вадим Георгиевич, кандидат технических наук, начальник научно-исследовательского отдела, доцент кафедры «Информационные системы», УлГТУ.

Тибушкина Наталья Валентиновна, аспирант кафедры «Русский язык как иностранный», младший научный сотрудник НИО ДНИиИ УлГТУ.

Поступила 20.12.2020 г.

УДК 53.082.2+532.57

О. В. ЖИЛЯЕВ, В. Н. КОВАЛЬНОГОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ НОВОГО ФИЗИЧЕСКОГО СПОСОБА ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВОГО РАСХОДА И ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ

Рассматривается возможность применения нового физического способа измерения массового расхода и плотности жидкости. Определены возможные преимущества нового способа в сравнении с существующими системами измерения массового расхода – в первую очередь, с расходомером Кориолиса. Рассматриваемый новый физический способ основан на измерении сил инерции, возникающих в потоке жидкости при гармонических колебаниях площади сечения трубопровода, имеющего гибкие стенки. Выполнен анализ статьи, в которой данный способ был описан впервые. Проведён детальный вывод формул математической модели. Указаны неточности формул, допущенные авторами этого способа. Ограничения в применимости способа, сделанные его авторами, значительно ослаблены. Выполнены теоретическая проверка и подтверждение выводов о применимости указанного нового способа.

Ключевые слова: жидкость, плотность, массовый расход, трубопровод, колебания, измерение.

Введение

Современная промышленность, коммунальное хозяйство, торговля и транспорт испытывают большую потребность в измерении расхода и количества различных жидких и газообразных сред. Для удовлетворения этой потребности создан широкий спектр измерительной техники, предназначенной специально для измерения расхода – расходомеры и счётчики количества веществ [1]. Для решения различных измерительных задач в тех или иных отраслях применяются расходомеры, весьма сильно отличающиеся по принципу действия, набору измеряемых параметров, эксплуатационным свойствам [1–3]. В настоящее время большой интерес проявляется к средствам измерения массового расхода жидкости, поскольку именно масса вещества является той физической характеристикой, которая наиболее объективно определяет его количество, вследствие того, что она не зависит от давления и температуры среды. В частности, в нефтедобыче для учёта добываемой продукции, для управления технологическими процессами большое применение находят расходомеры, выходным параметром которых является массовый расход жидкости [4].

Поэтому рассмотрим существующие сегодня инструменты для измерения массового расхода [5]. В первую очередь, широко представлен на рынке средств измерения и востребован прибор, называемый расходомером Кориолиса [6]. Схема расходомера Кориолиса представлена на рисунке 1 (изображение заимствовано из [6]).

Данный измерительный инструмент относится к классу силовых расходомеров. В расходомерах этого класса для преобразования массового расхода жидкости в полезный измерительный сигнал используется измерение силы инерции, возникающей при ускоренном движении частиц жидкости. В частности, принцип действия расходомера Кориолиса состоит в возбуждении вынужденных

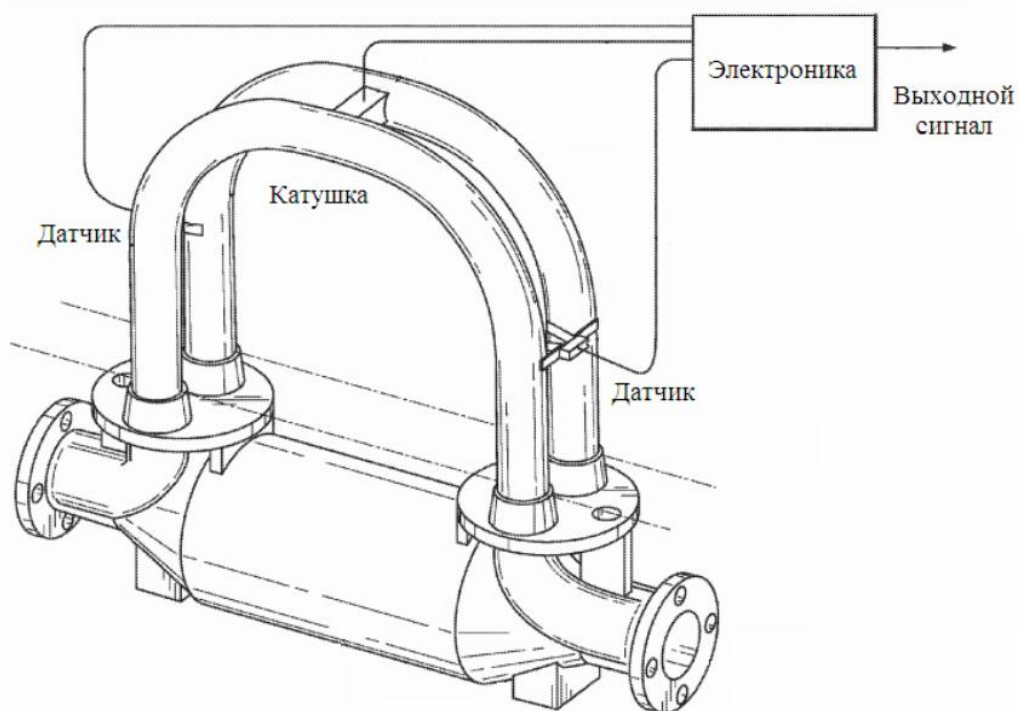


Рис. 1. Схема расходомера Кориолиса

поперечных колебаний одной или двух (иногда нескольких) трубок, по которым движется поток жидкости. В результате поперечного движения на каждую частицу жидкости действует сила инерции Кориолиса, приводящая к появлению фазового сдвига в колебаниях трубок. Указанный фазовый сдвиг пропорционален массовому расходу жидкости. Плотность жидкости измеряют по изменению собственной частоты колебаний трубок, заполненных измеряемой жидкостью. Таким образом, расходомер даёт возможность одновременного измерения массового расхода и плотности жидкости. Также к преимуществам приборов этого типа относятся высокая точность измерений, практическая независимость показаний от вязкости и плотности измеряемой жидкости, высокая надёжность, малые габариты и масса.

На сегодняшний день расходомер Кориолиса является самым современным и технически совершенным средством измерения массового расхода жидкости. Однако он обладает некоторыми техническими и физическими недостатками, сдерживающими его применение либо приводящими к увеличению издержек в эксплуатации. Недостатки расходомера Кориолиса обусловлены заложенными в самом его принципе действия техническими противоречиями. В частности, проточная часть канала расходомера имеет небольшой диаметр ([3]), поскольку, согласно принципу действия, канал должен обладать достаточной гибкостью для совершения изгибных колебаний. Однако малый диаметр канала приводит к повышенному гидравлическому сопротивлению расходомера при движении через него жидкости, что, в свою очередь, влечёт увеличение затрат эксплуатирующей организации на прокачку продукта, особенно в случае измерения больших расходов ([3]). Кроме того, с увеличением диаметра условного прохода существенно растёт стоимость расходомера. Далее, амплитуда колебаний трубок расходомера должна быть достаточно большой, чтобы получить качественный полезный сигнал. Вместе с тем увеличение амплитуды колебаний приводит к росту механических напряжений в конструкции расходомера, что приводит к ужесточению требований к материалам и технологии его изготовления, а значит к увеличению стоимости. Отсюда следует, что существует потребность в таком средстве измерения, которое было бы свободно от указанных недостатков.

Описание нового физического способа

В данной статье предлагается к рассмотрению анализ нового физического способа, который даёт возможность преодолеть указанные недостатки и построить расходомер с улучшенными свойствами. Данный способ измерения расхода и плотности жидкости основан на возбуждении и измерении продольных сил инерции, в отличие от поперечных в расходомере Кориолиса.

Указанный физический принцип впервые опубликован в [7]. Приведём некоторые тезисы из этой статьи. Имеем прямой трубопровод, по которому движется несжимаемая жидкость. Пусть этот трубопровод обладает гибкими стенками, способными расширяться и сужаться в результате внешнего силового воздействия (рис. 2, 3, изображения заимствованы в [7]).

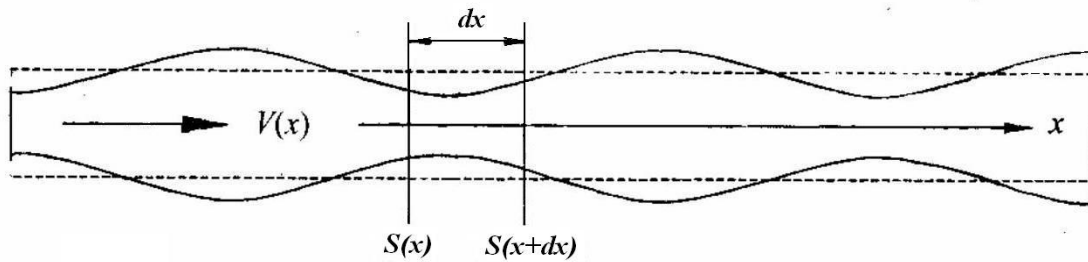


Рис. 2. Течение идеальной несжимаемой жидкости в канале переменного сечения

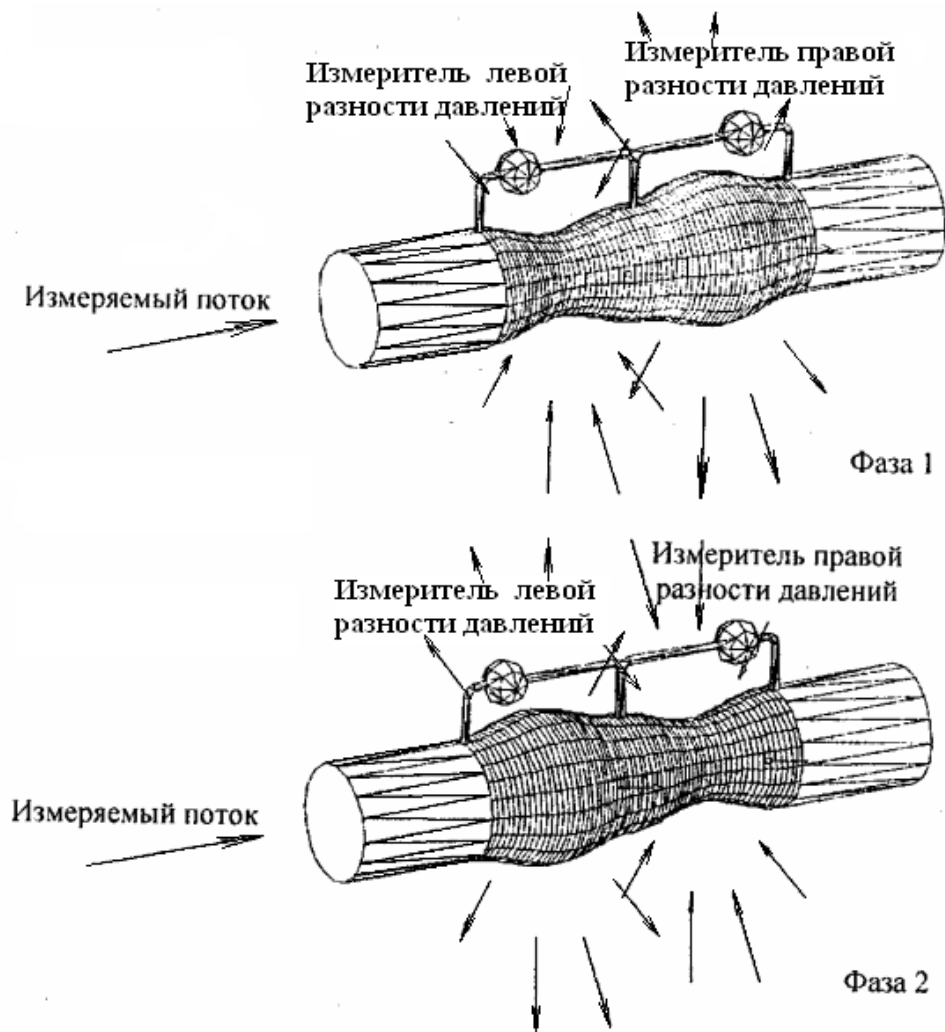


Рис. 3. Чередующиеся фазы воздействия на жидкость в трубе

Приводится анализ гидродинамического воздействия на жидкость, движущуюся по трубопроводу с изменяющейся площадью проходного сечения. Делается вывод о связи перепада давления вдоль канала трубопровода с массовым расходом жидкости и её плотностью. На основе указанной связи делается предположение о возможности полезного использования открытого эффекта в области измерения расходов жидкости. Статья указывает на возможность построения расходомера, использующего описанный физический эффект. Данный расходомер может быть отнесён к классу силовых расходомеров, поскольку в его основе лежит преобразование сил инерции жидкости. В отличие от расходомера Кориолиса, здесь силы инерции имеют продольное направление вдоль оси трубопровода.

Однако в статье [7] имеются погрешности в формулах и в итоговых результатах, полученных на их основе. Не приведён вывод формул, что затрудняет проведение последующего анализа. Поэтому считаем необходимым воспроизвести вслед за авторами вывод формул статьи [7] и провести их более тщательный анализ. Исходные варианты формул будем указывать соответствующими номерами, а заново воспроизведённые варианты – аналогичным номером со штрихом.

Вывод и проверка основных зависимостей описываемого принципа

1. Сначала выведем уравнение неразрывности в форме

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial(Sv)}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

где S – площадь поперечного сечения трубопровода, v – скорость жидкости вдоль оси трубопровода, t – время, x – координата вдоль оси трубопровода.

Вывод этого уравнения следующий. Принимаем, что жидкость является идеальной и несжимаемой, а её движение – нестационарным. Рассмотрим участок трубопровода переменного сечения как по длине, так и по времени (рис. 4). Массовый и объёмный расход жидкости на входе в данный участок считаем постоянным.

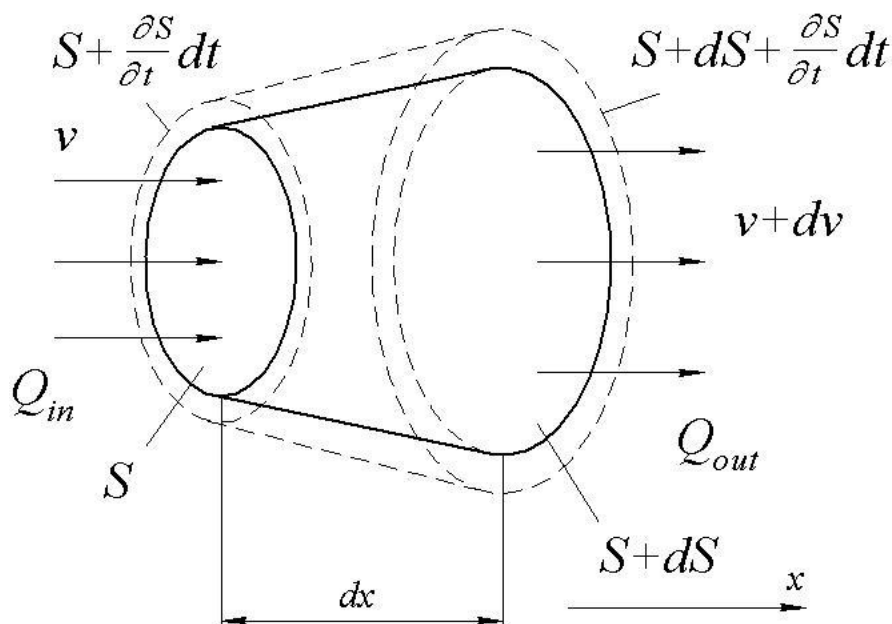


Рис. 4. Участок трубопровода переменного сечения, где dx – длина участка, S – площадь входного сечения, $S + dS$ – выходного, Q_{in} – входной объёмный расход, Q_{out} – выходной

Входной расход равен:

$$Q_{in}(t) = Sv.$$

Выходной расход получаем, отбрасывая члены второго порядка малости:

$$Q_{out}(t) = (S+dS)(v+dv) = Sv+Sdv+vdS+dv \cdot dS = Sv+Sdv+vdS = Sv+d(Sv).$$

Определим изменение объёма участка за время dt . Для этого найдём сначала выражение объёма усечённого конуса с основаниями S и $S+dS$ и высотой dx .

Рассмотрим конические объёмы на рисунке 5.

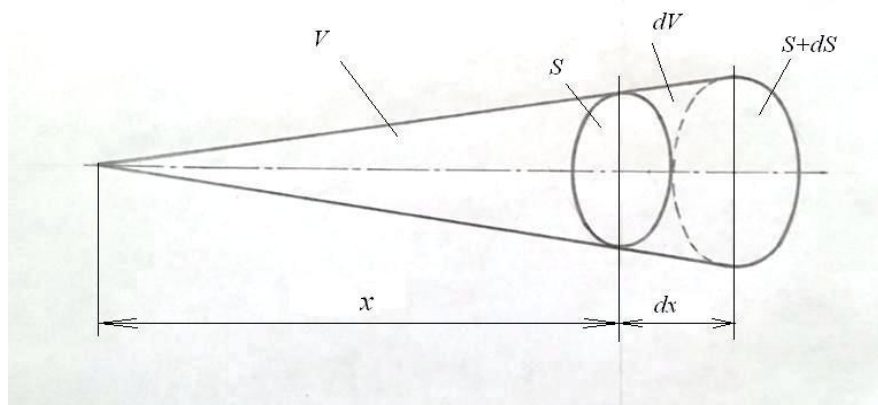


Рис. 5. К определению объёма элементарного конического участка

Будем отсчитывать начало координат x от вершины конуса. Объём конуса, имеющего высоту x и площадь основания S , равен

$$V = \frac{1}{3} S \cdot x.$$

Объём конуса, имеющего высоту $x+dx$ и площадь основания $S+dS$, равен

$$V + dV = \frac{1}{3} \cdot (S + dS) \cdot (x + dx) = \frac{1}{3} S \cdot x + \frac{1}{3} dS \cdot x + \frac{1}{3} S \cdot dx + \frac{1}{3} dS \cdot dx.$$

Исключая члены второго порядка малости, находим объём усечённого конуса dV как разность объёмов $V+dV$ и V :

$$dV = V + dV - V = \frac{1}{3} dS \cdot x + \frac{1}{3} S \cdot dx.$$

Для нахождения дифференциала dS запишем площадь S как функцию x :

$$S = k \cdot x^2,$$

где k – безразмерный параметр конуса, зависящий от его угла раствора.

Тогда

$$dS = 2kx \cdot dx.$$

Подставляя выражение для дифференциала dS в формулу для dV , получаем

$$dV = \frac{1}{3} dS \cdot x + \frac{1}{3} S \cdot dx = \frac{1}{3} \cdot 2kx \cdot dx \cdot x + \frac{1}{3} S \cdot dx = \frac{2}{3} kx^2 dx + \frac{1}{3} S \cdot dx = \frac{2}{3} S \cdot dx + \frac{1}{3} S \cdot dx = S \cdot dx.$$

Возвращаемся к рисунку 4. Далее величину элементарного объёма усечённого конуса будем обозначать через V , поскольку в качестве dV будем рассматривать изменение объёма V с течением времени.

В момент времени t объём участка равен

$$V = S \cdot dx.$$

В момент времени $t+dt$, соответственно, имеем

$$V + dV = \left(S + \frac{\partial S}{\partial t} dt \right) \cdot dx.$$

Приращение объёма dV на интервале времени dt равно

$$dV = (V + dV) - V = \frac{\partial S}{\partial t} \cdot dt \cdot dx.$$

Запишем уравнение баланса объёма

$$(Q_{in} - Q_{out}) \cdot dt = dV.$$

$$[Sv - (Sv + d(Sv))] \cdot dt = \frac{\partial S}{\partial t} \cdot dt \cdot dx.$$

$$-d(Sv) = \frac{\partial S}{\partial t} \cdot dx; \quad -\frac{\partial(Sv)}{\partial x} = \frac{\partial S}{\partial t}.$$

Отсюда
$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial(Sv)}{\partial x} = 0. \quad (1')$$

Уравнение (1) подтверждается. В частности, из уравнений (1) и (1') видно, что при стационарном режиме ($\frac{\partial S}{\partial t} = 0$) получаем

$$\frac{\partial(Sv)}{\partial x} = 0; \quad v \frac{\partial S}{\partial x} + S \frac{\partial v}{\partial x} = 0; \quad S \frac{\partial v}{\partial x} = -v \frac{\partial S}{\partial x},$$

то есть в стационарном режиме имеем снижение скорости ($\frac{\partial v}{\partial x} < 0$) при увеличении площади сечения ($\frac{\partial S}{\partial x} > 0$), и наоборот.

2. Находим скорость жидкости вдоль оси трубопровода $v=f(x, t)$.

Скорость находим из уравнения неразрывности в форме (1) или (1').

$$\frac{\partial(Sv)}{\partial x} = -\frac{\partial S}{\partial t}; \quad Sv = -\int \frac{\partial S}{\partial t} dx + C.$$

Получаем
$$v = \frac{C}{S} - \frac{1}{S} \int \frac{\partial S}{\partial t} dx.$$

Подставляем начальное условие:

при $x=x_0$ $S=S_0$, $v = \frac{Q_V}{S_0}$,

где x_0 и S_0 – соответственно, координата начала участка и площадь сечения в начале участка, Q_V – объёмный расход через сечение с координатой x_0 .

Тогда
$$v(x_0, t) = \frac{C}{S_0} - \frac{1}{S_0} \int_{x_0}^{x_0} \frac{\partial S}{\partial t} dx = \frac{Q_V}{S_0},$$
 откуда получаем $C=Q_V$.

Следовательно,

$$v(x, t) = \frac{Q_V}{S} - \frac{1}{S} \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx. \quad (2')$$

Сопоставляем формулу (2') с формулой (2) в статье [7]:

$$V = \frac{1}{S} \left(C(t) - \int \frac{\partial S}{\partial t} dx \right) = \frac{1}{S} \left(\frac{Q_0}{\rho} - \int \frac{\partial S}{\partial t} dx \right). \quad (2)$$

Видим тождественное совпадение формул (2) и (2'), с учётом $Q_V = \frac{Q_0}{\rho}$, где Q_0 – массовый расход жидкости, ρ – её плотность, V – обозначение скорости жидкости в [7].

Можно сделать проверку путём нахождения объёмного расхода Sv и подстановки его в уравнение (1'):

$$Sv(x,t) = Q_v - \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx;$$

$$\frac{\partial(Sv)}{\partial x} = -\frac{\partial S}{\partial t}.$$

Пришли к тождественному соблюдению уравнения (1'). Следовательно, уравнение (2) также подтверждается.

3. Теперь подставим полученное уравнение (2) в уравнение Эйлера [8]:

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x}.$$

Находим производные от скорости по времени и координате как производные сложной функции:

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \frac{\partial v}{\partial S} \cdot \frac{\partial S}{\partial t} = -\frac{1}{S} \int_{x_0}^x \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} dx - \frac{1}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} \left(Q_v - \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx \right);$$

$$\frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial S} \cdot \frac{\partial S}{\partial x} = -\frac{1}{S^2} \frac{\partial S}{\partial x} \left(Q_v - \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx \right) + \frac{1}{S} \left(-\frac{\partial S}{\partial t} \right).$$

Подставляем полученные выражения для производных от скорости в уравнение Эйлера.

$$\begin{aligned} -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= -\frac{1}{S} \int_{x_0}^x \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} dx - \frac{1}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} \left(Q_v - \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx \right) + \frac{1}{S} \left(Q_v - \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx \right) \left[-\frac{1}{S^2} \frac{\partial S}{\partial x} \left(Q_v - \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx \right) - \frac{1}{S} \frac{\partial S}{\partial t} \right] = \\ &= -\frac{1}{S} \int_{x_0}^x \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} dx - \frac{Q_v}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{1}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx + \frac{1}{S} \left(Q_v - \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx \right) \left[-\frac{1}{S^2} \frac{\partial S}{\partial x} \left(Q_v - \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx \right) - \frac{1}{S} \frac{\partial S}{\partial t} \right] = \\ &= -\frac{1}{S} \int_{x_0}^x \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} dx - \frac{Q_v}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{1}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx - \frac{Q_v^2}{S^3} \frac{\partial S}{\partial x} + \frac{Q_v}{S^3} \frac{\partial S}{\partial x} \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx - \frac{Q_v}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{Q_v}{S^3} \frac{\partial S}{\partial x} \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx - \\ &\quad - \frac{1}{S^3} \frac{\partial S}{\partial x} \left(\int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx \right)^2 + \frac{1}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx = \\ &= -\frac{1}{S} \int_{x_0}^x \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} dx - 2 \frac{Q_v}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{2}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx - \frac{Q_v^2}{S^3} \frac{\partial S}{\partial x} + 2 \frac{Q_v}{S^3} \frac{\partial S}{\partial x} \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx - \frac{1}{S^3} \frac{\partial S}{\partial x} \left(\int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx \right)^2. \\ \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= \frac{1}{S} \int_{x_0}^x \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} dx + 2 \frac{Q_v}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} - \frac{2}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx + \frac{Q_v^2}{S^3} \frac{\partial S}{\partial x} - 2 \frac{Q_v}{S^3} \frac{\partial S}{\partial x} \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx + \frac{1}{S^3} \frac{\partial S}{\partial x} \left(\int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx \right)^2. \end{aligned}$$

Группируем 4-й, 5-й и 6-й члены как квадрат разности, а во 2-м и 3-м выносим за скобку комплекс

$$\frac{2}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} :$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{1}{S} \int_{x_0}^x \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} dx + \frac{2}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} \left(Q_v - \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx \right) + \frac{1}{S^3} \frac{\partial S}{\partial x} \left(Q_v - \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx \right)^2. \quad (3')$$

Таким образом, получено уравнение (3) рассматриваемой статьи с учётом замены массового расхода Q_0 на объёмный $Q_v = \frac{Q_0}{\rho}$:

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{1}{S^3} \left(\frac{Q_0}{\rho} - \int \frac{\partial S}{\partial t} dx \right)^2 + \frac{2}{S^2} \frac{\partial S}{\partial t} \left(\frac{Q_0}{\rho} - \int \frac{\partial S}{\partial t} dx \right) + \frac{1}{S} \int \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} dx. \quad (3)$$

Видим несовпадение формул (3) и (3'). В тексте статьи [7] в уравнении (3) допущена ошибка: в слагаемом $\frac{1}{S^3} \frac{\partial S}{\partial x} \left(Q_v - \int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx \right)^2$ в статье отсутствует множитель $\frac{\partial S}{\partial x}$, то есть производная площади сечения по координате x . Тот факт, что она должна быть, легко проверяется путём проверки работы формулы (3) в случае стационарного потока, то есть при подстановке $\frac{\partial S}{\partial t} = 0$. Посмотрим, чему будет равен искомый градиент давления при жёстком трубопроводе, не изменяющемся во времени. Так, при подстановке в формулу (3) $\frac{\partial S}{\partial t} = 0$ имеем $\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{Q_v^2}{S^3}$ независимо от поведения S вдоль оси x , то есть от того, уменьшается площадь, увеличивается или остаётся неизменной. Очевидно, что это не так. При подстановке в правильный вариант (3') этой формулы имеем

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{Q_v^2}{S^3} \frac{\partial S}{\partial x}.$$

Здесь уже видим, что изменение давления соответствует уравнению Бернулли, то есть растёт при увеличении площади и наоборот.

4. Определяем перепад давления по длине трубы. Рассмотрим случай изменения сечения трубы по следующему закону:

$$S = \begin{cases} S_0 + a_0 \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \sin \omega t = S_0 \left(1 + \delta \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \sin \omega t \right) & \text{при } -L \leq x \leq L, \\ S_0 & \text{при } x < -L \text{ или } x > L. \end{cases} \quad (4)$$

Величина $\delta = \frac{a_0}{S_0}$ – относительное изменение площади.

Данный закон изменения площади заимствован в [7], формула (4):

$$S = \begin{cases} S_0 + G(t, x) = S_0 + a_0 \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \sin(\omega t) = S_0 \left(1 + \delta \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \sin(\omega t) \right), & \text{при } -L \leq x \leq L, \\ S_0, & \text{при } -L > x, L < x. \end{cases} \quad (4)$$

Формула (4) из [7] приведена с учётом исправления опечатки $L < x$ (в источнике указано $L > x$).

Примем $x_0 = -L$.

Находим производные, подставляем в уравнение (3').

$$\frac{\partial S}{\partial t} = S_0 \delta \omega \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \cos \omega t;$$

$$\frac{\partial^2 S}{\partial t^2} = -S_0 \delta \omega^2 \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \sin \omega t;$$

$$\frac{\partial S}{\partial x} = S_0 \delta \frac{\pi}{L} \cos\left(\frac{x\pi}{L}\right) \sin \omega t;$$

$$\begin{aligned}
\int_{x_0}^x \frac{\partial S}{\partial t} dx &= \int_{-L}^x S_0 \delta \omega \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \cos \omega t dx = S_0 \delta \omega \cos \omega t \int_{-L}^x \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) dx = -S_0 \delta \omega \cos \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \cos \frac{x\pi}{L} \Big|_{-L}^x = \\
&= -S_0 \delta \omega \cos \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \left[\cos \frac{x\pi}{L} - \cos \frac{-L\pi}{L} \right] = -S_0 \delta \omega \cos \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \left[\cos \frac{x\pi}{L} - \cos(-\pi) \right] = \\
&= -S_0 \delta \omega \cos \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \left[1 + \cos \frac{x\pi}{L} \right]. \\
\int_{x_0}^x \frac{\partial^2 S}{\partial t^2} dx &= -S_0 \delta \omega^2 \sin \omega t \int_{-L}^x \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) dx = S_0 \delta \omega^2 \sin \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \cos\left(\frac{x\pi}{L}\right) \Big|_{-L}^x = \\
&= S_0 \delta \omega^2 \sin \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \left[\cos\left(\frac{x\pi}{L}\right) - \cos\left(\frac{-L\pi}{L}\right) \right] = S_0 \delta \omega^2 \sin \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \left[1 + \cos\left(\frac{x\pi}{L}\right) \right].
\end{aligned}$$

Найдём градиент давления по формуле (3):

$$\begin{aligned}
\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= \frac{1}{S} \left[S_0 \delta \omega^2 \sin \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \left(1 + \cos\left(\frac{x\pi}{L}\right) \right) \right] + \\
&+ \frac{2}{S^2} S_0 \delta \omega \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \cos \omega t \left(Q_v + S_0 \delta \omega \cos \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \left(1 + \cos \frac{x\pi}{L} \right) \right) + \\
&+ \frac{1}{S^3} S_0 \delta \frac{\pi}{L} \cos\left(\frac{x\pi}{L}\right) \sin \omega t \left(Q_v + S_0 \delta \omega \cos \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \left(1 + \cos \frac{x\pi}{L} \right) \right)^2.
\end{aligned}$$

Подставляем $S = S_0 \left(1 + \delta \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \sin \omega t \right)$. Получаем

$$\begin{aligned}
\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} &= \frac{\delta \omega^2 \frac{L}{\pi} \sin \omega t \left(1 + \cos\left(\frac{x\pi}{L}\right) \right)}{1 + \delta \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \sin \omega t} + \frac{2 \delta \omega \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \cos \omega t \left(Q_v + S_0 \delta \omega \frac{L}{\pi} \cos \omega t \left(1 + \cos \frac{x\pi}{L} \right) \right)}{S_0 \left(1 + \delta \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \sin \omega t \right)^2} + \\
&+ \frac{\delta \pi \cos\left(\frac{x\pi}{L}\right) \sin \omega t \left(Q_v + S_0 \delta \omega \frac{L}{\pi} \cos \omega t \left(1 + \cos \frac{x\pi}{L} \right) \right)^2}{L S_0^2 \left(1 + \delta \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \sin \omega t \right)^3}.
\end{aligned}$$

Напрямую с этой формулой работать сложно, поскольку она нелинейна относительно тригонометрических функций, поэтому проведём её линеаризацию.

Введём следующие два допущения:

1) $\delta \ll 1$, например $\delta = 0,01$ и менее. Благодаря этому допущению мы отбрасываем знаменатели $\left(1 + \delta \sin\left(\frac{x\pi}{L}\right) \sin \omega t \right)$ в первой, второй и третьей степенях и заменяем их единицами.

2) $Q_v \gg S_0 \delta \omega \frac{L}{\pi}$, или $Q_m \gg \rho S_0 \delta \omega \frac{L}{\pi}$, или, как записано у авторов,

$$\frac{Q_0 \pi}{\rho S_0 \omega L} > 1,$$

где $Q_0 = Q_m$ – массовый расход. Это допущение позволяет нам линеаризовать числители. Отсюда видно, что снижение частоты колебаний ω способствует лучшему качеству линеаризации описания процесса вследствие уменьшения нелинейных искажений.

Видим здесь у авторов две неточности.

Во-первых, у них простое неравенство $\frac{Q_m \pi}{\rho S_0 \omega L} > 1$, в то время как для линеаризации необходимо

требование пренебрежимой малости.

Во-вторых, они потеряли коэффициент δ в знаменателе, в связи с чем у них получилось очень сильное ограничение по расходу снизу. В действительности указанное ограничение намного слабее. Например, проведём расчёт минимального расхода для следующих условий, как указано в статье [7]:

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $S_0 = 78,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ ($\varnothing 100 \text{ мм}$), $\delta = 0,005$, $\omega = 60 \text{ Гц} \cdot 2\pi = 376,8 \text{ рад/с}$, $L = 0,3 \text{ м}$, получаем

$$\frac{Q_m \cdot \pi}{1000 \cdot 78,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,005 \cdot 376,8 \cdot 0,3} = 0,708 \cdot Q_m.$$

В данном случае уже при расходе $Q_m = 20 \text{ кг/с}$ имеем соотношение $14,16 \gg 1$, в то время как в статье [7] приведено число $Q_0 = 2,84 \cdot 10^5 \text{ г/с} = 284 \text{ кг/с}$. Кроме того, если взять более низкие значения ω , например $\omega = 2 \text{ Гц} \cdot 2\pi = 12,56 \text{ рад/с}$, то получим

$$\frac{Q_m \cdot \pi}{1000 \cdot 78,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,005 \cdot 12,56 \cdot 0,3} = 21,2 Q_m,$$

то есть требование соблюдается уже при $Q_m = 1 \text{ кг/с}$.

Далее, если выполняются два указанных допущения, в результате линеаризации получаем значительно упрощённое уравнение для градиента давления.

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \delta \omega^2 \frac{L}{\pi} \sin \omega t \left(1 + \cos \left(\frac{x\pi}{L} \right) \right) + \frac{2\delta \omega Q_V}{S_0} \sin \left(\frac{x\pi}{L} \right) \cos \omega t + \frac{\delta \pi Q_V^2}{L S_0^2} \cos \left(\frac{x\pi}{L} \right) \sin \omega t.$$

Подставляем массовый расход $Q_m = \rho Q_V$.

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \rho \delta \omega^2 \frac{L}{\pi} \sin \omega t \left(1 + \cos \left(\frac{x\pi}{L} \right) \right) + \frac{2\delta \omega Q_m}{S_0} \sin \left(\frac{x\pi}{L} \right) \cos \omega t + \frac{\delta \pi Q_m^2}{\rho L S_0^2} \cos \left(\frac{x\pi}{L} \right) \sin \omega t.$$

Теперь интегрируем по x , находим перепад давления относительно точки с координатой $x_0 = -L$.

$$\begin{aligned} p(x, t) - p(x_0, t) &= \int_{x_0=-L}^x \frac{\partial p}{\partial x} dx = \frac{\delta \omega^2 L \rho}{\pi} \sin \omega t \int_{-L}^x \left(1 + \cos \left(\frac{x\pi}{L} \right) \right) dx + \frac{2\delta \omega Q_m}{S_0} \cos \omega t \int_{-L}^x \sin \left(\frac{x\pi}{L} \right) dx + \\ &+ \frac{\delta \pi Q_m^2}{\rho L S_0^2} \sin \omega t \int_{-L}^x \cos \left(\frac{x\pi}{L} \right) dx = \\ &= \frac{\delta \omega^2 L \rho}{\pi} \sin \omega t \left[x + \frac{L}{\pi} \sin \frac{x\pi}{L} \right]_{-L}^x + \frac{2\delta \omega Q_m}{S_0} \cos \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \left(-\cos \left(\frac{x\pi}{L} \right) \right)_{-L}^x + \frac{\delta \pi Q_m^2}{\rho L S_0^2} \sin \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \sin \left(\frac{x\pi}{L} \right)_{-L}^x = \\ &= \frac{\delta \omega^2 L \rho}{\pi} \sin \omega t \left[x - (-L) + \frac{L}{\pi} \left(\sin \frac{x\pi}{L} - \sin(-\pi) \right) \right] + \frac{2\delta \omega Q_m}{S_0} \cos \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \left[\cos(-\pi) - \cos \left(\frac{x\pi}{L} \right) \right] + \\ &+ \frac{\delta \pi Q_m^2}{\rho L S_0^2} \sin \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \left[\sin \left(\frac{x\pi}{L} \right) - \sin(-\pi) \right] = \\ &= \frac{\delta \omega^2 L \rho}{\pi} \sin \omega t \left[x + L + \frac{L}{\pi} \sin \frac{x\pi}{L} \right] + \frac{2\delta \omega Q_m}{S_0} \cos \omega t \cdot \frac{L}{\pi} \left[-1 - \cos \left(\frac{x\pi}{L} \right) \right] + \frac{\delta Q_m^2}{\rho S_0^2} \sin \omega t \cdot \sin \left(\frac{x\pi}{L} \right). \end{aligned}$$

Находим давления в интересующих точках.

$$p(-L, t) = p(x_0, t) = p_0.$$

$$\begin{aligned} p(0, t) &= p_0 + \frac{\delta\omega^2 L \rho}{\pi} \sin \omega t \left[L + \frac{L}{\pi} \sin 0 \right] - \frac{2\delta\omega Q_m L}{S_0 \pi} \cos \omega t \cdot [1 + 1] + \frac{\delta Q_m^2}{\rho S_0^2} \sin \omega t \cdot \sin 0 = \\ &= p_0 + \frac{\delta\omega^2 L^2 \rho}{\pi} \sin \omega t - \frac{4\delta\omega L}{S_0 \pi} Q_m \cos \omega t. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p(L, t) &= p_0 + \frac{\delta\omega^2 L \rho}{\pi} \sin \omega t \left[2L + \frac{L}{\pi} \sin \pi \right] - \frac{2\delta\omega L}{S_0 \pi} Q_m \cos \omega t \cdot [1 + (-1)] + \frac{\delta Q_m^2}{\rho S_0^2} \sin \omega t \cdot \sin \pi = \\ &= p_0 + 2 \frac{\delta\omega^2 L^2 \rho}{\pi} \sin \omega t. \end{aligned}$$

Находим левую разность давлений.

$$\begin{aligned} \Delta p_L &= p(0, t) - p(-L, t) = p_0 + \frac{\delta\omega^2 L^2 \rho}{\pi} \sin \omega t - \frac{4\delta\omega L}{S_0 \pi} Q_m \cos \omega t - p_0 = \\ &= \frac{\delta\omega^2 L^2 \rho}{\pi} \sin \omega t - Q_m \frac{4\delta\omega L}{S_0 \pi} \cos \omega t. \end{aligned}$$

Находим правую разность давлений

$$\begin{aligned} \Delta p_R(t) &= p(L, t) - p(0, t) = p_0 + 2 \frac{\delta\omega^2 L^2 \rho}{\pi} \sin \omega t - p_0 - \frac{\delta\omega^2 L^2 \rho}{\pi} \sin \omega t + \frac{4\delta\omega L}{S_0 \pi} Q_m \cos \omega t = \\ &= \rho \frac{\delta\omega^2 L^2}{\pi} \sin \omega t + Q_m \frac{4\delta\omega L}{S_0 \pi} \cos \omega t. \end{aligned} \quad (5')$$

Суммарный перепад на двух участках

$$\Delta p(t) = p(L, t) - p(-L, t) = 2\rho \frac{\delta\omega^2 L^2}{\pi} \sin \omega t.$$

Разность перепадов

$$\Delta p_R(t) - \Delta p_L(t) = 8Q_m \frac{\delta\omega L}{S_0 \pi} \cos \omega t.$$

Сравним полученные результаты с источником [7]:

$$\Delta p_L(t) = p(0, t) - p(-L, t) = \rho \frac{\delta\omega^2 L^2}{\pi} \sin(\omega t) - 4Q_0 \frac{\delta\omega L}{\pi S_0} \cos(\omega t);$$

$$\Delta p_R(t) = p(+L, t) - p(0, t) = \rho \frac{\delta\omega^2 L^2}{\pi} \sin(\omega t) + 4Q_0 \frac{\delta\omega L}{\pi S_0} \cos(\omega t);$$

$$\Delta p(t) = p(+L, t) - p(-L, t) = 2\rho \frac{\delta\omega^2 L^2}{\pi} \sin(\omega t). \quad (5)$$

Здесь видим полное совпадение с исходными формулами в [7]. В данном случае получаем, что амплитуда суммарного перепада, синфазного с $\sin \omega t$, пропорциональна плотности жидкости и квадрату длины L , а амплитуда разности перепадов ортогональна к суммарному перепаду, пропорциональна массовому расходу и длине L .

Таким образом, мы проследили за выводом всех формул и получили их, вслед за авторами работы [7]. Мы нашли в тексте статьи две неточности – одна малозначительная, а другая более существенная. Изучили природу сделанных допущений о малости перемещений стенки и необходимом

минимальном расходе жидкости. Несмотря на обнаруженные неточности, вывод о применимости данного физического принципа для целей измерения массового расхода и плотности жидкости полностью подтверждается.

Рассмотренный физический принцип открывает возможности построения массового расходомера, обладающего некоторыми преимуществами по сравнению с существующими и известными на сегодняшний день системами. В первую очередь, это преимущество весьма малого гидравлического сопротивления расходомера, обусловленного возможностью построения расходомера с достаточно большим диаметром проточного тракта. Несмотря на наличие пульсаций давления, заложенных в физическом принципе, величина этих пульсаций может быть многократно меньше гидравлической потери давления, характерной для расходомеров некоторых известных типов. Особенно сильно это преимущество будет проявляться в задачах, связанных с измерением потоков на трубопроводах с большими расходами, для диаметров от 100 мм и выше. Другим возможным преимуществом является возможное снижение стоимости расходомера, в сравнении с расходомерами некоторых известных типов. Это преимущество, предположительно, также будет наиболее сильно проявляться в задачах, связанных с измерением больших расходов, например на магистральных трубопроводах.

Часть из представленных результатов получена при поддержке грантом Президента Российской Федерации в рамках проекта НШ-2493.2020.8.

Заключение

1. Полученная связь между массовым расходом жидкости, её плотностью и перепадом давления на участках деформируемого трубопровода является линейной только в первом приближении.

2. Обнаружена существенная ошибка в одной из формул. Ограничения по минимально допустимому расходу, обусловленные требованиями линеаризации, являются намного более слабыми, чем это указано в статье [7].

3. Для уменьшения нелинейных искажений преобразования расхода и плотности целесообразно уменьшать величину относительной деформации сечения δ и частоту колебаний ω .

4. Теоретически подтверждаются выводы авторов [7] о возможности полезного использования открытого ими эффекта.

5. Приведены возможные преимущества расходомера, использующего описанный физический принцип.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кремлёвский П. П. Расходомеры и счётчики количества : Справочник. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1989. – 701 с.

2. Князев Д. С., Гудков К. В. Анализ расходомеров в системах контроля массового расхода жидкости // Современные информационные технологии. – 2017. – №25. – С. 26–29.

3. Миронова А. Л., Гончарова Н. И. Анализ технических характеристик и выбор расходомера для установки измерения и учёта расхода сжиженного газа УИЖГЭ 50 // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2012. – Т. 15, №15. – С. 121–122.

4. ГОСТ Р 8.615-2005. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения количества извлекаемой из недр нефти и нефтяного газа. Общие метрологические и технические требования. – Москва: Стандартинформ, 2006. – 20 с.

5. Жилияев О. В. Способы измерения массового расхода сырой нефти// Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 60-летию высшего нефтегазового образования в Республике Татарстан. Альметьевский государственный нефтяной институт. – Альметьевск: Альметьевский государственный нефтяной институт. – 2016. – С. 372–377.

6. Даев Ж. А. Эволюция кориолисовых расходомеров// *Машиностроение: сетевой электронный научный журнал*. – 2016. – Т. 4, №3. – С. 33–39.
7. Майоров Е. В., Онищук В. А. Об инерционном способе одновременного измерения массового расхода жидкости и её плотности // *Прикладная физика*. – 2005. – №6. – С. 18.
8. Лойцянский Л. Г. *Механика жидкости и газа* : учебник для вузов. – 7-е изд., испр. – М. : Дрофа, 2003.

REFERENCIES

1. Kremlevsky P.P. *Raskhodometry i schetchiki kolichestva: Spravochnik* [Flowmeters and quantity counters: Reference book. 4th ed., reprint. and additional]. 4-e izd., pererab. i dop. L., *Mashinostroenie* [Mechanical engineering]. *Leningr. otd-nie*, 1989. 701 p.
2. Knyazev D. S., Gudkov K. V. *Analiz raskhodomerov v sistemah kontrolya massovogo raskhoda zhidkosti* [Analysis of flowmeters in control systems of mass flow rate of liquid]. *Sovremennye informatsionnie tehnologii* [Modern information technologies]. 2017, No. 25, pp. 26–29.
3. Mironova A. L., Goncharova N. I. *Analiz tehniceskikh harakteristik i vibor raskhodomera dlya ustanovki izmereniya i ucheta raskhoda szhizhennogo gaza UIZhGE 50*. [Analysis of technical characteristics and selection of a flow meter for the installation of measuring and accounting for the flow of liquefied gas UIZHGE 50]. *Fundamentalnie i prikladnie problemi tehniki i tehnologii* [Fundamental and applied problems of engineering and technology]. 2012, Vol. 15. No. 15, pp. 121–122.
4. GOST R 8.615-2005. *Gosudarstvennaya sistema obespecheniya yedinstva izmereniy. Izmereniya kolichestva izvlekaemoy iz nedr nefti i neftyanogo gaza. Obshchie metrologicheskie i tehniceskije trebovaniya* [State system for ensuring the uniformity of measurements. Measurement of the amount of oil and petroleum gas extracted from the subsurface. General metrological and technical requirements]. Moscow, Standartinform, 2006, 20 p.
5. Zhilyaev O. V. *Sposoby izmereniya massovogo raskhoda syroy nefti. V sbornike: Dostizheniya, problemy i perspektivy razvitiya neftegazovoy otrasli. Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyaschennoy 60-letiyu visshogo neftegazovogo obrazovaniya v Respublike Tatarstan*. [Methods of measuring the mass flow rate of crude oil// Achievements, problems and prospects of development of the oil and gas industry: materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 60th anniversary of higher Oil and gas Education in the Republic of Tatarstan. Almet'yevsk State Oil Institute]. Almet'yevsk, *Almet'yevskiy gosudarstvenniy neftyanoy institute* [Almet'yevsk State Oil Institute]. 2016, pp. 372–377.
6. Daev Zh. A. *Evolyutsia koriolisovih raskhodomerov* [Evolution of coriolis flowmeters]. *Mashinostroenie: setevoy elekttronniy nauchniy zhurnal* [Mashinostroenie: networked electronic scientific journal]. 2016, Vol. 4, No. 3, pp 33–39.
7. Mayorov E. V., Onishchuk V. A. *Ob inertsiionnom sposobe odnovremennogo izmereniya massovogo raskhoda zhidkosti i ee plotnosti* [On the inertial method of simultaneous measurement of the mass flow rate of a liquid and its density]. «*Prikladnaya fizika*». 2005, No. 6, p. 18.
8. Loitsyansky L. G. *Mehanika zhidkosti i gaza: Uchebnik dlya vuzov* [Mechanics of liquid and gas : textbook for universities]. 7th ed., ispr. Moscow, *Drofa*, 2003.

•••••

Жиляев Олег Валентинович, аспирант кафедры «Тепловая и топливная энергетика» Ульяновского государственного технического университета. Окончил факультет «Специальное машиностроение» Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Преподаватель Казанского научно-исследовательского технологического университета. Имеет статьи и изобретения в области измерения и учёта жидкости [e-mail: oleg_zhilyaev@rambler.ru].

Ковальногов Владислав Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Тепловая и топливная энергетика» УлГТУ. Окончил Казанский государственный университет им. В. И. Ульянова-Ленина. Имеет статьи, монографии, изобретения и научные работы в области математического моделирования, исследования и оптимизации тепловых и гидрогазодинамических процессов в приложениях к проблемам создания энергетического оборудования и теплотехники, транспортной энергетики и энергомашиностроения [e-mail: kvn@ulstu.ru].

Поступила 12.12.2020 г.

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Подчеркивается важность беспилотных транспортных технологий. Применительно к технологии беспилотного автотранспортного средства (БАС) предложена система его функционирования в виде подсистем «система управления БАС (СУБАС)», «система БАС (СБАС)», «инфраструктура БАС (ИБАС)», «среда БАС (СРБАС)». Рассмотрена сущность данных подсистем.

Ключевые слова: беспилотное транспортное средство, система, функционирование, инфраструктура.

В Российской Федерации решением Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 24 июня 2016 г., протокол №3 в рамках плана мероприятий Национальной технологической инициативы по направлению «Автонет» запланирована реализация ряда проектов, направленных на развитие инфраструктуры для беспилотных автотранспортных средств, в том числе создание полигона для комплексных испытаний автомобилей с системами помощи водителю и беспилотных автомобилей, создание на территории РФ высокоскоростных автотранспортных коридоров для беспилотных транспортных средств.

В РФ направление разработок систем беспилотного управления движением транспортных средств развивается менее успешно, однако значительный задел имеют ряд компаний: Яндекс, Cognitive technologies, ФГУП НАМИ, ПАО «КамАЗ», Avroga robotics и др. [1].

Традиционно специфические особенности и проблемы дорожного движения обусловлены, прежде всего, системой «водитель – автомобиль – дорога – среда движения» (ВАДС). В структуре системы можно выделить механическую подсистему АД – «автомобиль–дорога» и биомеханические подсистемы ВА – «водитель – автомобиль» и ВД – «водитель – дорога», а также подсистемы СВ, СА, СД. В данной интерпретации термин «среда» охватывает пешеходов, а также погодноклиматические факторы (метеорологическую видимость, осадки, ветер, температуру воздуха). Среда оказывает воздействие на водителя, автомобиль и дорогу в процессе их взаимодействия.

Применительно к технологии беспилотного автотранспортного средства (БАС) систему ВАДС можно преобразовать в «систему функционирования БАС (СФБАС)», состоящую из подсистем «система управления БАС (СУБАС)», «система БАС (СБАС)», «инфраструктура БАС (ИБАС)», «среда БАС (СРБАС)» [2].

СУБАС – это алгоритмы функционирования беспилотных автомобилей, основанные на Байесовском методе синхронной локализации и создания карт (SLAM). Суть действия этих алгоритмов заключается в совмещении данных с карт и датчиков автомобиля. Так, SLAM и метод нахождения и отслеживания передвигающихся объектов (DATMO) были созданы и сегодня применяются компанией Google [3].

Ряд систем опирается на так называемые инфраструктурные системы [4], встроенные на самой дороге либо около неё. Однако новейшие технологии позволяют симулировать человеческое присутствие во время принятия решений о скорости и рулении, благодаря наличию целого комплекса сенсоров, камер, систем спутниковой навигации и т. д.

Как правило, устанавливаются следующие датчики: система стереозрения, дальномер оптического распознавания, гиростабилизатор, система глобального позиционирования (например, Глонасс или GPS), а в некоторых случаях даже нейросети и машинное зрение.

СБАС состоит из механической и аппаратно-электронной частей.

Механическая часть включает шасси, кузов, двигатель (внутреннего сгорания, электропривод).

Аппаратная часть БА состоит из различных типов сенсоров [5]. Внутри автомобиля располагаются камеры переднего и заднего обзора, по изображению с которых происходит распознавание

автомобилей, пешеходов, дорожных знаков и разметки, а также границ проезжей части. На крыше автомобиля, как правило, устанавливаются лазерные излучатели (ЛИДАРЫ), которые сканируют окружающее пространство. На основе информации об отражениях лучей составляется трёхмерная карта, с помощью которой вычисляются точные расстояния до тех или иных объектов вокруг машины. Машина также оборудована датчиками, определяющими её местоположение, скорость и направление движения. Это приёмники GPS/GLONASS, блок инерциальных измерителей и сенсоры, измеряющие одометрические данные машины, например, скорость вращения отдельных колёс.

Важным требованием, связанным с развитием технологий ИБАС, является их способность эффективно и безопасно взаимодействовать с окружающей инфраструктурой в различных дорожных ситуациях (например, взаимодействие с различными типами пользователей, неожиданными препятствиями) вне зависимости от внешних условий (например, плохих погодных условий или плохой видимости).

Необходимо развитие технологий беспроводной передачи данных для обеспечения максимально быстрого (мгновенного) обмена информацией БА с автомобилями разной степени автономности между собой и с объектами инфраструктуры. Следует отметить, что на территории Российской Федерации отсутствуют стандарты на подобные системы связи.

Задачами своевременного и эффективного развития ИБАС в Российской Федерации являются [6]:

- обеспечение доступности и качества автотранспортных услуг для всех слоёв населения в соответствии с транспортными стандартами;
- обеспечение ценовой доступности автотранспортных услуг для всех слоёв населения в соответствии с социальными транспортными стандартами, в том числе за счёт эффективной гибкой государственной тарифной политики;
- существенное снижение аварийности, рисков и угроз безопасности на автомобильном транспорте;
- значительное уменьшение вредного воздействия транспорта на окружающую среду;
- снижение потерь, связанных с транспортными заторами в городах и на подходах к ним;
- уменьшение уровня энергоёмкости автомобильного и городского электрического транспорта.

Несмотря на то, что автономный подход предполагает машинное обучение по преодолению недостатков существующей инфраструкту-

ры, определённые пробелы в инфраструктуре создают серьёзные препятствия для применения такой технологии. Целесообразно применение механизмов государственно-частного партнёрства или приватизация государственных участков или объектов дорожной инфраструктуры, которые потребуют модернизации, в том числе оснащения необходимым оборудованием сервиса безопасности (автомобиль – инфраструктура) и адаптации дорожного полотна, разметки, знаков и парковочных мест для эксплуатации транспортных средств различного уровня автономности.

Вслед за закреплением обязанности оснащать на территории Европейского союза все транспортные средства современными системами помощи водителю, такими, как АЕBS (правила Европейского союза 347/2012, 2015/562) и LDW (правило Европейского союза 351/2012), ужесточение требований по безопасности закономерно потребует обеспечения возможности взаимодействия со светофорами, дорожными знаками, другими участниками движения для получения новой и дополнительной информации.

Приоритетное значение имеет создание «умной» инфраструктуры (или «разумного» города) на основе телематических и интеллектуальных транспортных систем [7, 8].

Основными направлениями стимулирования развития инфраструктуры для беспилотного транспорта и «разумного» города являются:

- создание интеллектуальных транспортных систем для мониторинга и управления функционированием автомобильного и городского электрического транспорта;
- разработка модели информационного взаимодействия транспортных средств, объектов инфраструктуры и пользователей автомобильного и городского электрического транспорта;
- разработка требований к государственным информационным системам, а также к информационным системам, входящим в состав объектов концессионных соглашений, при функционировании которых предполагается использование навигационной информации, обеспечивающих использование составных частей государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» в создаваемых информационных системах;
- разработка типовых моделей и выработка требований (рекомендаций) к оснащению транспортных средств и инфраструктуры информационно-телекоммуникационными средствами автомобильного и городского электрического транспорта для различных территорий, принятие соответствующих нормативных (рекомендательных)

документов, в том числе по порядку и срокам оснащения;

- разработка и внедрение интеллектуальных транспортных систем, в том числе обслуживающих интермодальные перевозки, с использованием глобальной навигационной системы ГЛОНАСС и современных диспетчерских и логистических технологий.

Вероятно, даже самые развитые системы управления трафиком переживут глобальную модернизацию, после того как беспилотники вытеснят с дорог традиционные автомобили, и мы увидим новый мир без светофоров, дорожных камер и «лежачих полицейских». Однако в ближайшее время полный переход на беспилотные автомобили маловероятен. А вот рост числа «разумных» городов – это вполне реальная перспектива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев С. И., Елифанов В. В. Система функционирования беспилотного автотранспортного средства // Вестник УлГТУ. – 2019. – №4. – С. 43–46.

2. Робототехника Инженерно-технические кадры инновационной России [Электронный ресурс] URL: <http://russianrobotics.ru/>.

3. Шадрин С. С. Методология создания систем управления движением автономных колёсных транспортных средств, интегрированных в интеллектуальную транспортную среду: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Москва, 2017. – 34 с.

4. Autonomous car development company Waymo [Электронный ресурс] URL: <https://waymo.com>, доступ свободный.

5. ГИЦ РФ ФГУП «НАМИ» [Электронный ресурс] URL: <http://nami.ru/>

6. Зезюлин Д. В., Тюгин Д. Ю., Тумасов А. В., Грошев А. М., Беляков В. В., Порубов Д. М., Филатов В. И., Береснев П. О. Разработка системы беспилотного управления движением транспортного средства с электроприводом // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2018. – №1 (120). – С. 165–174.

7. Комаров В. В., Гараган С. А. Архитектура и стандартизация телематических и интеллектуальных транспортных систем. Зарубежный опыт и отечественная практика. – Москва: НТБ «Энергия», 2012. – 158 с.

8. ГОСТ Р 56294-2014 Интеллектуальные транспортные системы. Требования к функциональной и физической архитектурам интеллектуальных транспортных систем.

REFERENCES

1. Gusev S. I., Epifanov V. V. *Sistema funkcionirovaniya bespilotnogo avtotransportnogo sredstva* [System of functioning of an unmanned

autotransport vehicle]. *Vestnik UIGTU* [Bulletin of UIGTU]. 2019, no. 4, pp. 43–46.

2. *Robototekhnika Inzhenerno-tekhnicheskie kadry innovacionnoj Rossii* [Robotics engineering and technical personnel of innovative Russia] *Elektronnyj resurs* [Electronic resource] URL: <http://russianrobotics.ru/>.

3. Shadrin S. S. *Metodologiya sozdaniya sistem upravleniya dvizheniem avtonomnyh kolesnyh transportnyh sredstv, integrirovannyh v intellektual'nyu transportnyu sredu: avtoref. diss. ... d-ra tekhnich. nauk* [Methodology for creating motion control systems for Autonomous wheeled vehicles integrated into an intelligent transport environment: autoref. Diss. ... doctor of technical sciences]. Moscow, 2017, 34 p.

4. Autonomous car development company Waymo *Elektronnyj resurs* [Electronic resource] URL: <https://waymo.com>, access is free.

5. SSC RF FSUE «NAMI» *Elektronnyj resurs* [Electronic resource] URL: <http://nami.ru/>

6. Zezyulin D. V., Tyugin D. Yu., Tumasov A.V., Groshev a.m., Belyakov V. V., Porubov D. M., Filatov V. I., Beresnev P. O. *Razrabotka sistemy bespilotnogo upravleniya dvizheniem transportnogo sredstva s elektroprivodom* [Development of an unmanned vehicle traffic control system with an electric drive]. *Trudy NGTU im. R. E. Alekseeva* [Proceedings of NSTU named after R. E. Alekseev]. 2018, no. 1 (120), pp. 165–174.

7. Komarov V. V., Garagan S. A. *Arhitektura i standartizaciya telematicheskikh i intellektual'nyh transportnyh sistem. Zarubezhnyj opyt i otechestvennaya praktika* [Architecture and standardization of telematics and intelligent transport systems. Foreign experience and domestic practice]. Moscow, NTB Energia, 2012, 158 p.

8. *GOST R 56294-2014 Intellektual'nye transportnye sistemy. Trebovaniya k funkcional'noj i fizicheskoj arhitekturam intellektual'nyh transportnyh sistem* [GOST R 56294-2014 Intelligent transport systems. Requirements for functional and physical architectures of intelligent transport systems].

.....

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

Поступила 23.09.2020 г.

У. П. ЗЫРЯНОВА, В. С. ГУСАРОВА

О ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СХЕМЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Преобразования в законодательном плане и в управленческой сфере относительно деятельности по обращению с отходами отражаются на результатах деятельности государственных органов управления, предприятий отходоперерабатывающей сферы, показателях эффективности государственного управления, эффективности внедрения отдельного сбора отходов и утилизации на региональном уровне. Решение проблем в обращении с отходами осуществляется с учётом региональных особенностей и возможно только при совместном участии трёх секторов общества: органов власти, бизнес-структур и населения.

Ключевые слова: отходы; территориальная схема обращения с отходами; твёрдые коммунальные отходы, отдельный сбор; утилизация.

В Ульяновской области, как и во всех субъектах РФ, с 01.01.2019 произошёл переход на новую систему обращения с твёрдыми коммунальными отходами (далее – ТКО) в соответствии с положениями статей 24.6-24.13 Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [6].

Согласно решениям, которые приняты Правительством РФ, уже практически во всех регионах РФ разработаны территориальные схемы обращения с отходами и региональные программы обращения с отходами, согласно которым регионы выбирают региональных операторов по обращению с отходами. Однако изменения в законодательстве и принятие новых нормативных документов, направленные на совершенствование системы обращения с отходами, требуют внесения корректировок в уже утверждённые территориальные схемы регионов [1].

Первая территориальная схема обращения с отходами в Ульяновской области была разработана в 2016 году (Приказ Министерства промышленности, строительства, жилищно-коммунального комплекса и транспорта Ульяновской области от 26 сентября 2016 г. №28-од «Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами, в том числе с твёрдыми коммунальными отходами на территории Ульяновской области»). Однако в связи с многочисленными жалобами, по решению Ульяновского областного суда от 02.07.2017 территориальная схема была отправлена на корректировку [7].

Второй вариант Схемы был утверждён приказом Министерства промышленности, строительства, жилищно-коммунального комплекса и транспорта Ульяновской области от 28.12.2017 № 50-од с учётом поправок по структуре Схемы, нормативам образования отходов [3], распределению территории по зонам региональных операторов, порядка накопления (в том числе отдельного накопления) ТКО [4], правил работы региональных операторов [2].

В связи с утверждением в конце 2018 года постановления Правительством РФ [1], а также с учётом изменений, внесённых в ходе общественных обсуждений с представителями контрольно-надзорных органов власти, бизнес-структурами и общественными организациями, в 2019 году была утверждена новая Территориальная схема [5], в которую помимо основных корректировок по статистическим данным и организационным вопросам были добавлены данные, касающиеся биологических отходов.

Проблемы при составлении и корректировке Территориальной схемы, как отмечают её составители, связаны, прежде всего, со сложностью формирования базы данных статистических показателей, которые формируются на основе отчётов по форме 2-ТП (Отходы), которые сводятся в общую итоговую таблицу (Таблица 1).

Как отмечено в Территориальной схеме, данные статистической отчётности не отражают реальной ситуации по образованию ТКО. По форме 2-ТП (отходы) отчитываются только юридические лица, в статистическую отчётность не включаются отходы, поступившие на несанкционированные объекты размещения отходов, не всё население Ульяновской области охвачено

Статистические данные по обращению с отходами I–V классов опасности на территории Ульяновской области, тонн в год [5]

Вид деятельности	Среднегодовое значение (2016–2018 гг.)
Образование отходов, в т.ч. наличие на начало отчётного года, и поступление из других организаций	5192533,975
Обработано отходов	11 738,236
Утилизировано отходов всего, в т.ч.:	179 239,491
-для повторного применения (рециклинг)	54 593,524
-предварительно прошедших обработку	32 536,044
Обезвреживание отходов всего, в т.ч.:	108 395,450
предварительно прошедших обработку	85,146
Передача отходов другим организациям для:	
- обработки	18 693,748
- обезвреживания	3 890 796,978
- утилизации	50 639,011
- хранения	7 367,177
- захоронения	319 353,794
Размещение отходов на собственных объектах, в т.ч.:	
- хранение	74 387,108
- захоронение	438 829,283
Наличие в организации на конец отчётного года	199 219,960

системой централизованного удаления ТКО из мест накопления. Кроме того, в отчёте 2-ТП (отходы) происходит двойной учёт образования, утилизации и обработки, обезвреживания, размещения отходов, что связано с набором столбцов таблицы отчётности [8]. Дублируется часть информации, т. к. у ряда организаций есть свои объекты обработки, утилизации, обезвреживания, размещения отходов, на которых указанные организации обращаются только со своими собственными отходами, не оказывают услуг по обращению с отходами другим собственникам отходов.

В соответствии с Порядком накопления (в том числе раздельного накопления) ТКО на территории Ульяновской области [4], накопление ТКО может осуществляться путём их раздельного складирования по видам отходов, группам отходов, группам однородных отходов (раздельное накопление), но Порядком не предусмотрено требований по сортировке отходов на определённые виды отходов. Тем не менее, в нормативном документе установлен запрет на складирование в контейнерах горящих, раскалённых или горячих отходов, крупногабаритных отходов, снега и льда, осветительных приборов и электрических ламп, содержащих ртуть, батарей и аккумуляторов, медицинских отходов и т. д. Однако требования по сбору данных отходов отсутствуют в Порядке накопления [4].

В Территориальной схеме обращения с отходами Ульяновской области [5] в перспективе предусмотрен переход на двухконтейнерную систему раздельного сбора отходов с разделением отходов на стадии накопления на две составляющие: полезные вторичные компоненты, пригодные для повторного использования (полимерные отходы, бумага, металл, стекло и пр.) и прочие отходы (пищевые и растительные отходы, смет от уборки дворовой территории). Поскольку в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 25 июля 2017 г. № 1589-р вводится запрет на захоронение на полигонах ТКО отходов, представляющих ценное вторичное сырьё, то в территориальной схеме необходимо чётко обозначить схему накопления, сбора, транспортировки и дальнейшей утилизации данных видов отходов с учётом того, что схема разработана на 10 лет.

Неполная информация в нормативных документах усложняет решение задачи развития инфраструктуры по раздельному сбору, утилизации (использованию) и обезвреживанию отходов, озвученной в «Комплексной стратегии обращения с ТКО в РФ», утверждённой приказом Минприроды России от 14.08.2013 № 298.

Полномочия по разработке и утверждению Территориальной схемы в Ульяновской области

в соответствии с постановлением Правительства Ульяновской области № 15/367-П от 15.07.2020 были переданы от Министерства природных ресурсов и циклической экономики Ульяновской области [7] Министерству энергетики, жилищно-коммунального комплекса и городской среды Ульяновской области с 01.08.2020. Поэтому в ближайшее время возможно будут внесены дополнительные изменения в действующие нормативные документы, лежащие в основе разработки Территориальной схемы Ульяновской области.

На основании проведённого анализа территориальной схемы обращения с отходами Ульяновской области можно сделать следующие выводы:

- требуется уточнение и разъяснение в нормативных документах на региональном уровне по разделному сбору опасных отходов, запрещённых к захоронению на полигонах ТБО;

- в территориальной схеме обращения с отходами необходимо внести ясность с группами отходов в перспективной двухконтейнерной системе разделного сбора отходов: какие отходы предполагается собирать в один контейнер и в другой;

- в территориальной схеме следует предусмотреть в перспективе в группе опасных и особо опасных отходов отдельный сбор не только ртутных отработанных ламп, но и остальных отходов, запрещённых к размещению в соответствии с Порядком накопления [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 22.09.2018 №1130 «О разработке, общественном обсуждении, утверждении, корректировке территориальных схем в области обращения с отходами производства и потребления, в том числе с твёрдыми коммунальными отходами, а также о требованиях к составу и содержанию таких схем».

2. Постановление Правительства Ульяновской области от 13.02.2017 №73-П «Об утверждении Правил осуществления деятельности

регионального оператора по обращению с твёрдыми коммунальными отходами на территории Ульяновской области».

3. Приказ Министерства развития конкуренции и экономики Ульяновской области от 29.06.2017 №06-77 «Об утверждении нормативов накопления твёрдых коммунальных отходов на территории Ульяновской области».

4. Постановление Правительства Ульяновской области от 03.03.2017 №91-П «Об утверждении Порядка накопления (в том числе разделного накопления) твёрдых коммунальных отходов на территории Ульяновской области».

5. Приказ Министерства природы и циклической экономики Ульяновской области от 14.11.2019 №55 «Об утверждении Территориальной схемы обращения с отходами Ульяновской области».

6. Давыдова О. А., Зырянова У. П., Гусарова В. С. Распределение полномочий в органах власти в сфере обращения с отходами в Ульяновской области // Вузовская наука в современных условиях: сборник материалов 53-й научно-технической конференции (28 января – 2 февраля 2019 года). В 3 ч. Ч. 3. – Ульяновск: УлГТУ, 2019. – С. 36–39. <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2017/593.pdf>.

7. Зырянова У. П., Гусарова В. С., Орлов А. А. Особенности тарифного регулирования услуг регионального оператора по обращению с твёрдыми коммунальными отходами в Ульяновской области // Актуальные проблемы технической безопасности: материалы I Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных, преподавателей / под ред. В.С. Гусаровой. – Ульяновск: УлГТУ, 2019. – С. 21–27. <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2017/593.pdf>.

REFERENCES

1. *Postanovlenie Pravitelstva RF ot 22.09.2018 №1130 «O razrabotke, obshestvennom obsuzhdenii, utverzhenii, korrektilrovke territorialnyh skhem v oblasti obrashcheniya s othodami proizvodstva i*

О. С. ШТУРМИНА, В. В. КОЛОКОЛОВА

**ДИАГНОСТИКА РИСКА БАНКРОТСТВА (НА ПРИМЕРЕ
ПАО «АЭРОФЛОТ»)**

Анализ диагностики банкротства является важнейшим условием успешного управления компанией, так как результаты экономической деятельности зависят от наличия и эффективности использования финансовых ресурсов. Изучение института банкротства является необходимым для качественного ведения бизнеса.

Ключевые слова: банкротство, несостоятельность, вероятность кризисной ситуации, оценка, пятифакторная модель, отечественная модель.

В условиях рынка любое предприятие может оказаться банкротом, однако умелая экономическая стратегия, рациональная политика в области финансов, инвестиций, цен и маркетинга позволяют предприятию избежать этого и сохранять в течение многих лет деловую активность, прибыльность и высокую репутацию надёжного партнёра и производителя качественной продукции или качественных услуг.

ПАО «Аэрофлот» является лидером гражданской авиации в России. Основное направление деятельности Группы «Аэрофлот» – это пассажирские авиаперевозки. По итогам 2017 года корпорация заняла более 40% российского рынка авиаперевозок по пассажиропотоку. В настоящее время ПАО «Аэрофлот» делает особую ставку на новые информационные технологии как мощное средство повышения качества обслуживания клиентов. Учредителем ПАО «Аэрофлот» является Правительство РФ, оно владеет 51,17% акций ПАО «Аэрофлот», около 41% принадлежат юридическим и физическим лицам, в том числе сотрудникам компании [2].

Для прогноза возможного банкротства ПАО «Аэрофлот» используем зарубежную пятифакторную модель Э. Альтмана и отечественную модель О. П. Зайцевой.

Исходные данные, необходимые для диагностики вероятности банкротства по пятифакторной модели для ПАО «Аэрофлот», представим в таблице 1.

Определим вероятность банкротства ПАО

«Аэрофлот» с помощью пятифакторной модели:

$$Z_{2017} = 1,2*0,73 + 1,2*0,42 + 3,3*0,19 + 0,6*0,74 + 2,42 = 4,87,$$

$$Z_{2018} = 1,2*0,61 + 1,2*0,38 + 3,3*0,02 + 0,6*0,54 + 2,94 = 4,52,$$

$$Z_{2019} = 1,2*0,63 + 1,2*0,34 + 3,3*0,01 + 0,6*0,54 + 2,77 = 4,29.$$

На основании пятифакторной модели Э. Альтмана, можно заключить, что компания ПАО «Аэрофлот» является финансово устойчивой. Однако, как можно заметить, наблюдается тенденция к снижению показателя Z , что не может не насторожить.

Далее необходимо провести оценку вероятности банкротства посредством российской методики, разработанной О.П. Зайцевой. Исходные данные для расчёта представим в таблице 2.

На основании полученных результатов рассчитаем фактический показатель вероятности банкротства ПАО «Аэрофлот»:

$$K_{\text{факт}2017} = 0,25*0,45 + 0,1*0,89 + 0,2*2,72 + 0,25*0,08 + 0,1*1,34 + 0,1*0,41 = 0,94$$

$$K_{\text{факт}2018} = 0,25*0,07 + 0,1*1,14 + 0,2*9,42 + 0,25*0,01 + 0,1*1,85 + 0,1*0,34 = 2,24$$

$$K_{\text{факт}2019} = 0,25*0,03 + 0,1*0,2 + 0,2*13,45 + 0,25*0 + 0,1*1,85 + 0,1*0,36 = 3,01$$

Нормативным значением данного показателя является значение в пределах 1,57–1,59. В случае, когда фактическое значение больше нормативного, то у предприятия достаточно большой риск банкротства. Из этого следует, что в 2018–2019 гг. у ПАО «Аэрофлот» высокий риск банкротства. Полученные результаты в динамике представим на рисунке 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчёта пятифакторной модели

Показатель	2017	2018	2019
Оборотные активы, тыс. руб.	134 616 278	105 434 016	124 624 352
Сумма активов, тыс. руб.	184 506 224	171 651 899	198 931 740
Нераспределённая прибыль, тыс. руб.	77 271 364	65 848 670	68 284 001
Операционная прибыль (прибыль до НО), тыс. руб.	35 224 139	4 082 708	2 317 013
Задолженность	105 784 639	111 395 721	129 205 508
Рыночная стоимости акций (акционерный капитал), тыс. руб.	78 721 585	60 256 178	69 726 232
Выручка, тыс. руб.	446 649 442	504 696 789	551 767 420
X1 (соотношение оборотного капитала и суммы активов)	0,73	0,61	0,63
X2 (соотношение нераспределённой прибыли и суммы активов)	0,42	0,38	0,34
X3 (соотношение операционной прибыли и суммы активов)	0,19	0,02	0,01
X4 (соотношение рыночной стоимости акций и задолженности)	0,74	0,54	0,54
X5 (соотношение выручки и суммы активов)	2,42	2,94	2,77

Таблица 2

Исходные данные для диагностики банкротства ПАО «Аэрофлот» по методике О. П. Зайцевой

Показатель	2017	2018	2019
$K_{уп}$	0,45	0,07	0,03
K_z	0,89	1,14	0,92
K_c	2,72	9,42	13,45
$K_{ур}$	0,08	0,01	0
$K_{фр}$	1,34	1,85	1,85
$K_{зар}$	0,41	0,34	0,36

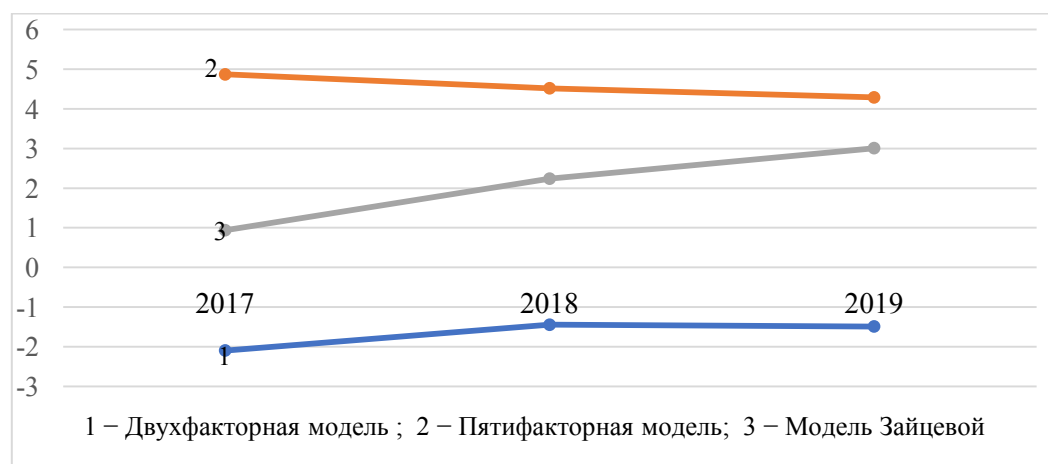


Рис. 1. Динамика показателей вероятности банкротства ПАО «Аэрофлот»

Проведённый анализ показал, что ПАО «Аэрофлот» имеет тенденцию к снижению степени своей платёжеспособности, что сказывается на финансовой устойчивости компании. Ввиду этого необходимо определить мероприятия, которые будут направлены на снижение вероятности банкротства и повышение платёжеспособности.

Вероятность банкротства ПАО «Аэрофлот» не является высокой, однако на сегодняшний день существует тенденция к её повышению, поэтому необходимо предпринимать следующие активные действия, ориентированные на предотвращение наступления банкротства:

- ускорение оборачиваемости капитала за счёт сокращения сверхнормативных запасов товарно-материальных ценностей;

- рассмотреть возможности сокращения штата управленческих служб, что повлечёт экономию фонда заработной платы и отчислениях во внебюджетные фонды;

- рассмотреть изменения формирования инвестиционного портфеля, что должно улучшить инвестиционную ситуацию и снизить возможность неоправданных рискованных вложений;

- осуществлять постоянный контроль за своевременностью и качеством предоставляемых услуг;

- организовать рекламные кампании для привлечения новых клиентов, провести маркетинговый анализ по изучению спроса и предложения.

Таким образом, на основании анализа ПАО «Аэрофлот» было заключено, что компания всё же является финансово устойчивой, однако наблюдается тенденция к повышению вероятности банкротства. С целью устранения выявленных проблем были предложены к практической реализации мероприятия, связанные с экономией фонда заработной платы, снижением стоимости оборотных активов и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ревякина И. А. Пятифакторная модель Альтмана. Прогнозирование риска банкротства предприятия // Наука среди нас. – 2018. – №1(5). – С. 355–359.

2. Официальный сайт ПАО «Аэрофлот». Режим доступа: <https://www.aeroflot.ru/> (дата обращения: 10.11.2020).

3. Отчётность ПАО «Аэрофлот». Режим доступа: <https://ir.aeroflot.ru/reporting/financial-results/ras/> (дата обращения: 10.11.2020).

REFERENCES

1. Revyakina I. A. *Pyatifaktornaya model' Al'tmana. Prognozirovanie riska bankrotstva predpriyatiya* [Altman's five-factor model. Forecasting the risk of bankruptcy of the enterprise] // *Nauka sredi nas* [Science among us]. 2018, no 1(5), pp. 355–359.

2. *Oficial'nyj sayt PAO «Aeroflot»* [Official website of PJSC «Aeroflot»]. *Rezhim dostupa* [Access mode]: <https://www.aeroflot.ru/> (accessed: 10.11.2020).

3. *Otchyotnost' PAO «Aeroflot»* [Reporting of PJSC «Aeroflot»]. *Rezhim dostupa* [Access mode]: <https://ir.aeroflot.ru/reporting/financial-results/ras/> (accessed: 10.11.2020).

•••••

Штурмина Ольга Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент, Ульяновский государственный технический университет.

Колоколова Валерия Владимировна, студентка 4-го курса, Ульяновский государственный технический университет.

Поступила 14.12.2020 г.

Г. И. МАНСУРОВА, П. М. МАНСУРОВ, И. М. ИСАЕВА

ПОДДЕРЖКА МАЛОМУ БИЗНЕСУ ОТ ГОСУДАРСТВА ВО ВРЕМЯ ПАНДЕМИИ

Раскрыты основные нюансы государственной поддержки малому бизнесу: кто вправе получить эти льготы и как это поможет малому бизнесу.

Ключевые слова: малый бизнес, коронавирус, пандемия, государственная поддержка, льготы, отсрочка.

С 30 марта 2020 большинство предприятий, в том числе индивидуальные предприниматели, ушли на вынужденные «каникулы» в связи с ростом заболевших в России коронавирусной инфекцией. То есть, кто мог работать, ушли на удалённую работу. Но большинству предприятий из малого бизнеса пришлось приостановить свою рабочую деятельность.

2 апреля 2020 года Правительство России предложило ряд мер для поддержки малого бизнеса во время пандемии. Этот список мер регулярно обновляется. Поэтому следует быть в курсе этих событий, поскольку это поможет сократить свои расходы и сохранить бизнес. Эти меры распространяются на гостиничный бизнес, общественное питание, организацию конференций и выставок, культуру, организацию досуга и развлечений и т. д.

В список мер для поддержки малого бизнеса входят:

- отсрочка на 6 месяцев по всем налогам, кроме НДС;
- отсрочка по уплате арендовых платежей, а также возможность расторжения договора аренды без санкций;
- отсрочка по кредитам для наиболее пострадавших отраслей на 6 месяцев, а также перенос с 1 апреля по 1 октября 2020 года уплаты обязательных платежей – выплаты процентов по кредиту и платежей по основному долгу;
- отсрочка за взыскания долгов и штрафов;
- отсрочка на банкротство по инициативе кредиторов;
- отсрочка по страховым взносам в социальные фонды на 6 месяцев;
- снижение требований к обеспечению малого и среднего предпринимательства;

– отсрочка на рост взносов индивидуальных предпринимателей;

– регионы должны подключаться к отсрочке на аренду.

Также Правительством России для сохранения финансовой стабильности было предложено несколько программ для поддержки малого бизнеса:

– реструктуризация задолженности: Центральный банк рекомендовал кредиторам реструктурировать кредиты и займы, выданные малому и среднему предпринимательству, samozanyatym, при существенном ухудшении положения заёмщика;

– программа кредитования под 0% на заработную плату: кредитование малого и среднего предпринимательства банками при поддержке Центрального банка, заём средств будет рассчитан на полгода, однако при ухудшении ситуации в экономике может быть продлён;

– льготное кредитование для субъектов малого и среднего бизнеса: упрощение требований к заёмщику (при оценке не учитываются задолженности по налогам, сборам, заработной плате, просрочки по действующим кредитам), снятие ограничения по рефинансированию и расширение перечня отраслей; теперь кредиты могут получить торговые микрокомпании, осуществляющие подакцизные виды деятельности;

– программа стимулирования: продлена пониженная ставка по кредитам для малого и среднего бизнеса на уровне 8,5% и сняты ограничения по видам льготного кредитования и отраслям;

– отсрочка на погашение остатка основного долга и процентов: банкам рекомендовано не начислять заёмщику неустойку (штраф, пени) за ненадлежащее исполнение договора кредита (займа);

– микрокредитная поддержка: снижаются проценты по микрокредитным продуктам,

© Мансурова Г. И., Мансуров П. М.,
Исаева И. М., 2020

требования к заёмщикам, снижена комиссия по гарантии до 0,5%, срок рассмотрения поступивших заявок составит не более одного рабочего дня. Предприниматель может обратиться с заявлением о смягчении условий имеющегося займа.

Помимо этого снижается и административная нагрузка со стороны Правительства: введена отсрочка на все проверки до конца 2020 года. К ним относятся:

- выездные проверки, начатые ранее;
- выездные налоговые проверки;
- проверки онлайн-касс;
- контрольные соблюдения требований валютного законодательства;
- азартные игры и лотереи;
- иные категории проверочных мероприятий должны быть завершены заочно;
- автоматическое продление действия всех лицензий и разрешений на полгода.

Таким образом, рассмотрены все поощрительные меры по отношению к малому бизнесу, но, возможно, это не окончательный список мер, и за ним последует новый перечень. Хотя во всём мире и наблюдается спад коронавирусной инфекции, но малый бизнес ещё не скоро вернётся к нормальной трудовой деятельности с целью стабильного получения дохода.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2020 г. № 434 «Об утверждении перечня отраслей российской экономики, в наибольшей степени пострадавших в условиях ухудшения ситуации в результате распространения новой коронавирусной инфекции».

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 10 апреля 2020 г. №479 «О внесении изменений в перечень отраслей российской экономики, в наибольшей степени пострадавших в условиях ухудшения ситуации в результате распространения новой коронавирусной инфекции».

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2020 г. № 540 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 3 апреля 2020 г. №434».

4. Постановление Правительства Российской

Федерации от 12 мая 2020 г. № 657 «О внесении изменений в перечень отраслей российской экономики, в наибольшей степени пострадавших в условиях ухудшения ситуации в результате распространения новой коронавирусной инфекции».

5. Мансурова Г. И., Мансуров П. М., Тулупова И. М. Плюсы и минусы онлайн касс в малом бизнесе // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2019. – №4 (88). – С. 68–71.

REFERENCES

1. *Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 3 aprelya 2020 g. №434 «Ob utverzhdenii perechnya otraslej rossijskoj ekonomiki, v naibol'shej stepeni postradavshih v usloviyah uhudsheniya situacii v rezul'tate rasprostraneniya novoj koronavirusnoj infekcii»* [Resolution of the Government of the Russian Federation No. 434 of April 3, 2020 "on approval of the list of sectors of the Russian economy most affected by the deterioration of the situation as a result of the spread of a new coronavirus infection"].

2. *Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 10 aprelya 2020 g. №479 «O vnesenii izmenenij v perechen' otraslej rossijskoj ekonomiki, v naibol'shej stepeni postradavshih v usloviyah uhudsheniya situacii v rezul'tate rasprostraneniya novoj koronavirusnoj infekcii»* [Resolution of the Government of the Russian Federation No. 479 of April 10, 2020 "on amendments to the list of sectors of the Russian economy most affected by the deterioration of the situation as a result of the spread of a new coronavirus infection"].

3. *Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 18 aprelya 2020 g. № 540 «O vnesenii izmenenij v postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 3 aprelya 2020 g. №434»* [Resolution of the Government of the Russian Federation No. 540 of April 18, 2020 "on amendments to resolution of the Government of the Russian Federation No. 434 of April 3, 2020"].

4. *Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 12 maya 2020 g. № 657 «O vnesenii izmenenij v perechen' otraslej rossijskoj ekonomiki, v naibol'shej stepeni postradavshih v usloviyah uhudsheniya situacii v rezul'tate rasprostraneniya novoj koronavirusnoj infekcii»* [Resolution of the Government of the Russian Federation No. 657 of

Чтобы эффективно провести преобразование налоговой политики, следует сделать прогноз налоговых поступлений в бюджет. Для этого используют статистические методы анализа на основе экономико-математических моделей. Аналогичные прогнозы дадут возможность определить точный рассчитанный план налоговых поступлений, а также регулировать его по мере реформирования экономической ситуации в мире, в стране и в регионе. Помимо того, способы, используемые для прогнозирования поступлений денежных средств в бюджет, можно применять для анализа полагаемых результатов переустройства налоговой системы.

Сведения для осуществления оценки следует взять из ежемесячной статистики о притоке налоговых платежей в том или ином регионе. Для того чтобы предположить сценарий развития будущих изменений, необходимо основательно обследовать динамические ряды прошлого, это позволит найти тенденцию изменения рассматриваемого экономического события [3].

При проведении исследования графика ежемесячной статистики поступления налоговых платежей в бюджет будут выделяться сезонные колебания.

Для проведения анализа структуры подобных временных рядов следует использовать метод расчёта значений сезонной компоненты методом скользящей средней и построить аддитивную или мультипликативную модель временного ряда. Так как амплитуда сезонных колебаний поступления налоговых платежей неравнозначная, то применяется мультипликативная модель временного ряда, которая имеет вид:

$$Y = T \cdot S \cdot E,$$

где T – трендовая компонента; S – сезонная составляющая; E – случайная составляющая.

Процесс построения модели включает следующие шаги:

1. Выравнивание исходного ряда способом скользящей средней;
2. Подсчёт значений сезонной составляющей S ;
3. Исключение сезонной компоненты из исходных уровней ряда и получение выравненных данных в мультипликативной форме (т. е. $T \cdot E$);
4. Аналитическое выравнивание уровней

($T \cdot E$);

5. Расчёт абсолютных и (или) относительных ошибок [1].

Метод скользящей средней основан на трансформации от начальных значений ряда к их средним значениям на интервале времени. Производимый подобным образом ряд скользящих средних гораздо более гладок, чем исходный ряд, за счёт укрупнения отклонений исходного ряда.

При проведении реформ налоговой системы следует использовать экономико-математические модели при прогнозировании налоговых поступлений. Это позволит повысить точность и эффективность изменений в налоговой системе, а также учесть компромисс интересов налогоплательщика и государства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эконометрика / Под редакцией И. И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 338 с.
2. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 03.04.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 07.04.2017) // Собрание законодательства РФ, 07.08.2000, №32, ст. 3340.
3. Сайт «Энциклопедия экономиста» [Электронный ресурс]: Финансы, Государственные и муниципальные финансы, Государственный бюджет URL: <http://www.grandars.ru/student/finansy/gosudarstvennyy-byudzheth.html> (дата обращения: 09.10.2020).
4. Никулин А. Н., Хайртдинова Ч. Д. Планирование и контроль денежных потоков предприятия // Проблемы и перспективы экономических отношений предприятий авиационного кластера: IV Всероссийская научная конференция: Сборник научных трудов. – Ульяновск: УлГТУ, 2020. – С. 64–68.
5. Никулин А. Н., Хайртдинова Ч. Д. Методы оптимизации денежных потоков // Проблемы и перспективы экономических отношений авиационного кластера: IV Всероссийская научная конференция: Сборник научных трудов. – Ульяновск: УлГТУ, 2020. – С. 108–111.

REFERENCES

1. *Ekonometrika* [Econometrics] / *Pod redakciej I. I. Eliseevoj* [Edited by I. I. Eliseeva]. M., [Finance and Statistics] *Finansy i statistika*, 2002, 338 p.
 2. *Nalogovyy kodeks Rossijskoj Federacii (chast' vtoraja)* ot 05.08.2000 №117-FZ (red. ot 03.04.2017) (*s izm. i dop., vstup. v silu s 07.04.2017*) [The Tax Code of the Russian Federation (Part two) of 05.08.2000 No. 117-FZ (as amended on 03.04.2017) (with amendments and additions, intro. in force 07.04.2017)] *Sobranie zakonodatel'stva RF* [Meeting of the legislation of the Russian Federation], 07.08.2000, no. 32, st. 3340.
 3. *Sajt «Enciklopediya ekonomista»* [The site «Encyclopedia economist»] [Electronic resource]: *Finansy, Gosudarstvennye i municipal'nye finansy, Gosudarstvennyj byudzhet* [Finance, Public and municipal Finance, State budget], URL: <http://www.grandars.ru/student/finansy/gosudarstvennyy-byudzhet.html> (accessed: 09.10.2020).
 4. Nikulin A. N., Khairtdinova Ch. D. *Planirovanie i kontrol' denezhnyh potokov predpriyatija* [Planning and control of cash flows of the company] *Problemy i perspektivy ekonomicheskikh otnoshenij predpriyatij aviacionnogo klastera. IV Vserossijskaya nauchnaya konferenciya: Sbornik nauchnyh trudov* [Problems and prospects of economic relations of enterprises of the aviation cluster: IV All-Russian Scientific Conference: Collection of scientific papers], Ulyanovsk, UISTU, 2020, pp. 64–68.
 5. Nikulin A. N., Khairtdinova Ch. D. *Metody optimizacii denezhnyh potokov* [Methods of optimizing cash flows] *Problemy i perspektivy ekonomicheskikh otnoshenij aviacionnogo klastera. IV Vserossijskaya nauchnaya konferenciya: Sbornik nauchnyh trudov* [Problems and prospects of economic relations of the aviation cluster: IV All-Russian Scientific Conference: Collection of scientific papers], Ulyanovsk, UISTU, 2020, pp. 108–111.
-

Авдеенко Игорь Вячеславич, студент гр. Нбд инженерно-экономического факультета УлГТУ.
Никулин Александр Николаевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Финансы и кредит» УлГТУ.

Поступила 19.12.2020 г.

Н. И. КУРАКОВА, Т. Н. РОГОВА

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ УГРОЗ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Посвящена рассмотрению угроз финансово-экономической безопасности региона. Анализ угроз проводился на примере Ульяновской области. Были рассмотрены существующие методы по предотвращению и решению данных угроз.

Ключевые слова: финансово-экономическая безопасность региона, внешние угрозы, внутренние угрозы.

Российская Федерация состоит из 85 регионов, каждый из которых характеризуется как общими, так и частными угрозами финансово-экономической безопасности, которые могут отрицательно повлиять на различные сферы деятельности.

Угрозы финансово-экономической безопасности связаны с вероятностью утраты стабильного и равновесного функционирования региональных социально-экономических систем под воздействием внешних и внутренних факторов и условий среды. На наш взгляд, наибольший урон экономического развитию способны нанести спад производства в реальном секторе, рост государственного долга и потеря сбалансированности бюджетных показателей в финансовом секторе, безработица и падение уровня жизни населения в социальной сфере. Данные последствия могут наступить в случае реализации угроз.

Первопричиной появления угроз является накопление противоречий во внешнем и внутреннем региональном пространстве. В конечном итоге может возникнуть ситуация утраты контроля и потери управляемости органами власти, что приведёт социально-экономическую систему к нерегулируемому перманентному неравновесному состоянию. С целью принятия превентивных мер и недопущению коллапса руководством Ульяновской области разработана методика оценки уровня экономической безопасности региона. Данной методикой определены три цели [1]:

– мониторинг и оценка возникновения угроз безопасности в муниципальных образованиях Ульяновской области;

– оценка влияния кризисных явлений на социально-экономическое положение муниципальных образований;

– разработка конкретных антициклических мероприятий по восстановлению безопасности.

Оценка уровня финансово-экономической безопасности региона осуществляется по 3-балльной системе на основе предельных значений показателей, шкалы экспертных оценок (коэффициента износа), рейтинга муниципальных образований Ульяновской области, показателей, характеризующих степень, коэффициент миграционного прироста и многое другое.

Комплексная оценка уровня финансово-экономической безопасности муниципальных образований проводится по 4 этапам, после которых выявляются муниципальные образования «лидеры» (те, кто входит в «зону стабильности») и входящие в «зону риска». Вошедшие в «зону риска» анализируются для проведения необходимой работы, состоящей в проведении процедуры экономического оздоровления (санации) муниципальных образований.

В настоящее время многие учёные выделяют внешние и внутренние угрозы экономической безопасности региона. К внешнеэкономическим угрозам относят валютно-финансовые (увеличение внешнего долга, отток средств) и экономические (потеря рынка, криминализация экономики, деградация производственных фондов). Внешнеполитические угрозы связаны с

сепаратизмом, межгосударственными противостояниями. Внутренние угрозы конкретизируются угрозами в реальном секторе экономики и включают спад производства, разрушение инновационно-инвестиционного комплекса, угрозы в социальной сфере, а также продовольственные и энергетические угрозы.

Проанализировав данные угрозы, можно выделить наиболее значимые для Ульяновской области:

1. Внешние угрозы. Они делятся на экономические и политические.

В данном блоке главной угрозой для финансово-экономической безопасности региона является увеличение внешнего долга. За первое полугодие 2020 года внешний долг региона превысил 28 миллиардов рублей, что на 15,2% больше уровня начала года. Уровень долговой нагрузки Ульяновской области гораздо выше общероссийского (23,7%) и равен 65,1%, рассчитанный как отношение государственного долга к доходам регионального бюджета за последний год. Данный рост связан с распространением коронавирусной инфекции [3]. И по настоящее время долг остаётся почти неизменным.

2. Внутренние угрозы подразделяются на угрозы в реальном секторе, угрозы в социальной сфере, продовольственные и энергетические угрозы.

Проанализировав угрозы по всем направлениям и их блокам, можно выделить следующие угрозы, которые являются наиболее значимыми и могут быть опасны для экономической безопасности Ульяновского региона:

– спад производства. Данная угроза связана с пандемией коронавирусной инфекции. С марта 2020 года произошло снижение по разным направлениям экономики, в том числе в промышленном производстве, сфере пассажирских перевозок и общественного питания, а также в розничной торговле. В регионе было зафиксировано снижение индекса промышленного производства на 12%, в том числе в обрабатывающих производствах – 10%. Объём перевозок упал вдвое, на 40% снизились обороты предприятий общественного питания, около 15% было потеряно в розничной торговле. Но 1 июня 2020 года в Ульяновской области был принят план действий по

возобновлению «деловой жизни, восстановлению занятости, дохода граждан и роста экономики». Данный план состоит из 5 разделов и ста мероприятий, общий объём финансирования которого превышает 30 миллиардов рублей. В нём учитываются бюджетные средства всех уровней и частные инвестиции;

– потеря квалифицированных кадров также связана с коронавирусной инфекцией. По итогам 2020 года 2 353 организации малого и среднего предпринимательства были закрыты, что составляет 5,4% от их общего числа. Это связано с тем, что были введены меры по обеспечению ограничений в связи с коронавирусной инфекцией, и многим организациям пришлось приостановить свою деятельность. После снятия данных мер многим предприятиям пришлось уйти с рынка услуг. И из этого пункта вытекает следующая угроза:

– рост безработицы, т. к. многие индивидуальные предприниматели закрылись. На октябрь 2020 года уровень регистрируемой безработицы вырос до 5,23%. Это около 32 тысяч человек. Под риском увольнения находится 10,5 тысяч человек. В связи с коронавирусом упал уровень трудоустройства до 18,7% [2].

Итак, можно сказать, что с приходом ограничительных мер из-за пандемии коронавирусной инфекции появилось много новых угроз, которые повлияли на финансово-экономическую безопасность региона. Основной трудностью будет выход из неё. Во-первых, до сих пор не известно, когда пандемия закончится и уйдёт в прошлое. Во-вторых, могут возникнуть сложности во время восстановления прежних показателей экономики региона и достижению экономического роста, так как это будет проходить в небольшом темпе и может продлиться долгое время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Губернатора и Правительства Ульяновской области. Оценка уровня экономической безопасности муниципальных образований Ульяновской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.csiul.ru/upload/iblock/ddf/ddfa7052262f6019a7e1d145fbd4b063.pdf> (дата обращения: 19.12.2020).

2. Новостной портал Ульяновска. 2,3 тысячи компаний закрылись в Ульяновской области в 2020 году. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://73online.ru/r/23_tysyachi_kompaniy_zakrylis_v_ulyanovskoy_oblasti_v_2020_godu-85723 (дата обращения: 19.12.2020).

3. Кобина Э. Госдолг Ульяновской области // Деловое обозрение: Ульяновский электронный журнал. – 2020. – №7. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://uldelo.ru/news/2020/07/31/gosdolg-ulyanovskoi-oblasti-b-prevysil-28-mlrd-rublei-b> (дата обращения: 19.12.2020).

REFERENCES

1. *Ofitsial'nyi sait Gubernatora i Pravitel'stva Ul'yanovskoi oblasti. Otsenka urovnya ehkonomicheskoi bezopasnosti munitsipal'nykh obrazovaniy Ul'yanovskoi oblasti* [Official website of the Governor and Government of the Ulyanovsk region. Assessment of the level of economic security of the municipalities of the Ulyanovsk region] [Electronic resource]. *Rezhim dostupa:* <https://www.csiul.ru/upload/iblock/ddf/ddfa7052262f6019a7e1d145fbd4b063.pdf> (accessed: 19.12.2020).

2. *Novostnoi portal Ul'yanovska. 2,3 tysyachi kompanii zakrylis' v Ul'yanovskoi oblasti v 2020 godu.* [Ulyanovsk news portal. 2.3 thousand compa-

nies closed in the Ulyanovsk region in 2020]. [Electronic resource]. *Rezhim dostupa:* https://73online.ru/r/23_tysyachi_kompaniy_zakrylis_v_ulyanovskoy_oblasti_v_2020_godu-85723 (accessed: 19.12.2020).

3. Kobina E. *Gosdolg Ul'yanovskoi oblasti* [State Debt of the Ulyanovsk region] *Delovoe obozrenie: Ul'yanovskii ehlektronnyi zhurnal* [Business Review: Ulyanovsk Electronic Magazine]. 2020, no. 7. [Electronic resource]. *Rezhim dostupa:* <https://uldelo.ru/news/2020/07/31/gosdolg-ulyanovskoi-oblasti-b-prevysil-28-mlrd-rublei-b> (accessed: 19.12.2020).

•••••

Куракова Наталия Ивановна, студентка второго курса инженерно-экономического факультета Ульяновского государственного технического университета.

Рогова Татьяна Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой «Экономика и организация производства» Ульяновского государственного технического университета.

Поступила 20.12.2020 г.

Е. Н. НИКИТИНА, В. В. ЕПИФАНОВ

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ В МИРЕ АВТОНОМНЫХ АВТОБУСОВ И ТАКСИ

Подчеркивается важность беспилотных транспортных технологий. Применительно к технологии беспилотного автобуса во всём мире прослеживается тенденция создания в первую очередь автобусов особо малого и малого классов. Многие страны мира активно занимаются созданием беспилотных автобусов.

Ключевые слова: беспилотные автобусы, система, функционирование, процесс, модель.

Многие исследователи в мире сходятся во мнении, что рынок беспилотных автомобилей будет только расти, преодолев отметку в \$364,8 млрд. к 2035 году. Например, Китай к 2025 году планирует выпустить на дороги 20% высокоавтомонных автомобилей, а к 2030 году – 10% полностью самоуправляемых. UBS заявляет, что к 2025 году 25% продаж составят электрокары. В данном направлении активно развивается и автобусная тематика.

В Японии автобусные перевозки пользуются не меньшей популярностью, чем поезда и самолёты, поэтому технологии внедряются с завидным постоянством [1]. Будущее наступает, и в Японии это чувствуется сильнее всего не только потому, что в этой стране раньше остальных начинается новый день. Компания Sotetsu Bus и Университет Гунма запустили в Иокогаме первый в стране большой автобус с беспилотным управлением.

Пока такой общественный транспорт работает лишь в демонстрационном режиме. Он курсирует между водным садом Сатояма и зоопарком Иокогамы, расстояние между конечными точками составляет всего 900 метров. При этом максимальная скорость ограничена на отметке 20 км/ч. Автобус будет двигаться по этому несложному маршруту два года. Прокатиться на нем любой желающий сможет бесплатно.

На основе этого пилотного проекта планируется разработать систему автономного управления четвёртого уровня, которую впоследствии можно будет интегрировать в автобусы, двигающиеся как по внутригородским, так и по пригородным маршрутам. Масао Сугая (Masao Sugaya), глава Sotetsu Bus, заявил, что создание беспилотных автобусов направлено не на замену водителей роботами. В действительности причина и следствие на этот раз поменялись местами: компания уже более десяти лет отмечает нарастающую проблему нехватки водителей. Количество японцев, у которых есть необходимый второй тип прав, постепенно уменьшается. Одновременно с этим становится всё меньше курсантов, которые обучаются этой профессии.



По мнению господина Сугая, в перспективе человек должен заниматься тем, что может делать только он. При этом управление транспортными средствами лучше доверить компьютеру:

© Никитина Е. Н., Епифанов В. В., 2020

обычные водители периодически попадают в аварии, поскольку нарушают правила и отвлекаются. Компьютер лишён этих пороков [2].

Лидер в сфере создания беспилотного транспорта Китай [3]. В декабре 2017 года беспилотные автобусы начали тестировать в городе Шенчжэнь. Им выделили довольно короткий маршрут (всего 1,2 км) с тремя остановками, и ездили они со скоростью от 20 до 30 км/ч. В кабине автобуса предусмотрено место для человека, который в случае непредвиденной ситуации на дороге возьмёт управление на себя, но это уже скорее не водитель, а контролёр движения. Эксперимент признали удачным. Весной власти Китая разрешили повсеместно использовать беспилотный общественный транспорт (до этого его одобрили только в трёх городах), а уже в июле компания Baidu объявила о постройке первых 100 беспилотных автобусов. В машине от Baidu уже нет водителя-контролера, а заявленная максимальная скорость – до 70 км/ч.

Следует отметить, что уже как минимум шести городам посчастливилось войти в историю – по их улицам в рамках испытания пустили первые беспилотные автобусы [4, 5]:

1) Швейцарская Лозанна. С лета 2017 здесь в рамках проекта Easy Mile курсируют 6 автобусов-беспилотников EZ10. Им выделили простой маршрут длиной 2,5 километра и доверили максимально лояльных пассажиров – студентов и преподавателей местного университета. Главная задача транспорта – курсировать между корпусами и ближайшей станцией метро. За полгода эксперимента не произошло ни одной аварии, что обнадеживает как разработчиков, так и пользователей технологии.



2) Греческая Трикала. В этом небольшом городе тестируется французская беспилотная система CityMobil2. Автобусы рассчитаны на 10 пассажиров, работают от электроэнергии и совершают поездки по обычным городским улицам в режиме автопилота.

3) Китайский Чжэнчжоу. Китайцы доверяют искусственному интеллекту гораздо охотнее европейцев. Компания Yutong на сегодняшний день проводит успешные испытания своей новейшей разработки – беспилотного автобуса, который будет перевозить пассажиров на расстояние 30 километров. Сейчас за работой техники следит оператор, однако в планах у разработчиков полностью автоматические перевозки.

4) Голландский Вагенинген. Здесь на реальных городских улицах проходит испытания модифицированная версия EZ10 под названием WErpods. Если раньше для тестирования беспилотников создавалась специальная инфраструктура, в которой не было сложных развязок, то в городе Вагенинген все по-другому. Здесь автобус на автопилоте ездит по обычным дорогам и встречается с непредвиденными дорожными ситуациями.

5) Британский Милтон-Кинс. Консервативные англичане пошли ещё дальше – они выделили целый город для тестирования 40 беспилотных автомобилей и системы общественного транспорта. В городе ведется активная подготовка к встрече с беспилотным будущим – она запланирована на 2020 год.

6) Отметим, что в ОАЭ, а именно в столице этой страны Абу-Даби, уже есть беспилотный общественный транспорт, который осуществляет пассажирские перевозки. Но разрабатываемые в Сингапуре автобусы будут более мощными, быстрыми, вместительными и «умными».



7) Также следует упомянуть лондонский аэропорт Хитроу, в котором уже работают около 20 электрических беспилотных автобусов. Сьон (Швейцария), в городе функционируют пока два беспилотных электрических транспортных средства. Во многих аэропортах мира ведутся работы по внедрению беспилотной техники.

Достаточно продвинулись беспилотные автобусы Navya (Италия) [6].

Модель беспилотного автобуса Navya – это далеко не прототип, она тестируется несколько лет и уже доказала свою безопасность и эффективность в качестве пассажирского транспорта. В конструкции модуля нет руля и стандартных педалей, а максимальная скорость составляет 45 км/ч. Во время испытаний в кабине автобуса всё ещё находится оператор, который в случае экстренной ситуации сможет управлять машиной. Однако с развитием технологий и законодательной базы от услуг человека можно будет полностью отказаться.

Данные беспилотного Navya Arma:

- вместительность автобуса 15 пассажиров,
- за ориентацию в пространстве отвечают GPS, LiDAR и стереокамеры,
- в зависимости от выбранного режима может работать автономно от 5 до 13 часов,
- стоимость стандартной комплектации беспилотного модуля – 160 000 евро.

Компания Navya предлагает эксплуатировать роботизированные автобусы на промышленных объектах, на территории аэропортов и больниц, в парках развлечений и в городских жилых кварталах. В планах компании открытие нового завода в Мичигане, что позволит удовлетворить растущий спрос на рынке. Уже в 2018 году в США работали как минимум 50 пригородных автобусов-беспилотников.

Сейчас 12 автобусов Arma обслуживают территорию АЭС Сиво в западной части Франции. Они курсируют по круговому маршруту каждые пять минут и значительно экономят время сотрудников станции. Раньше эту территорию обслуживали дизельные автобусы – время ожидания составляло 15 минут. Руководство АЭС подсчитало экономию – замена дизельных автобусов на электро-беспилотники сэкономит 3 млн евро за год, а выбросы углекислого газа уменьшит на 40 тонн.



На беспилотном автобусе можно будет покататься и в России. На полигонах уже проходят успешные тестирования беспилотного модуля, рассчитанного на 20 пассажиров. Разработкой технологии занимается компания «Волгабас» совместно с центром инноваций «Сколково». Вывести автобус в первый рейс планируется не раньше 2020 года. Интересные факты о беспилотной MatrEshke [7].

Модуль адаптируется под пассажирский салон, перевозчика грузов или мобильную технику для решения коммунальных задач.

На полной зарядке электроавтобус сможет преодолеть расстояние до 130 км.

Максимальная скорость 100 км/ч, но на автопилоте она ограничивается до 20 км/ч.

Известна разработка НАМИ беспилотный «Шаттл» [8].

Самоуправляемый микроавтобус «Шаттл» является совместным проектом КамАЗа и Научно-исследовательского центра НАМИ. Концепт-кар нельзя назвать эксклюзивным, но его также сложно сравнивать с зарубежными аналогами. Автобус развивает максимальную скорость до 40 км/ч, но на автопилоте не превышает 15 км/ч. За ориентацию в пространстве и вычисление оптимальной траектории отвечает система «Яндекс».



Работает самоходная такси-капсула от литий-ионных аккумуляторов собственной разработки НАМИ. Инженеры пока предлагают доверять новинке стандартные несложные маршруты – в парках развлечений, в научных городках и университетах, в выставочных центрах. В будущем вызывать беспилотник планируется с помощью специального приложения на смартфонах.

Умные автобусы вытеснят с дорог привычные маршрутки через 10–15 лет, когда их стоимость будет доступна для среднего бизнеса, а эффективность уже не будет подвергаться сомнениям.

Оператор общественного транспорта Shenzhen Bus Group начал тестирование четырёх самоуправляемых автобусов. Транспорт оснащён программным обеспечением и датчиками китайской фирмы Hailion Technologies. Испытания проводятся в районе города Футянь на дорожной петле в 1,2 км.

Также учёные предполагают, что 12 млн единиц автотранспорта придётся на каршеринг и 2 млн единиц — на беспилотное такси.

В Лондоне транспортная компания Addison Lee получит государственное финансирование для расширения программы тестирования беспилотных такси в Гринвиче, чтобы охватить весь район к 2021 году. В настоящее время Addison Lee работает с специалистами компании Oxbotica, занимающимися программированием, над проектом по созданию цифровой карты дорог Лондона.

Кроме того, компания Jaguar Land Rover готовит «премиальную услугу» в Лондоне, для реализации которой будет задействовано шесть автономных автомобилей Land Rover Discovery. Подробности проекта не разглашаются, но производитель уже объявил о начале программы полуавтономных тестов на дорогах Лондона.

В России компания «Яндекс» начала тестировать собственные беспилотные автомобили, собранные на базе гибридного компактвэна Toyota Prius+, в Сколково. Беспилотник получит возможность свободно ездить по территории наукограда, а поездку на машине с автопилотом можно будет заказать через приложение «Яндекс.Такси». Ранее беспилотник «Яндекс» начал

работу в тестовом режиме в казанском городе-университете Иннополис.

Преимущества беспилотных автобусов и такси.

Джозеф Ма, заместитель генерального менеджера Shenzhen Bus Group, отметил: «Основным преимуществом автобусов без водителя, является повышенная безопасность».

Считается, что главная причина дорожно-транспортных происшествий — нарушение водителем правил дорожного движения.

На недавнем тестировании автономный автобус беспрепятственно проехал по заданному маршруту без вмешательства человека. Он ускорялся и замедлялся, поворачивал, пропускал пешеходов, следил за светофорами и делал аварийную остановку.

Первоначально беспилотные автобусы будут курсировать по фиксированным маршрутам.

Несмотря на некоторое преимущество данного вида транспорта, такого как сокращение потребности в бензине (т. к. большинство моделей электрические), имеются и значительные его *недостатки*. А именно:

- большая часть населения потеряет работу;
- многие автопроизводители могут обанкротиться;
- рухнет рынок страхования и паркинга;
- постепенно разорятся компании по аренде автомобилей.

К тому же недавние испытания на других рынках показали, что автономное вождение вызывает проблемы. В Лас-Вегасе беспилотный автобус попал в небольшую аварию, примерно через два часа после его запуска. В Сингапуре, в прошлом году, во время тестирования автономное авто врезалось в грузовик. Возможно, в ближайшем будущем, находясь на остановке общественного транспорта, пассажиры окажутся перед дилеммой. Каждому человеку надо будет решить, в каком автобусе он будет чувствовать себя в большей безопасности – с водителем или без него.

Вероятно, даже самые развитые системы управления трафиком переживут глобальную модернизацию, после того как беспилотники вытеснят с дорог традиционные автомобили, и мы увидим новый мир без светофоров, дорожных камер и «лежачих полицейских». Однако в

Т. Е. РОДИОНОВА, М. В. РЫБКИНА

ВЛИЯНИЕ МИГРАЦИИ НА ДЕМОГРАФИЧЕСКУЮ СИТУАЦИЮ И ВНУТРЕННИЙ РЫНОК ТРУДА УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Охарактеризована тенденция внутренних миграционных процессов в Ульяновской области. Проведён анализ существующих миграционных потоков. С помощью кластерного анализа получены группы районов региона со схожими показателями миграции.

Ключевые слова: регион, население, рождаемость, миграция, миграционный прирост, факторы миграции, кластерный анализ.

Существующие негативные тенденции в демографическом развитии региона затрагивают все сферы общественной жизни, делая актуальным процесс управления ими. Важной социальной проблемой в Ульяновской области является низкая рождаемость, как следствие – депопуляция и старение населения.

Динамика численности населения определяется двумя компонентами: естественным движением населения и миграцией. Естественное движение населения представлено в таблице 1.

Анализируя данные таблицы 1, видно, что за пять лет число родившихся уменьшилось на 4122 человека. Количество умерших с 2015 по 2019 год снизилось на 1668 человек.

Возрастная структура умерших в 2018 году представлена на рисунке 1. Из диаграммы видно, что в возрастной структуре умерших 20,9% составляют лица трудоспособного возраста.

В структуре причин смерти людей трудоспособного возраста первое место занимают заболевания системы кровообращения, на втором месте – новообразования.

За анализируемый период естественная убыль населения составила 2454 человека.

В 2019 году по сравнению с предыдущим годом демографическая ситуация в регионе характеризовалась снижением количества рождений. Уровень рождаемости является одним из наиболее важных факторов, определяющих структуру и численность населения.

В последние десятилетия наблюдается дисбаланс в распределении населения в Ульяновской области и, соответственно, большое влияние приобретает внутренняя миграция. В связи с этим необходимо учитывать внутрирегиональ-

ную миграцию применительно к конкретной территории. Можно вспомнить, что большой приток мигрантов в Ульяновскую область отмечался в начале 1990-х годов. В настоящее время миграционное управление движением молодёжи стало приобретать всё большую значимость. Кроме того, следует учитывать перемещение населения из менее благоприятных (по социальному развитию и уровню заработной платы) районов в более благоприятные. Таким образом, миграция является одной из основных проблем в демографическом процессе. Миграция может использоваться для полного или частичного возмещения отрицательного естественного прироста, то есть естественной убыли населения, или в качестве дополнения к положительному естественному приросту.

Миграция в регионе является важнейшим процессом, влияющим на количество и состав населения в районах, на перераспределение рабочей силы, формирование и развитие региональных рынков труда [3].

В миграционные потоки вовлекаются преимущественно лица молодого и среднего возрастов, наиболее мобильные и здоровые, обладающие лучшими профессионально-квалификационными качествами [1; 2].

Рассмотрим анализ показателей миграции по Ульяновской области с 2008 по 2018 годы с помощью кластерного анализа. Данные для анализа получены из ежегодных статистических справочников по Ульяновской области [4]. Для исследования показателей миграции в муниципальных образований Ульяновской области был использован статистический пакет Statistica. Для получения дендрограммы и затем построения кластеров использовались следующие меры: евклидово расстояние и манхэттенское расстояние.

Естественное движение населения (человек)

Показатели	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Число родившихся	15005	14544	12569	11986	10883
Число умерших	18748	18541	17513	17636	17080
Естественная убыль (-) населения	-3743	-3997	-4944	-5650	-6197

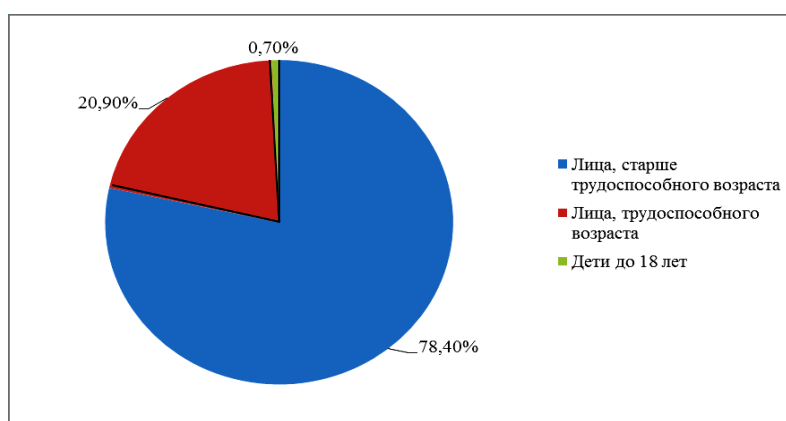


Рис. 1. Возрастная структура умерших в 2018 г.

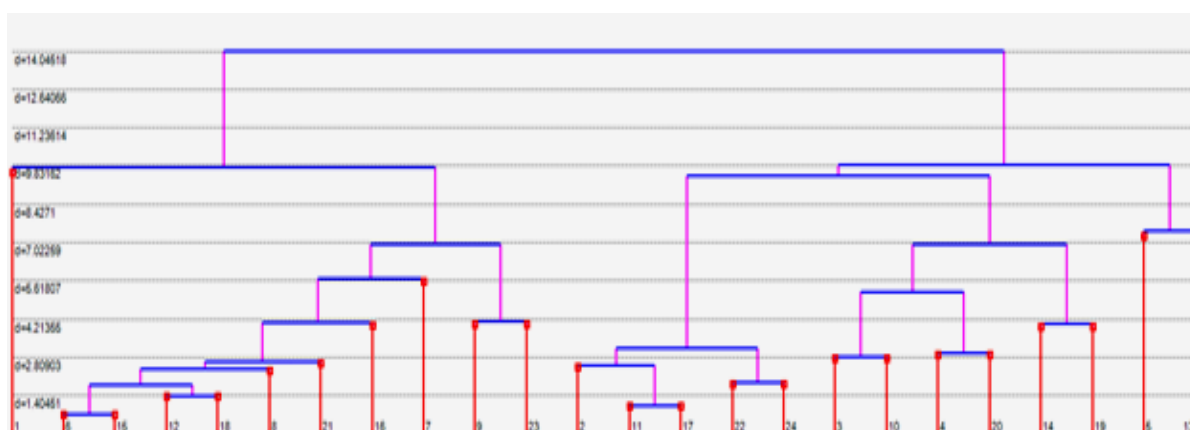


Рис. 2. Метод невзвешенного попарного среднего. Манхэттенское расстояние

Состав полученных кластеров

Кластеры	Состав кластеров
1-й кластер	г. Ульяновск, Вешкаймский район, Карсунский район, Инзенский район, Новоспасский район. Мелекесский район, Ульяновский район.
2-й кластер	г. Димитровград, г. Новоульяновск, Сенгилеевский район, Чердаклинский район. Старомайнский район. Тереньгульский район.
3-й кластер	Майнский район, Сурский район, Цильнинский район, Старокулаткинский район, Павловский район.
4-й кластер	Базарносызганский район, Барышский район, Кузоватовский район, Радищевский район, Новомалыклинский район, Николаевский район.

Метод древовидной кластеризации используется при формировании кластеров несходства или расстояния между объектами. Наиболее прямой путь вычисления расстояний между объектами в многомерном пространстве состоит в вычислении евклидовых расстояний [5].

Евклидово расстояние в кластерном анализе является наиболее общим типом и представляет собой обычное геометрическое расстояние (без использования процедур стандартизации исходных данных) между изучаемыми объектами :

$$\text{Расстояние } (x, y) = (\sum_i (x_i - y_i)^2)^{1/2}. \quad (1)$$

При анализе данных также была использована мера «Манхэттенское расстояние», для которой влияние отдельных больших разностей (выбросов) уменьшается (так как они не возводятся в квадрат):

$$\text{Расстояние } (x, y) = \sum_i |x_i - y_i|. \quad (2)$$

Обе вышеперечисленные меры показали одинаковые результаты при исследовании миграционных показателей. Для наглядности была построена дендрограмма (рисунок 2), полученная с использованием метода невзвешенного попарного среднего.

На рисунке 2 изображено разбиение на кластеры исходных данных по миграции в Ульяновской области с 2008 по 2018 годы. Вертикальные линии – это объекты исследования (муниципальные образования), высота вертикальной линии определяется расстоянием между соответствующими объединяемыми кластерами (объект изначально также кластер), горизонтальная линия обозначает объединение кластеров. Набор кластеров при разных методах разбиения, использующих евклидово расстояние, практически совпадает, это можно объяснить тем, что квадрат евклидова расстояния увеличивает дистанцию между наиболее отдалёнными друг от друга объектами.

По полученным дендрограммам был сделан вывод о наличии выбросов в исходных данных. Под выбросами мы подразумеваем объекты с резко отличающимися значениями показателей миграции (слишком большое или слишком маленькое по сравнению с основной группой). При разных методах кластеризации были зафиксированы следующие районы-выбросы:

– Дмитровград. Характеризуется высоким уровнем миграции молодёжи в соседние регионы в силу социально-экономических причин и

отрицательной динамики числа действующих промышленных предприятий. Возможно, это ещё связано с высоким уровнем запросов городского населения к желаемому уровню жизни;

– Барышский район. Высокий уровень миграции из района объясняется снижением занятости населения, неразвитостью социальной инфраструктуры, небольшим финансированием на развитие предпринимательства;

– город Ульяновск. Эти муниципальные образования характеризуются низким уровнем миграции в связи с большой численностью населения. Также большую роль играет уровень заработной платы (по сравнению с другими муниципальными образованиями области), выгодное географическое положение, стабильная работа промышленных предприятий и развитый рынок труда.

Для дальнейшего анализа все данные по миграции в муниципальных образованиях были разбиты на четыре основных кластера по схожести их показателей. В таблице 2 приведён полученный состав кластеров.

Внутриобластная миграция населения является важнейшим процессом перераспределения рабочей силы в регионе и влияет на количественный и качественный состав трудовых ресурсов в муниципальных образованиях [3]. По статистике самым интенсивным направлением внутренней миграции в Ульяновской области было и остается направление из сельской местности в города.

Именно этим объясняется высокий уровень показателей миграции в муниципальных образованиях, выделенных в 3 и 4 кластеры. Группы 1 и 2 включают в себя города с развитой и средне-развитой социальной инфраструктурой и промышленным производством, хорошими условиями для развития предпринимательства.

При исследовании миграции население следует учесть также уровень рождаемости в данном муниципальном образовании и инвестиционную привлекательность данного региона с точки зрения развития инфраструктуры активного отдыха и туризма.

В Ульяновской области существует неравномерное размещение по территории комплексов социальной инфраструктуры, они преимущественно концентрируются в городе Ульяновске, областных и районных центрах, городах областного подчинения.

Различия районов по условиям жизнедеятельности и остроте проблем развития социальной

инфраструктуры определяют необходимость территориально-дифференцированной социальной политики в регионе. В связи с этим в отношении тех территорий, где адаптация к рынку затруднена по объективным причинам, должен быть разработан комплекс мер финансово-кредитных, инвестиционных, аграрных, промышленных, направленных на активизацию внутренних источников экономического роста и включение их хозяйственных комплексов в единое социально-экономическое пространство [1].

При исследовании миграции население следует учесть также уровень рождаемости в данном муниципальном образовании и инвестиционную привлекательность данного региона с точки зрения развития инфраструктуры активного отдыха и туризма, и планирование миграционного движения.

3 апреля 2013 года распоряжением Губернатора Ульяновской области была принята «Концепция миграционной политики Ульяновской области до 2025 года». Данная концепция представляет собой систему целей, принципов, задач и основных направлений деятельности органов государственной власти Ульяновской области по регулированию миграционных процессов на территории Ульяновской области.

На региональном уровне миграционная политика является вторым по значению после рождаемости источником формирования населения, оказывая прямое влияние на ход демографических процессов. Для Ульяновской области данная концепция может иметь большое значение, так как для области характерна большая ежегодная потеря населения в результате миграционного оттока.

Роль миграции в формировании населения региона в значительной степени зависит от степени потребности народного хозяйства в трудовых ресурсах и их наличием, а также от условий, способствующих или препятствующих закреплению населения на данной территории.

В развитии миграционных процессов можно выделить три этапа: подготовка к перемене места жительства; собственно миграция; адаптация мигрантов к новым условиям жизни в местах вселения. В результате миграции населения из

муниципальных образований наблюдаются следующие изменения в демографических процессах: изменяется половозрастная структура населения; нарушается этнический состав; изменяется социальный состав.

Таким образом, необходимо усилить меры государственной поддержки для увеличения численности населения естественным путем и снижения миграционных процессов в регионе. Только комплекс мер со стороны органов государственной власти поможет улучшить демографическую ситуацию, что в будущем приведёт к улучшению социально-экономического развития страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каймакова М. В. Социально-демографические проблемы сельских муниципальных образований // *Экономист*. – 2007. – №5. – С. 62–65.
2. Каймакова М. В. Экономический механизм развития сельской социальной инфраструктуры региона : автореферат дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05. – М., 2009. – 23 с.
3. Родионова Т. Е., Рыбкина М. В., Лаптев Н. В. Регулирование трудовой мобильности как фактор инвестиционной привлекательности региона (на примере Ульяновской области) // *Вестник университета (Государственный университет управления)*. – 2016. – №6. – С. 36–39.
4. Ульяновская область в цифрах. 2020: Крат. стат. сб. – Ульяновск, 2020. – 138 с.
5. Мандель И. Д. Кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 176 с.

REFERENCES

1. Kaimakova M. V. *Social'no-demograficheskie problemy sel'skih municipal'nyh obrazovanij* [Socio-demographic problems of rural municipalities] *Ekonomist* [The economist]. 2007, No. 5, pp. 62–65.
2. Kaimakova M. V. *Ekonomicheskij mekhanizm razvitiya sel'skoj social'noj infra-struktury regiona: avtoreferat dis. ... kand. ekon. nauk* : 08.00.05 [Economic mechanism of development of rural social infrastructure of the region: abstract of the dissertation of the Candidate of Economic Sciences: 08.00.05]. M., 2009, 23 p.

ХРОНИКА УНИВЕРСИТЕТА. КОНФЕРЕНЦИИ ЮБИЛЕИ

Приказом Минобрнауки России от **01.10.2020** г. №20-02-02/209 Ярушкина Надежда Глебовна утверждена в должности ректора УлГТУ с **10 октября 2020** года.

* * *

Согласно приказу Минобрнауки России №678/нк от **18 ноября 2020** года при Ульяновском государственном техническом университете создан диссертационный совет Д212.277.04.

Председателем диссертационного совета является доктор технических наук Ярушкина Надежда Глебовна, заместителем председателя – доктор технических наук Киселёв Сергей Константинович. Учёный секретарь совета – доктор технических наук Наместников Алексей Михайлович.

Совету разрешено принимать к защите диссертации на соискание учёных степеней кандидата и доктора технических наук по специальностям:

05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (информационные технологии и промышленность) (технические науки);

05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления (технические науки);

05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность) (технические науки).

* * *

В соответствии с приказом ректора №2279 от **19.11.2020** г. утверждён новый состав редколлегии журнала «Вестник УлГТУ». Главный редактор – Ярушкина Надежда Глебовна, д-р техн. наук, профессор. Зам. главного редактора – Тронин Вадим Георгиевич, канд. техн. наук.

Редакционная коллегия: Баландина Е. В., канд. экон. наук, доцент (рубрика «Экономика и управление качеством»), Дементьев В. Е., д-р техн. наук, доцент (рубрики «Естественные науки», «Информационные технологии»), Дырдин А. А., д-р филол. наук, профессор (рубрика «Гуманитарные науки»), Замалеев М. М., канд. техн. наук, доцент (рубрики «Строительство», «Проблемы высшей школы»), Киселёв С. К., д-р техн. наук, доцент (рубрики «Приборостроение», «Электроника»), Ковальногов В. Н., д-р техн. наук, профессор (рубрики «Энергетика», «Естественные науки»), Наместников А. М., д-р техн. наук, доцент (рубрики «Информационные технологии», «Проблемы высшей школы»), Табаков В. П., д-р техн. наук, профессор (рубрика «Машиностроение»), Шишкин В. В. канд. техн. наук, доцент (рубрика «Приборостроение»), Евдокимова Н. А. (ответственный секретарь).

ABSTRACTS

Zlobin A.A. Meaning filling the concept of Solovka in the novel O. V. Volkov «Immersion in darkness»

Keywords: O. V. Volkov, concept, Solovki, holiness, death, semantic variant, semantic core, nuclear zone, lexical derivat.

This article examines the semantic structure of Solovka's concept in the linguistic picture of the world of writer O. V. Volkov. The semantic nucleus, the nuclear and peripheral zones are defined. The author of the article discovers the semantic connections of the analyzed concept with the components of such key concepts of Russian linguist culture as holiness and death.

Kroshneva M. E. Style in literature

Keywords: literature, style, style dominant, style-forming factors, author, Russian.

The theoretical aspects of the concept of style in literary criticism are presented. Through the principles of perception of a literary work and the laws of its existence, the categories of style dominant, style-forming factors, and the author are investigated.

Mizher U. J., Velmisov P. A. Application of ANSYS system to study jet turbulent flows

Keywords: aerohydrodynamics, jet, turbulence model, ANSYS Fluent.

The problem of jet outflow from a hole is considered. The ANSYS system is used to study the flow. To describe the flow of a viscous incompressible fluid, the continuity and Navier-Stokes equations are used in combination with the equations for the kinetic energy of turbulence and the rate of its dissipation. Comparison of the results of calculations carried out on the basis of two turbulence models is carried out.

Morozov O.I., Tabakov V. P., Kokorin V.N., Ilyushkin M.V.

Simulation of the status of the surface layer of a tool with a wear-resistant ion-plasma coating in the processes of OMD

Keywords: stamp, punch, matrix, coating, wear resistance, mathematical model, ls-dyna, finite element mesh, stress-strain state, titanium nitride, resource intensity.

In this study, the influence of a wear-resistant coating applied to the working edge of a stamping tool on the stress-strain state in the deformation zone was determined. In the Ansys LS-dyna software package, models of punching processes with a tool with a wear-resistant coating and without a coating were built, visual interpretations of the distribution of stress fields in the tool material were obtained, graphs of stresses and potential energy in the elements of the surface layer at critical points of contact at characteristic stages of the punching process were obtained. sheet material.

Saveliev V. A., Rogova T. N. Digitalization of the machine-building complex in Russia and foreign countries: an overview of trends

Keywords: digitalization, digital production, organization of production, Industry 4.0

The article examines the current state of the machine-building complex in Russia from the point of view of the introduction of digital technologies, provides examples of the introduction of elements of Industry 4.0. An overview of the successful application of digitalization in foreign companies is presented.

Tronin V. G., Tibushkina N. V. Evolution of the scientific knowledge transfer system

Keywords: scientometry, theory of system, levels of inventive tasks, scientific citation bases.

The article considers three stages of the evolution of scientometric databases in accordance with the levels of inventive tasks according to the classification of G. S. Altshuller from the emergence of regular scien-

tific publications and bibliographic references in the XVII century to the emergence of scientific social networks at the present time. The stages are revealed from the point of view of the chronological method, the problems that arise at each stage and ways to solve them are indicated.

Zhilyaev O. V., Kovalnogov V. N.

The theoretical analysis of applicability of a new physical method for mass flow rate and density measuring

Keywords: liquid, density, mass flow rate, pipeline, oscillations, measuring.

This paper considers the applicability of a new physical method of measuring the fluid's mass flow rate and density. Possible advantages of the method are defined in comparison with other currently existing systems for mass flow rate measuring – mainly with Coriolis flowmeter. The new physical method under consideration is based on measuring the inertia forces which would occur along the flow due to harmonic oscillations of the cross-section area of the pipeline which has flexible walls. The analysis of the article in which the method has been described originally is performed. The detailed and thorough derivation of the formulae of the mathematical model is performed. Some inaccuracies in formulae permitted by authors of the method are indicated at. The limitations in applicability of the method indicated at by its authors are also essentially weakened. The theoretical examination and approval of conclusions about the applicability of the new method are made.

Gusev S. I., Epifanov V. V. Structure of the unmanned vehicle operation system

Keywords: Driverless vehicle, system, functioning, infrastructure.

The importance of unmanned transport technologies is emphasized. With regard to the technology of unmanned vehicles (UAS) proposed a system functioning as subsystems «system management BASS (SUBHAS), system BASS (SBES)», «infrastructure BAS (IBAS)», environment BASS (SRBS). The essence of these subsystems is considered.

Zyryanova U. P., Gusarova V. S. About territorial scheme of waste management in Ulyanovsk region

Keywords: waste, territorial scheme of waste management, solid waste, waste separation, recycling.

Changes in the legislative plan and in the management sphere regarding waste management activities are reflected in the results of the activities of government authorities, waste processing enterprises, indicators of the effectiveness of public administration in the designated area, the effectiveness of the implementation of separate waste collection and recycling at the regional level. The solution of problems in waste management is carried out taking into account regional characteristics and is possible only with the joint participation of three sectors of society: government bodies, business structures and the population.

Shturmina O. S., Kolokolova V. V. Diagnostics of bankruptcy risk (on the example of PJSC Aeroflot)

Keywords: bankruptcy, insolvency, probability of a crisis situation, assessment, five-factor model, domestic model.

Analysis of bankruptcy diagnostics is the most important condition for successful management of a company, since the results of economic activity depend on the availability and efficiency of financial resources. Studying the Institute of bankruptcy is necessary for high-quality business management.

Mansurova G. I., Mansurov P. M., Isaeva I. M. Support for small businesses from the state during the pandemic

Keywords: small business, coronavirus, pandemic, government support, benefits, deferral.

The article reveals the main nuances of state support for small business: who has the right to receive these benefits and how it will help small business.

Nikulin A. N., Avdeenko I. V. Economic and mathematical models in taxation

Keywords: economic and mathematical models, taxation, reforms, the state budget.

This article is devoted to the role of economic and mathematical models in taxation in the implementation of reforms of the tax system of the Russian Federation. The tax system in any state forms the state budget, in turn, imposing the tax burden on taxpayers. As the state develops, it is necessary to develop and reform its tax system. To improve the effectiveness of the ongoing reforms, an accurate analysis of the current situation in the tax system should be carried out. The article suggests using one of the simplest methods for calculating the values of the seasonal component.

Kurakova N. I., Rogova T. N. Analysis of the main threats to the financial-economic security of the Ulyanovsk region

Keywords: financial-economic security of the region, external threats, internal threats

The article is devoted to the consideration of threats to the financial and economic security of the region. The analysis of threats was carried out on the example of the Ulyanovsk region. The existing methods for preventing and solving these threats were considered.

Nikitina E. N., Epifanov V. V. Analysis of the development of driverless buses in the world

Keywords: unmanned buses, system, functioning, process, model.

The importance of unmanned transport technologies is emphasized. With regard to the technology of an unmanned bus around the world, there is a tendency to create especially small and small class buses in the first place. Many countries of the world are actively engaged in the creation of unmanned buses.

Rodionova T. E., Rybkina M. V. Impact of migration on the demographic situation and the internal labor market of the Ulyanovsk region

Key words: region, population, birth rate, migration, migration gain, migration factors, cluster analysis.

The article describes the tendency of internal migration processes in the Ulyanovsk region. The analysis of the existing migration flows has been carried out. Using cluster analysis, groups of districts of the region with similar migration indicators were obtained.

СООБЩЕНИЕ

(дополнение к оформлению статей в 2020 году)

Для включения в международные базы данных, в частности, БД Scopus и Web of Science, после списка литературы должен следовать блок References (транслитерированный вариант списка литературы на латинице). В статьях References нужно приводить отдельным блоком, повторяя список литературы, который подаётся на русском языке, независимо от того, есть в нём иностранные источники или нет. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке, приведённом на латинице.

Итак, после основного текста статьи подаются 2 списка: Список литературы и References.

Проьба использовать один и тот же вариант транслитерации Вашего ФИО. Nikolay и Nikolaj – для системы цитирования это два разных имени.

Ниже приводится схема и примеры, следуя которым Вы без затруднений оформите свою работу.

Схема:

- автор (имена отчества авторов – в транслитерации латиницей, имена зарубежных авторов – в оригинальном или англоязычном написании);
- [перевод заглавия статьи на английском языке в квадратных скобках];
- название русскоязычного источника (транслитерация);
- [перевод названия источника на английском языке в квадратных скобках];
- выходные данные на английском языке (включая общее количество страниц в источнике или номера страниц, на которых размещён текст в сборнике/ журнале/ монографии).

Примеры оформления References

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ябных Г. Ф., Столяров Б. А. Оптимизация информационно-вычислительных сетей. – Москва : Радио и связь, 1987. – 232 с.
2. Надёжность и эффективность АСУ/ Ю. Г. Заренин, М. Д. Збырко и др.; под ред. Ю. Г. Заренина. – Киев: Техника, 1975. – 368 с.
3. Пятаков А. И., Шабынина Е. А. Об одном подходе к расчёту надёжности программно-технического комплекса // Автоматизация процессов управления. – 2009. – №3 (17). – С. 29–32.

REFERENCES

1. Iabnykh G. F., Stoliarov B. A. *Optimizatsia informatsionno-vychislitelnykh setei* [Optimisation of information Computer Networks]. Moscow, Radio i sviaz Publ., 1987. 232 p.
2. Zarenin Iu., Zbyrko M. D. *Nadezhnost i effektivnost ASU. Pod red. Iu. G. Zarenina* [Reliability and effectiveness of Computer-Aided Control Systems. Edited by Iu. G. Zarenin]/ Kiev, Tekhnika Publ., 1975. 368 p.
3. Piatakov A. I., Shabynina E. A. *Ob odnom podkhode k rashetu nadezhnosti programmno-tekhnicheskogo kompleksa* [About an Approach to Reliability Calculation of Software and Hardware Systems] *Avtomatizatsiia protsessov upravleniia* [Automation of Control Processes]. 2009, no. 3 (17), pp. 29–32.

См. ГОСТ 7.79–2000 СИБИД Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

ГОСТ 7.0.34-2014 СИБИД Правила упрощённой транслитерации русского письма латинским алфавитом.

А также автоматическое формирование транслитерированного списка литературы. <http://translit.net>; transliter.ru; translitonline.com и другие.

На сайте научной библиотеки УлГТУ даны примеры библиографического описания по ГОСТу Р 7.0.100–2018 СИБИД Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления (дата введения 2019-07-01).

Руководствуясь этими примерами, Вы легко сможете оформить свои списки к учебным пособиям, монографиям, практикумам.

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 заглавиях 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!

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

- Бурдин Е. А., Воркова К. А.**
Николаевская церковь села Панская Слобода 1
- Бурдин Е. А., Воркова К. Н., Лямаева Д. А.**
Богородицко-Смоленская церковь села Красный Яр 2-3
- Бурдин Е. А., Лямаева Д. А.**
Введенский и Петропавловский храмы села Шиловка 2-3
- Злобин А. А.**
Смысловое наполнение концепта *Соловки* в романе О. В. Волкова «Погружение во тьму» 4
- Крошнева М. Е.**
Стиль в литературе 4
- Марков А. В.**
Леонардо да Винчи в русской поэзии: искусствоведческий порядок восприятия 1

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

- Вельмисов П. А., Покладова Ю. В.**
Математическое моделирование систем измерения давления 2-3
- Вельмисов П. А., Тамарова Ю. А.**
Математическое моделирование системы «трубопровод-датчик давления» с учётом сжимаемости рабочей среды 1
- Манжосов В. К., Самсонов А. А.**
Динамическая модель плоского манипулятора 1
- Мизхер У. Д., Вельмисов П. А.**
Применение системы ANSYS для исследования струйных турбулентных течений 4

МАШИНОСТРОЕНИЕ

- Морозов О. И., Табаков В. П., Кокорин В. Н., Илюшкин М. В.**
Моделирование НДС поверхностного слоя инструмента с износостойким ионно-плазменным покрытием в процессах ОМД 4

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Алексеева А. В.**
Поиск структур специального вида на карте обобщённой дисперсии как метод повышения эффективности контроля 2-3

Содержание журнала за 2020 г.

В 2020 г. в журнале «Вестник УЛГТУ» опубликовано

- Гусев С. И., Елифанов В. В.**
Инфраструктура системы функционирования беспилотного автотранспортного средства 1
- Савельев В. А., Рогова Т. Н.**
Цифровизация машиностроительного комплекса в России и зарубежных странах: обзор тенденций 4
- Тронин В. Г., Тибушкина Н. В.**
Эволюция системы передачи научных знаний 4

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

- Косарев В. А.**
Анализ неисправностей и методов контроля светодиодов 1

ЭНЕРГЕТИКА

- Кузнецов А. В., Юренков Ю. П., Ситникова Ю. Д.**
Проблема ограничения токов короткого замыкания в энергосберегающих системах транспортировки и распределения электроэнергии 1
- Мизхер У. Д., Чукалин А. В., Бусыгин С. В., Ковальногов В. Н., Федоров Р. В.**
Моделирование и исследование процессов горения топливовоздушных смесей на основе биогаза 2-3

- Цветова Е. В., Ковальногов В. Н., Федоров Р. В.**
Исследование эффективности комплексных методов интенсификации теплоотдачи при газодинамической температурной стратификации 2-3

- Чамчян Ю. Е., Ковальногов В. Н., Федоров Р. В.**
Исследование влияния характеристик ограждающих конструкций здания на его энергоэффективность и потенциал энергосбережения 2-3

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

- Авдеенко И. В., Никулин А. Н.**
Экономико-математические модели в налогообложении 4
- Гусев С. И., Елифанов В. В.**
Структура системы функционирования беспилотного автотранспортного средства 4
- Зырянова У. П., Гусарова В. С.**
О территориальной схеме обращения с отходами в Ульяновской области 4
- Клеймёнова Т. Н., Кривобок С. С., Кочерин Д. Е., Сошников А. А.**
Авиация на Байкале: экономические и технические аспекты бизнеса 1
- Куракова Н. И., Рогова Т. Н.**
Анализ основных угроз финансово-экономической безопасности Ульяновской области 4
- Мансуров П. М., Мансурова Г. И.**
Правовая защита объектов интеллектуальной собственности 1
- Мансурова Г. И., Мансуров П. М., Исаева И. М.**
Поддержка малому бизнесу от государства во время пандемии 4
- Никитина Е. Н., Елифанов В. В.**
Анализ развития в мире автономных автобусов и такси 4
- Раецкая О. В., Тарасев И. Б., Серый К. Е.**
Синтез искусственного и естественного интеллектов в контексте цифровой экономики 1
- Родионова Т. Е., Рыбкина М. В.**
Влияние миграции на демографическую ситуацию и внутренний рынок труда Ульяновской области 4
- Рыбкина М. В.**
Демографическая ситуация и её влияние на воспроизводство трудовых ресурсов в регионе (на примере Ульяновской области) 1
- Рыбкина М. В.**
Современный уровень и качество жизни населения Ульяновской области 1
- Сайфутдинов Р. А., Козлов А. А.**
Анализ производственного травматизма при оценке профессиональных рисков 1

Сайфутдинов Р. А., Савинов И. В., Родненко Я. В., Белогрудова Д. Ю., Някина А. С.	Штурмина О. С., Колоколова В. В.	ХРОНИКА УНИВЕРСИТЕТА. КОНФЕРЕНЦИИ. ЮБИЛЕИ	1, 2-3, 4
Перевозка грузов на воздушном судне	Диагностика риска банкротства (на примере ПАО «Аэрофлот») 4	СООБЩЕНИЕ	1, 2-3, 4
Смоленская С. В.	Слово задравное о литературоведе, редакторе и издателе. <i>К 70-летию А. А. Дырдина</i> 2-3	ABSTRACTS	1, 2-3, 4
Национальная безопасность России в современном мире 2-3		Правила оформления статей для журнала «Вестник УлГТУ»	2-3, 4
Смоленская С. В., Савельев В. А.			
Глобализация современной экономики 1			