

ISSN 2221-5182

Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

# «НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 4(142) 2023

*Главный редактор*

Тарандо Е.Е.

*Редакционная коллегия:*

Воронкова Ольга Васильевна  
Атабекова Анастасия Анатольевна  
Омар Ларук  
Левшина Виолетта Витальевна  
Малинина Татьяна Борисовна  
Беднаржевский Сергей Станиславович  
Надточий Игорь Олегович  
Снежко Вера Леонидовна  
У Сунцзе  
Ду Кунь  
Тарандо Елена Евгеньевна  
Пухаренко Юрий Владимирович  
Курочкина Анна Александровна  
Гузикова Людмила Александровна  
Даукаев Арун Абалханович  
Тютюнник Вячеслав Михайлович  
Дривотин Олег Игоревич  
Запивалов Николай Петрович  
Пеньков Виктор Борисович  
Джаманбалин Кадыргали Коныспаевич  
Даниловский Алексей Глебович  
Иванченко Александр Андреевич  
Шадрин Александр Борисович

## В ЭТОМ НОМЕРЕ:

### МАШИНОСТРОЕНИЕ:

- Технология машиностроения
- Роботы, мехатроника и робототехнические системы

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

- Математическое моделирование и численные методы

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:

- Финансы
- Мировая экономика

Москва 2023

# «НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

Журнал

«Наука и бизнес: пути развития»  
выходит 12 раз в год.

Журнал зарегистрирован  
Федеральной службой по надзору  
за соблюдением законодательства  
в сфере массовых коммуникаций и  
охране культурного наследия  
(Свидетельство ПИ № ФС77-44212).

Учредитель

МОО «Фонд развития науки и  
культуры»

Журнал «Наука и бизнес: пути  
развития» входит в перечень ВАК  
ведущих рецензируемых научных  
журналов и изданий, в которых  
должны быть опубликованы  
основные научные результаты  
диссертации на соискание ученой  
степени доктора и кандидата наук.

Главный редактор

**Е.Е. Тарандо**

Выпускающий редактор

**Е.В. Алексеевская**

Редактор иностранного  
перевода

**Н.А. Гунина**

Инженер по компьютерному  
макетированию

**Е.В. Алексеевская**

**Адрес редакции:**

г. Москва, ул. Малая Переяславская,  
д. 10, к. 26

**Телефон:**

89156788844

**E-mail:**

nauka-bisnes@mail.ru

На сайте

**<http://globaljournals.ru>**

размещена полнотекстовая  
версия журнала.

Информация об опубликованных  
статьях регулярно предоставляется  
в систему Российского индекса  
научного цитирования  
(договор № 2011/30-02).

Перепечатка статей возможна только  
с разрешения редакции.

Мнение редакции не всегда  
совпадает с мнением авторов.

## Экспертный совет журнала

**Тарандо Елена Евгеньевна** – д.э.н., профессор кафедры экономической социологии Санкт-Петербургского государственного университета; тел.: 8(812)274-97-06; E-mail: elena.tarando@mail.ru.

**Воронкова Ольга Васильевна** – д.э.н., профессор, председатель редколлегии, академик РАЕН, г. Санкт-Петербург; тел.: 8(981)972-09-93; E-mail: nauka-bisnes@mail.ru

**Атабекова Анастасия Анатольевна** – д.ф.н., профессор, заведующая кафедрой иностранных языков юридического факультета Российского университета дружбы народов; тел.: 8(495)434-27-12; E-mail: aaatabekova@gmail.com.

**Омар Ларук** – д.ф.н., доцент Национальной школы информатики и библиотек Университета Лиона; тел.: 8(912)789-00-32; E-mail: omar.larouk@enssib.fr.

**Левшина Виолетта Витальевна** – д.т.н., профессор кафедры управления качеством и математических методов экономики Сибирского государственного технологического университета; 8(3912)68-00-23; E-mail: violetta@sibstu.krasnoyarsk.ru.

**Малинина Татьяна Борисовна** – д.социол.н., профессор кафедры социального анализа и математических методов в социологии Санкт-Петербургского государственного университета; тел.: 8(921)937-58-91; E-mail: tatiana\_malinina@mail.ru.

**Беднаржевский Сергей Станиславович** – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности Сургутского государственного университета, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, академик РАЕН и Международной энергетической академии; тел.: 8(3462)762-812; E-mail: sbed@mail.ru.

**Надточий Игорь Олегович** – д.ф.н., профессор, заведующий кафедрой философии Воронежской государственной лесотехнической академии; тел.: 8(4732)53-70-708, 8(4732)35-22-63; E-mail: inad@yandex.ru.

**Снежко Вера Леонидовна** – д.т.н., профессор, заведующая кафедрой систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов Российского государственного аграрного университета – Московкой сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева; тел.: 8(495)153-97-66, 8(495)153-97-57; E-mail: VL\_Snejko@mail.ru.

**У Сунцзе (Wu Songjie)** – к.э.н., преподаватель Шаньдунского педагогического университета (г. Шаньдун, Китай); тел.: +86(130)21-69-61-01; E-mail: qdwcung@hotmail.com.

**Ду Кунь (Du Kun)** – к.э.н., доцент кафедры управления и развития сельского хозяйства Института кооперации Циндаоского аграрного университета (г. Циндао, Китай); тел.: 89606671587; E-mail: tambovdu@hotmail.com.

# «НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

## научно-практический журнал

**Пухаренко Юрий Владимирович** – д.т.н., член-корреспондент РААСН, профессор, заведующий кафедрой технологии строительных материалов и метрологии Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета; тел.: 89213245908; E-mail: tsik@spbgasu.ru.

**Курочкина Анна Александровна** – д.э.н., профессор, член-корреспондент Международной академии наук Высшей школы, заведующая кафедрой экономики предприятия природопользования и учетных систем Российского государственного гидрометеорологического университета; тел.: 89219500847; E-mail: kurochkinaanna@yandex.ru.

**Морозова Марина Александровна** – д.э.н., профессор, директор Центра цифровой экономики Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург; тел.: 89119555225; E-mail: marina@russiatourism.pro.

**Гузикова Людмила Александровна** – д.э.н., профессор Высшей школы государственного и финансового управления Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург; тел.: 8(911)814-24-77; E-mail: guzikova@mail.ru.

**Даукаев Арун Абалханович** – д.г.-м.н., заведующий лабораторией геологии и минерального сырья Комплексного научно-исследовательского института имени Х.И. Ибрагимова РАН, профессор кафедры физической географии и ландшафтоведения Чеченского государственного университета, г. Грозный (Чеченская Республика); тел.: 89287828940; E-mail: daykaev@mail.ru.

**Тютюнник Вячеслав Михайлович** – к.х.н., д.т.н., профессор, директор Тамбовского филиала Московского государственного университета культуры и искусств, президент Международного Информационного Нобелевского Центра, академик РАЕН; тел.: 8(4752)50-46-00; E-mail: vmt@imb.ru.

**Дривотин Олег Игоревич** – д.ф.-м.н., профессор кафедры теории систем управления электрофизической аппаратурой Санкт-Петербургского государственного университета, г. Санкт-Петербург; тел.: (812)428-47-29; E-mail: drivotin@yandex.ru.

**Запывалов Николай Петрович** – д.г.-м.н., профессор, академик РАЕН, заслуженный геолог СССР, главный научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск; тел.: +7(383)333-28-95; E-mail: ZapivalovNP@ipgg.sbras.ru.

**Пеньков Виктор Борисович** – д.ф.-м.н., профессор кафедры математических методов в экономике Липецкого государственного педагогического университета, г. Липецк; тел.: 89202403619; E-mail: vbpenkov@mail.ru.

**Джаманбалин Кадыргали Коныспаевич** – д.ф.-м.н., профессор, ректор Костанайского социально-технического университета имени академика Зулкарнай Алдамжар, г. Костанай (Республика Казахстан); E-mail: pkkstu@mail.ru.

**Даниловский Алексей Глебович** – д.т.н., профессор кафедры судовых энергетических установок, систем и оборудования Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, г. Санкт-Петербург; тел.: (812)714-29-49; E-mail: agdanilovskij@mail.ru.

**Иванченко Александр Андреевич** – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой двигателей внутреннего сгорания и автоматики судовых энергетических установок Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, г. Санкт-Петербург; тел.: (812)321-37-34; E-mail: IvanchenkoAA@gumrf.ru.

**Шадрин Александр Борисович** – д.т.н., профессор кафедры двигателей внутреннего сгорания и автоматики судовых энергетических установок Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, г. Санкт-Петербург; тел.: 321-37-34; E-mail: abshadrin@yandex.ru.

## Содержание

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Математическое моделирование и численные методы

<b>Акалу Й.А., Еленев Д.В.</b> Методы моделирования движения тросовых систем .....	8
<b>Акалу Й.А., Еленев Д.В., Гермамо А.Й.</b> Применение и эксперименты по реализации космических тросовых систем .....	12
<b>Баширов М.Г., Хисамов Н.А., Журба Я.С., Волкова О.Г.</b> Разработка интеллектуальной системы диагностики машинных агрегатов с электрическим приводом .....	17
<b>Баширов М.Г., Хафизов А.М., Адельгужин Р.Р.</b> Цифровой двойник лабораторного стенда с регулятором на базе нечеткой логики .....	24
<b>Денисенко М.С., Белаш В.Ю.</b> Проектирование информационной системы для общественной организации .....	29
<b>Зайцева И.В., Казначеева М.Г., Шлаев Д.В, Сиденко И.К.</b> Математическое моделирование решения конкурентной задачи синхронизации подзадач .....	33
<b>Зайцева И.В., Шебукова А.С., Казначеева О.Х., Долгополова А.Ф.</b> Математическое моделирование сетевого планирования распределения ресурсов в условиях конкуренции .....	37
<b>Иванов П.С.</b> Обработка данных трехфакторного эксперимента и создание математических моделей для определения оптимальных параметров работы конусной вибрационной мельницы .....	40
<b>Пальмов С.В., Тимофеев А.В.</b> Исследование методов предобработки данных .....	45
<b>Прахов И.В., Холматов Ш.Ш., Хисамов Н.А.</b> Использование интеллектуальной системы управления распределительной подстанцией в задачах энергоэффективности и энергосбережения.....	50
<b>Скрябина А.А., Хисматуллин А.С., Заболотный Д.А., Боев М.В.</b> Моделирование и анализ эффективности применения системы компенсации реактивной мощности в распределительной трансформаторной подстанции в среде Simulink .....	56
<b>Турутин Б.Б.</b> Особенности формирования информационных моделей, полученных по результатам обработки материалов изысканий .....	59

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

## Роботы, мехатроника и робототехнические системы

<b>Жаров И.С.</b> Анализ конструкций датчиков максимального потока воздуха с различными упругими чувствительными элементами .....	64
<b>Крохмаль В.В., Мацко О.Н., Габриель А.С., Мохова Н.А.</b> Влияние центробежной силы на давление в рабочей камере пневматической пружины на мехатронном испытательном стенде .....	69

## Технология машиностроения

<b>Говоруха П.А.</b> Проблематика управления и эффективности реализации строительного проекта.....	74
<b>Зырянов М.А., Медведев С.О., Петрова И.А., Швецова И.Г.</b> Исследование особенностей строения различных частей биомассы дерева.....	79
<b>Зырянов М.А., Швецова И.Г., Сергаев С.О., Непомнящий В.С.</b> Конструкторский расчет рабочих органов для измельчения древесной зелени хвойных пород в климатических условиях крайнего севера.....	86
<b>Зырянов М.А., Герасимова М.М., Швецова И.Г., Непомнящий В.С.</b> Математическое моделирование технологического процесса подготовки отходов лесозаготовок .....	

к утилизации .....	98
<b>Зырянов М.А., Швецова И.Г., Непомнящий В.С., Ступак П.В.</b> Разработка конструкции ножей для измельчения древесной зелени хвойных пород древесины .....	104
<b>Непомнящий В.С., Сергаев С.О., Зырянов М.А.</b> Мобильное деревообрабатывающее оборудование, как основа эффективности лесозаготовительных работ .....	110
<b>Черных Л.Г., Степанов С.Н., Хрусталева И.Н.</b> Расчет систематической составляющей первичного профиля, с учетом относительных колебаний .....	113

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

### **Финансы**

<b>Бобрышева А.А.</b> Направления развития кластерных структур в Саратовской Области.....	117
<b>Жегера К.В., Панина О.А.</b> Анализ конкурентоспособности на примере предприятия молочной промышленности.....	121
<b>Кириллова Т.В., Яненко М.Б., Яненко М.Е.</b> Товарная политика как элемент комплекса маркетинга в концепции метавселенной.....	127
<b>Косолапов Ю.В., Костромина Е.А., Сивова А.А.</b> Перспективы энергетических технологий в зарубежном пенитенциарном транспортном секторе .....	130
<b>Котов С.А., Талоло В.И.</b> Инвестирование в None-Fungible Tokens (NFT) .....	133
<b>Котов С.А., Талоло В.И.</b> Современная технология NFT как способ инвестирования финансов.....	136
<b>Покровская Л.Л., Долотова Н.Л., Фомина В.Г.</b> Мошенничество экономической направленности в РФ: анализ и современные аспекты.....	139
<b>Рахматуллин Ю.Я., Баянова Л.Н., Лутфуллин Ю.Р., Мустафина О.А.</b> Региональный туристический кластер .....	143
<b>Саадулаева Т.А., Лукина В.Д.</b> Развитие инвестиционной политики при обеспечении экономической безопасности государства.....	148
<b>Салаватова Ю.А., Герба В.А.</b> К вопросу оценки затрат на информационную инфраструктуру предприятия .....	154
<b>Следь Ю.Г., Шакирова А.А., Акрамов У.К.</b> Меры по снижению преступности несовершеннолетних детей.....	157
<b>Хайруллина Р.Г., Ахмадуллина И.А., Шигорцова Е.С.</b> Особенности объективных признаков контрабанды стратегически важных товаров и ресурсов.....	160

### **Мировая экономика**

<b>Смелков К.А.</b> Оценка стоимости бизнеса: современные подходы и технологии .....	163
<b>Изютина Т.А.</b> Влияние санкционных ограничений на расширение торговли России несырьевыми неэнергетическими товарами со странами Латинской Америки и Карибского бассейна .....	167
<b>Касьянова Т.А., Полякова К.П., Решетова В.В., Фролова Д.А.</b> Управление проектами: основные понятия и методы.....	171
<b>Мальцева С.М., Некрасов М.Н., Рыжакова Е.В., Строганов Д.А.</b> Воздействие рекламы на потребительский выбор студентов .....	175
<b>Мальцева С.М., Шibaева Я.С., Комарова А.Н., Ротанова М.Б.</b> Выбор студентами Нижнего Новгорода брендов одежды до и после введения санкций .....	178

## Contents

### INFORMATION TECHNOLOGY

#### Mathematical Modeling and Numerical Methods

<b>Akalu Y.A., Elenev D.V.</b> Methods for Modeling the Motion of Tether Systems.....	8
<b>Akalu Y.A., Elenev D.V., Germamo A.Y.</b> Application and Experiments for the Implementation of Space Tether Systems.....	12
<b>Bashirov M.G., Khisamov N.A., Ghurba Y.S., Volkova O.G.</b> The Development of an Intelligence System for Troubleshooting of Machine Assemblies with Electric Motor Drive .....	17
<b>Bashirov M.G., Khafizov A.M., Adelguzhin R.R.</b> Digital Twin of a Laboratory Stand with a Controller Based on Fuzzy Logic.....	24
<b>Denisenko M.S., Belash V.Yu.</b> Information System Design for Public Organization .....	29
<b>Zaitseva I.V., Kaznacheeva M.G., Shlaev D.V., Sidenko I.K.</b> Mathematical modeling of the solution of the competitive problem of subtask synchronization .....	33
<b>Zaitseva I.V., Shebukova A.S., Kaznacheeva O.Kh., Dolgopolova A.F.</b> Mathematical Modeling of Network Planning of Resource Allocation in Competitive Conditions.....	37
<b>Ivanov P.S.</b> Processing Data from a Three-Factor Experiment and Creating Mathematical Models to Determine the Optimal Parameters of the Cone Vibration Mill .....	40
<b>Palmov S.V., Timofeev A.V.</b> Research on Data Preprocessing Methods .....	45
<b>Prakhov I.V., Kholmatov Sh.Sh., Khisamov N.A.</b> Using an Intelligent Distribution Substation Management System for Energy Efficiency and Energy Saving Tasks.....	50
<b>Scriabina A.A., Khismatullin A.S., Zabolotny D.A., Boev M.V.</b> Improvement of the Power Supply System of the Catalytic Reforming Shop .....	56
<b>Turutin B.B.</b> Features of the Formation of Information Models Obtained from the Results of Processing Survey Materials .....	59

### MECHANICAL ENGINEERING

#### Robots, mechatronics and robotic systems

<b>Zharov I.S.</b> Analysis of Designs of Maximum Air Flow Sensors with Various Elastic Sensing Elements .....	64
<b>Krokhmal V.V., Matsko O.N., Gabriel A.S., Mokhova N.A.</b> The Effect of Centrifugal Force on the Pressure in the Working Chamber of the Pneumatic Spring of the Mechatronic Test Bench...	69

#### Engineering Technology

<b>Govorukha P.A.</b> Problems of Management and Efficiency of Construction Project Implementation.....	74
<b>Zyryanov M.A., Medvedev S.O., Petrova I.A., Shvetsova I.G.</b> A Study of the Structural Features of Different Parts of Wood Biomass .....	79
<b>Zyryanov M.A., Shvetsova I.G., Sergaev S.O., Nepomnyashchy V.S.</b> Design Calculation of Working Bodies for Shredding Coniferous Wood Greens in the Climatic Conditions of the Far North.....	86
<b>Zyryanov M.A., Gerasimova M.M., Shvetsova I.G., Nepomnyashchy V.S.</b> Mathematical Modeling of the Technological Process of Preparation of Logging Waste for Disposal.....	98
<b>Zyryanov M.A., Shvetsova I.G., Nepomnyashchy V.S., Stupak P.V.</b> The Development of the Design of Knives for Chopping Wood Greens of Coniferous Wood Species .....	104
<b>Nepomnyashchy V.S., Sergaev S.O., Zyryanov M.A.</b> Mobile Woodworking Equipment as a Basis	

for the Efficiency of Logging Operations .....	110
<b>Chernykh L.G., Stepanov S.N., Khrustaleva I.N.</b> Calculation of the Systematic Component of Primary Profile with Regard to Relative Oscillations.....	113

**ECONOMIC SCIENCES**

**Finance**

<b>Bobrysheva A.A.</b> Directions for the Development of Cluster Structures in the Saratov Region .	117
<b>Zhegera K.V., Panina O.A.</b> The Analysis of Competitiveness through the Example of a Dairy Industry Enterprise .....	121
<b>Kirillova T.V., Ianenko M.B., Ianenko M.E.</b> Product Policy as an Element of the Marketing Mix in the Concept of the Metaverse.....	127
<b>Kosolapov Yu.V., Kostromina E.A., Sivova A.A.</b> Prospects of Energy Technologies in the Foreign Penitentiary Transport Sector .....	130
<b>Kotov S.A., Talolo V.I.</b> Investing in None-Fungible Tokens (NFT).....	133
<b>Kotov S.A., Talolo V.I.</b> Modern NFT Technology as a Way to Invest Finances.....	136
<b>Pokrovskaya L.L., Dolotov N.L., Fomina V.G.</b> Economic Fraud in the Russian Federation: Analysis and Modern Aspects .....	139
<b>Rakhmatullin Yu.Ya., Bayanova L.N., Lutfullin J.R., Mustafina O.A.</b> The Regional Tourism Cluster of the Republic of Bashkortostan: Analysis and Development Prospects .....	143
<b>Saadulaeva T.A., Lukina V.D.</b> Development of Investment Policy While Ensuring the Economic Security of the State .....	148
<b>Salavatova J.A., Gerba V.A.</b> On the Issue of Estimating the Costs of the Information Infrastructure of an Enterprise .....	154
<b>Sled Yu.G., Shakirova A.A., Akramov U.K.</b> Measures to Reduce Minor Crime.....	157
<b>Khairullina R.G., Akhmadullina I.A., Shchigortsova E.S.</b> Features of Objective Signs of Smuggling of Strategically Important Goods and Resources .....	160

**World Economic**

<b>Smelkov K.A.</b> Business Valuation: Modern Approaches and Technologies.....	163
<b>Izutina T.A.</b> The Impact of Sanction Restrictions on the Expansion of Russia's Trade in Non-Commodity Non-Energy Goods with the Countries of Latin America and the Caribbean.....	167
<b>Kasyanova T.A., Polyakova K.P., Reshetova V.V., Frolova D.A.</b> Project Management: Basic Concepts and Methods .....	171
<b>Maltseva S.M., Nekrasov M.N., Ryzhakova E.V., Stroganov D.A.</b> The Impact of Advertising on Students' Consumer Choice.....	175
<b>Maltseva S.M., Shibaeva Y.S., Komarova A.N., Rotanova M.B.</b> Nizhny Novgorod Students' Choice of Clothing Brands before and After the Introduction of Sanctions .....	178

УДК 629.782

Й.А. АКАЛУ, Д.В. ЕЛЕНЕВ

ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева», г. Самара

## МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ТРОСОВЫХ СИСТЕМ

*Ключевые слова:* околоземная орбита; материальная точка; моделирование; тросовая система; развертывание; уравнение Лагранжа.

*Аннотация.* В статье рассматривается движение двух тел на околоземной орбите, соединенных невесомой неупругой связью.

Целью данной работы является исследование методов моделирования движения тросовых систем и разработка математической модели движения.

Задачей данной работы являются исследование движения двух тел и формулировка математической модели движения тел с применением уравнений Лагранжа.

Для анализа движения тросовой системы использовался численный метод Рунге-Кутты четвертого порядка.

Как показали результаты формулировки динамических уравнений движения и анализа движения тросовой системы в программной среде *Matlab*, метод Рунге-Кутты четвертого порядка имеет более точное решение, чем другие.

Космическая тросовая система (КТС) – это перспективные технологии в космическом исследовании, обеспечивающие генерирование электричества с использованием электродинамической тросовой системы: управление развертыванием движения спутников из космического аппарата или космической станции, уборка космического мусора, создание искусственной гравитации в космосе, транспортировка и сброс грузов и другие. Исследование, изучение динамики и разработка методов управления движением спутниковых тросовых систем являются актуальными проблемами. Математические модели движения космических тросовых систем, методы управлений движением

и влияние возмущающих факторов или сил на КТС изучены в работах [1]. Влияние аэродинамических сил на управление движения КТС и оценка устойчивости движения спускаемой аппаратуры рассмотрены в работе [2]. Там анализируется развертывание спутниковой тросовой системы, состоящей из двух тел на околоземной орбите.

### Математическая модель движения

В данной статье полагается, что тела представляют собой материальные точки в пространстве, которые совершают движение центра масс и вокруг центра масс под действием гравитационной силы.

Предположим, что трос невесомый и нерастяжимый. На концах троса находятся материальные точки масс  $m_1$  и  $m_2$ ; движение тел не влияет друг на друга. Рассматривается движение развертывания тросовой системы при условии, что пренебрегают аэродинамической силой и крутящим моментом. Механическая система показана на рис. 1 и состоит из двух тел (1 и 2), связанных невесомым нерастяжимым тросом, вращающимся вокруг Земли. В качестве механической системы была выбрана круговая орбита, так как она имеет устойчивое равновесие.  $O$  – центр Земли;  $C$  – центр масс тела;  $l = l_1 + l_2$  – длина троса;  $\theta$  – истинная аномалия движения центра масс;  $R, R_1, R_2$  – радиус вектора от центра масс Земли до центра масс и тел  $m_1, m_2$  соответственно;  $l_1$  и  $l_2$  – расстояния от центра масс до каждой точки. Используем орбитальную систему координаты. Уравнения Лагранжа второго рода используются для получения математической модели движения тросовой системы [3].

Представим радиус вектора материальных точек в следующем виде:

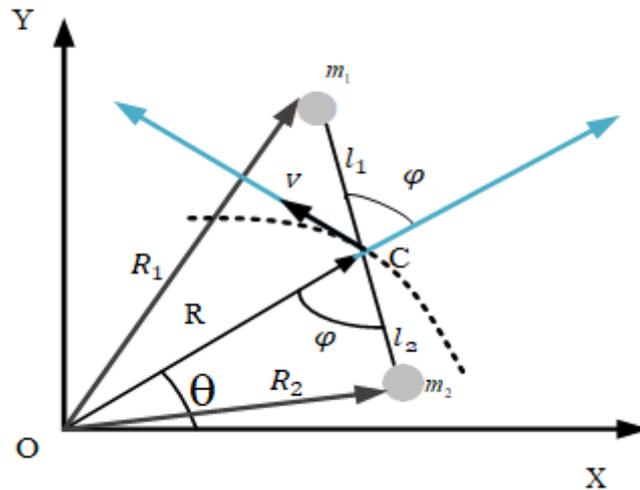


Рис. 1. Механическая система тела

$$\begin{aligned}
 R_1 &= (R \cos \theta + l_1 \cos(\theta + \varphi))i + \\
 &+ (R \sin \theta + l_1 \sin(\theta + \varphi))j; \\
 R_2 &= (R \cos \theta - l_2 \cos(\theta - \varphi))i + \\
 &+ (R \sin \theta - l_2 \sin(\theta - \varphi))j.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Здесь  $\theta$  – истинная аномалия движения;  $\varphi$  – углы отклонения от местной вертикали троса, соединяющего центры масс и соответствующие тела;  $i, j$  – единичные векторы по  $X, Y$  соответственно.

Кинетическая энергия представляется в следующей форме:

$$T = \frac{1}{2} m_1 V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2^2.
 \tag{2}$$

Здесь  $V_1 = \dot{R}_1, V_2 = \dot{R}_2, m_1, m_2$  – абсолютные скорости и массы 1 и 2 тела относительно центра масс системы соответственно. Скорость  $i$ -ого тела получается при дифференцировании вектора проекции по времени.

Потенциальная энергия системы представляется в следующей форме:

$$U = -\mu \left( \frac{m_1}{\sqrt{l_1^2 + 2l_1 \cos \varphi + R^2}} + \frac{m_2}{\sqrt{l_2^2 - 2l_2 \cos \varphi + R^2}} \right).
 \tag{3}$$

Здесь  $\mu$  – гравитационный параметр Земли;  $m_1, m_2$  – масса первого и второго тел соответственно.

### Уравнение движения тросовой системы

Движение тела представим с использованием уравнения Лагранжа [3]:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial U}{\partial q_i} = Q.
 \tag{4}$$

Здесь  $T, U$  – кинетическая и потенциальная энергии;

$\dot{q}_i = (\dot{l}, \dot{l}, \dot{\varphi})$  – обобщенные координаты;

$Q$  – вектор обобщенных сил, действующих на тела;  $(\dot{\bullet})$  – обозначение дифференцирования.

Для круговой орбиты радиус центра массы тела является постоянным. Кроме того, орбитальная угловая скорость  $\theta = \Omega$  также постоянна. Представим, что:

$$\Omega = \sqrt{\frac{\mu}{R^3}}.
 \tag{5}$$

Сделаем некоторые упрощения для выво-

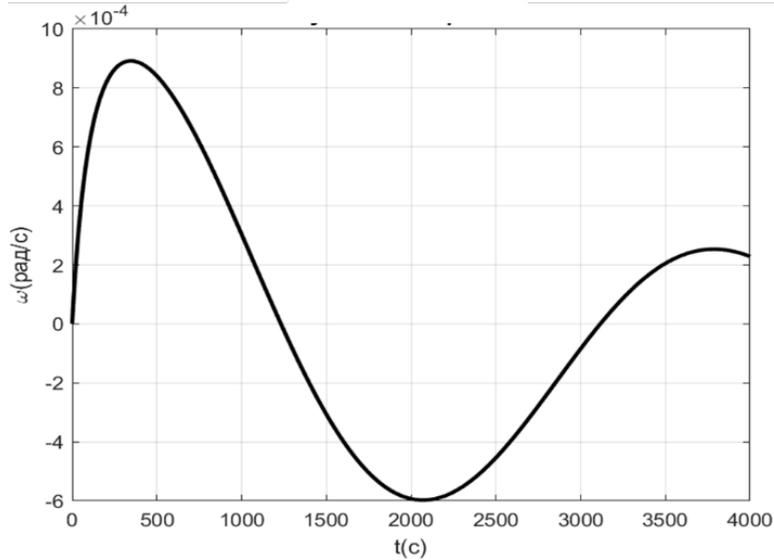


Рис. 2. Угловая скорость тросовой системы

да уравнений динамики. Рассмотрим частные производные обобщенные координаты, обобщенные скорости и продифференцируем по времени, после преобразования применим ряд Маклорена [4] с учетом уравнения (5). Предположим, что аэродинамическая сила и крутящий момент отсутствуют, натяжение троса будет постоянным, а длина троса имеет  $l = l_1 + l_2$ . Получим динамические уравнения движений тела:

$$\begin{aligned} \ddot{l} &= l_1 \left( \dot{\varphi}^2 + 2\Omega\dot{\varphi} + 3\Omega^2 \cos^2 \varphi \right) + \\ &+ l_2 \left( \dot{\varphi}^2 - 2\Omega\dot{\varphi} + 3\Omega^2 \cos^2 \varphi \right) + \frac{Q(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}; \\ \ddot{\varphi} &= \frac{m_1 l_1^2}{m_1 l_1^2 + m_2 l_2^2} \left( -2 \frac{\dot{l}_1}{l_1} \left( \dot{\varphi} + \Omega \right) - 3\Omega^2 \sin \varphi \cos \varphi \right) + \\ &+ \frac{m_2 l_2^2}{m_1 l_1^2 + m_2 l_2^2} \left( -2 \frac{\dot{l}_2}{l_2} \left( \dot{\varphi} - \Omega \right) - 3\Omega^2 \sin \varphi \cos \varphi \right). \end{aligned} \quad (6)$$

Уравнения (6) являются динамическими уравнениями движения тросовых систем на околоземной орбите.

### Численные результаты

Для простоты численного интегрирования предположим, что  $m_1 = m \gg m_2$ , центр

массы системы совпадает с точкой  $m_2$ , так как  $l_1 \cong 0 \Rightarrow l_2 \cong l$ , тогда уравнение (6) будет:

$$\begin{aligned} \ddot{l} &= l \left( \dot{\varphi}^2 - 2\Omega\dot{\varphi} + 3\Omega^2 \cos^2 \varphi \right) + \\ &+ \frac{Q(m_1 + m_2)}{m_1 m_2}; \end{aligned} \quad (7)$$

$$\ddot{\varphi} = -2 \frac{\dot{l}}{l} \left( \dot{\varphi} - \Omega \right) - 3\Omega^2 \sin \varphi \cos \varphi.$$

Здесь  $Q = T + F_s$  – действующая внешняя сила;  $F_s = k\Delta l$  – сила упругости;  $\Delta l$  – изменение длины троса;  $k$  – коэффициент упругости троса;  $T = 3m_e \Omega^2 l \cos^2 \varphi$  – натяжение троса;  $m_e = m_1 m_2 / (m_1 + m_2)$  – эффективная масса системы.

Численные результаты представлены ниже, они получены интегрированием системы уравнений с использованием метода Рунге-Кутты четвертого порядка [5]. Начальные условия интегрирований имеют следующие значения:  $m_1 = m_2 = 8,9$  кг;  $\varphi = 0$  рад;  $\dot{\varphi} = 0$  рад/с;  $l = 0,01$  м;  $\dot{l} = 0,01$  м/с.

### Вывод

Полученные динамические уравнения движений в данной работе можно использовать для анализа движения тел, моделирования управ-

ления развертыванием тросовой системы без мента, а также для исследования и определения учета аэродинамической силы и крутящего момента устойчивости движения тел.

### Список литературы

1. Белецкий, В.В. Динамика космических тросовых систем / В.В. Белецкий, Е.М. Левин. – М. : Наука, 1990. – 329 с.
2. Заболотнов, Ю.М. Устойчивость движения в атмосфере связки двух твердых тел, соединенных тросом / Ю.М. Заболотнов, Д.В. Еленев // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. – 2013. – № 2. – С. 49–60.
3. Яблонский, А.А. Курс теоретической механики : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. спец. / А.А. Яблонский, В.М. Никифорова. – 7-е изд., стер. – СПб : Лань, 1998. – 763 с.
4. Bird, J. Higher engineering mathematics / J. Bird // Elsevier Ltd., Fifth edition, 2006.
5. Вержбицкий, В.М. Основы численных методов : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов «Прикладная математика» / В.М. Вержбицкий. – 3-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2009. – 839 с.

### References

1. Beletskiy, V.V. Dinamika kosmicheskikh trosovykh sistem / V.V. Beletskiy, Ye.M. Levin. – М. : Nauka, 1990. – 329 s.
2. Zabolotnov, YU.M. Ustoychivost' dvizheniya v atmosfere svyazki dvukh tverdykh tel, soyedinennykh trosom / YU.M. Zabolotnov, D.V. Yelenev // Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Mekhanika tverdogo tela. – 2013. – № 2. – S. 49–60.
3. Yablonskiy, A.A. Kurs teoreticheskoy mekhaniki : Ucheb. posobiye dlya studentov vuzov, obuchayushchikhsya po tekhn. spets. / A.A. Yablonskiy, V.M. Nikiforova. – 7-ye izd., ster. – SPb : Lan', 1998. – 763 s.
5. Verzhbitskiy, V.M. Osnovy chislennykh metodov : uchebnyk dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy, obuchayushchikhsya po napravleniyu podgotovki diplomirovannykh spetsialistov «Prikladnaya matematika» / V.M. Verzhbitskiy. – 3-ye izd., ster. – М. : Vyssh. shk., 2009. – 839 s.

---

© Й.А. Акалу, Д.В. Еленев, 2023

УДК 004.056.53

Й.А. АКАЛУ, Д.В. ЕЛЕНЕВ, А.Й. ГЕРМАМО  
ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева», г. Самара

## ПРИМЕНЕНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО РЕАЛИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ ТРОСОВЫХ СИСТЕМ

*Ключевые слова:* космическая тросовая система; космический аппарат; космический мусор; орбита; токопроводящий трос; электродинамическая тросовая система.

*Аннотация.* В статье рассматривается обзор существующих и используемых методов развертывания космических тросовых систем.

Целью данной работы является анализ применения и проведенных экспериментов в реализации космических тросовых систем.

Задача работы – исследование обзора теорий и способов применения космических тросовых систем.

В данной статье использовали теоретический метод исследования и изучения существующих тросовых систем.

В результате выявлены перспективы решаемой задачи в сфере космической тросовой системы.

Космические тросовые системы (КТС) имеют множество применений. За последние 50 лет было разработано большое количество различных проектов с использованием космических тросов. Большинство из них предусматривает радиальное соединение двух объектов – космического аппарата (КА) и спутника. Эти системы устойчивы в локальных вертикальных направлениях, поскольку они используют естественный гравитационный фактор стабилизации. К задачам относятся наблюдение Земли, создание искусственной гравитации, выработка электричества, космические перевозки, спуск грузов с орбиты, улавливание мусора и утилизация, например, для отслуживших свой срок КА [1].

КТС состоит из КА и тросов, соединяющих два или более космических аппарата, и, как правило, трос применяется в двух вариантах:

круглое сечение либо в виде ленты. В каждом из этих случаев трос также может быть токопроводящим и иметь длину от нескольких метров до десятков километров. По существу, космические тросовые системы требуют предварительного развертывания. Трос должен быть уложен, необходим механизм для развертывания троса в желаемую конфигурацию. Поэтому успешное развертывание троса является критически важным для КТС. Кроме того, крайне важно, чтобы была достигнута желаемая ориентация спутников.

Исследования применения КТС в космосе начались в 1895 г., когда эта идея была сформулирована К.Э. Циолковским. Он говорил о создании искусственной гравитации с помощью совокупности обитаемых станций и вращающихся балластных масс и предложил идею так называемого «космического лифта», использующего башню с основанием на поверхности Земли и вершиной за пределами геостационарной орбиты для доставки грузов в космос.

Интенсивная работа по проектированию космической тросовой системы началась в середине 1960-х гг., NASA в 1966 г. продемонстрировало применение КТС на практике (миссии *Gemini-11* и *Gemini-12*). В этих проектах продемонстрировали пассивную стабилизацию положения двух КА и создание искусственной гравитации с вращением КА, связанных тросом. В 70-х гг. XX века совместно NASA и итальянские ученые ASI разрабатывали ряд проектов с применением КТС в космосе (*TSS-1* и *TSS-1R*) и активно демонстрировали возможность работы КТС на орбите, обеспечивая гравитационную стабилизацию троса из КА и генерируя высокие напряжения на тросе, извлекая ток из ионосферы [2]. В теоретический анализ динамики КТС внесли большой вклад следующие авторы [1; 3; 4]. С тех пор было осуществлено более

20-ти полетов КТС на суборбитальных и низких околоземных высотах. Последовательность развития и истории реализаций космических тросовых систем на сегодняшний день изучены в работе [3]. На протяжении многих этих миссий трос управлялся пассивным развертыванием, который может только разматывать трос, а система развертыванием троса *SEDS-II* и *YES2* является активной: может наматывать и разматывать тросы, обеспечивая развертывание с обратной связью. Полетные данные, полученные из этих миссий, указывают на превосходные характеристики управлений с обратной связью. Интересно отметить, что во многих миссиях использовалась пружина для создания начального импульса, а затем использовался тормозной механизм для уменьшения скорости троса.

Например, из сделанных экспериментов *TSS-1*, *TSS-1R* и другие потерпели неудачу из-за механизма развертывания, защемления троса, и добиться полного или хотя бы частичного развертывания не удалось. В дополнение к этим работам и экспериментам были исследованы методы управления развертыванием троса.

Фактически существующие работы показали, что систему можно стабилизировать только за счет натяжения троса. Однако эта упрощенная модель делает много предположений, включая невесомый жесткий трос, и учитывает только движение в плоскости. Были изучены расширения модели, но разработка управления становится непреодолимой и неразрешимой. Также было определено множество важных приложений для потенциального использования тросовой системы, таких как создание искусственной гравитации, стабилизация спутников, маневрирование с помощью воздуха, возвращение в атмосферу с помощью троса, сближение и захват полезной нагрузки, переход на орбиту, наблюдение Земли и исследование дальнего космоса [2], и другие. Несмотря на концептуальное богатство тросовой спутниковой системы, развитие технологии КТС может следовать поэтапно с логическим развитием концепций, реализуемых с использованием существующих технологий или технологий ближайшего будущего.

КТС на орбите обеспечивают искусственную гравитацию, удаление космического мусора, электропитание, выработку электроэнергии и коррекцию орбиты, космические перевозки, связь, спуск грузов с орбиты, осуществление группирования паллет и т.д.

## Искусственная гравитация

Реализация искусственной гравитации необходима для долгосрочной работы орбитального экипажа, гравитационной стабилизации в космосе. Для создания искусственной гравитации две конечные материальные точки должны быть соединены системой привязки в орбитальном пространстве и вращаться вокруг своего центра масс. Вращение вокруг центра масс, синхронизированное с орбитальным движением, обеспечивает локальную вертикальную гравитационную стабильность. Микрогравитация необходима для улучшения условий жизни на орбите, удаления взвешенных твердых частиц, облегчения работы с водой, упрощения передачи топлива, а также для многих экспериментальных и инженерных процессов.

## Удаление космического мусора

Ежеквартальный отчет *NASA* в начале 2022 г. показывает, что на околоземной орбите было обнаружено 25 182 фрагмента искусственного мусора. Из этого 8 171 – активные и «мертвые» космические аппараты, и 17 011 – ступени ракет-носителей, фрагменты конструкций и другой космический мусор [5].

Очевидно, что проблема накопления космического мусора на низкой околоземной орбите в последние годы стала очень актуальной. Без развития систем дистанционного зондирования Земли и спутниковой связи, увеличения количества запусков малых космических аппаратов и создания механизмов вывода на орбиту отслуживших свой срок космических аппаратов космический мусор на низкой околоземной орбите может увеличиваться в геометрической прогрессии [6]. Космический мусор представляет собой серьезную угрозу для действующих космических аппаратов и спутников, вращающихся вокруг Земли. Одним из возможных решений этой проблемы является использование тормозной силы или мощности, генерируемой электродинамической тросовой системой (ЭДТС) для удаления неиспользуемых спутников.

Программа *ProSEDS*, координируемая *Nasa*, посвящена выведению увода с орбиты [7]. Эксперимент был рассчитан на достижение тягового усилия около 0,4 Н и быстрый спуск ступени. Система была успешно испытана на Земле, но после неоднократных задержек запуск был

отменен.

Наиболее опасными нефункционирующими объектами или космическим мусором являются разгонные ступени ракет, так как они представляют очень высокую опасность при столкновении из-за большой массы и размеров, а наличие остатков топлива может вызвать спонтанные взрывы на орбите, что приводит к образованию большого количества мусора с непредсказуемыми траекториями. Для решения этой проблемы в работе [8] предложено отстранять объекты с орбиты с помощью троса, однако трос должен быть сначала захвачен оператором буксировки с помощью копья, а затем намотан на катушку. Процесс доставки объекта космического мусора на орбиту с помощью троса также был проанализирован в работе [9] с учетом оставшегося топлива в баке.

### Электропитание

Высокая стабильность радиальной спутниковой тросовой системы привела к тому, что ее использование было предложено в качестве ключевого элемента поддержки во многих космических проектах солнечной энергетики. Такие электростанции могли бы удовлетворить энергетические потребности Земли и потребности будущих космических исследований.

Передача энергии от космической станции к космическому аппарату может осуществляться беспроводным кабелем. В последнем случае необходимо построить специальный КА, состоящий из энергомодуля, соединенного с основным космическим аппаратом проводящим кабелем [6]. Другая конструкция – автономный энергетический модуль, который состоит из солнечных батарей и соединен проводящим тросом с космической станцией. Такой массив солнечных батарей имеет много преимуществ по сравнению с непосредственным монтажом на станции (лучшее выравнивание станции, увеличение жесткости конструкции, уменьшение тени, улучшение видимости). Другой вариант использования КТС в качестве источника энергии для космического корабля заключается в использовании ЭДТС для выработки этой энергии.

### Генерация тока и коррекция орбиты

Взаимодействие магнитного поля Земли и ионосферы открывает новые возможности для

разработчиков лучевых систем с применением проводящих тросов: по оценкам, ЭДТС может производить до 1 МВт, используя часть кинетической энергии от орбитального движения системы. Между тем бортовой генератор может быть применен для медленного изменения орбиты без расхода топлива.

Совместные американско-итальянские исследования в начале и конце 1990-х гг. показали, что спутники, привязанные к 20-километровому электродинамическому манипулятору, могут проводить исследования в области электродинамики и радиационной физики. В то время *NASA* и *ASI* разработали и продемонстрировали создание ЭДТС так называемых *Tethered Satellite System (TSS-1 и TSS-1R)*. Систему *TSS-1* удалось развернуть только на 265 метров, дальше она не смогла продолжить развертывание троса, так как его зажал в лебедке и он был перекрашен. В ходе эксперимента *TSS-1R* после четырех лет исследований (1996 г.) было выпущено почти 19,7 км троса, который также являлся длинным искусственным ЭДТС, но он сгорел в результате короткого замыкания, вероятно, из-за механического повреждения изоляции. Несмотря на результаты этого эксперимента, в рамках программы *TSS-1* была проведена часть исследования для демонстрации возможности получения электроэнергии от тросовой системы, удалось получить ток 0,5 А на тросе (*TSS-1R*) [2].

Большинство проектов ЭДТС предполагает использование радиальных систем. В частности, в работе [7] рассматривалась проблема компенсации атмосферных возмущений с помощью ЭДТС, воздействующих на систему, состоящую из двух спутников, соединенных обтекаемой связью на низкой околоземной орбите. Тросовая система работает в режиме создания тяги, которая увеличивает высоту орбиты в направлении постоянного тока; создание тяги ЭДТС выполняется за счет разности потенциалов, создаваемой бортовым источником питания космического аппарата.

### Космические перевозки

Космические тросы являются альтернативой реактивной системы в качестве средства передвижения в космосе. Во-первых, это связано с проектом «космического лифта», в случае его реализации должен начаться качественно новый этап освоения космоса [6].

Идея космического подъема основана на

возможности постоянного радиального равновесного положения, когда один конец троса находится на поверхности, а другой – на расстоянии около 100 тысяч км [10]. Центр масс системы находится на геостационарной орбите. Полезный груз поднимается с помощью лебедки вдоль причальной башни, таким образом доставляя полезный груз в космос. Однако ранние исследования показали, что даже лифты из самых прочных материалов того времени разрушаются под собственным весом. Появление углеродных нанотрубок в 1991 г. возродило интерес к космическим лифтам.

Широкие исследования проблем строительства и эксплуатации космических лифтов и других кабельных систем большой протяженности только начинаются. Изучение динамики этих КТС связано с разработкой новых моделей и методов исследования.

Чтобы сбалансировать массовое производство на орбите, достаточно разместить вращающийся КТС, энергетический обменник, на центральной орбите, учитывая сохранение импульса центральной силой. Дополнительная энергия требуется только для компенсации потерь энергии и управления направлением движения теплообменника. Предварительные оценки потенциальных транспортных применений вращающихся КТС представлены в работе [2].

В 1969 г. Ю. Арцутанов показал, что для вывода груза на орбиту с помощью тросов вовсе не обязательно привязывать подъемник к поверхности [10].

В работе [11] предложили использовать транспортные КТС для регулярных перебросок с Земли на Луну. Они нашли условия для управления тремя вращающимися тросовыми системами на низкой околоземной орбите, высокой околоземной орбите для транспортировки грузов без расхода топлива.

### Спуск грузов с орбиты

Эксперименты *SEDS-1* и *SEDS-2* на орбите продемонстрировали применение развертывания КТС в космосе; эксперименты *SEDS* включали сброс полезной нагрузки с орбиты без использования ракетных двигателей; целью миссии *SEDS-1* были развертывание полезной нагрузки на конце 20-километрового троса и

ее восстановление после обрыва троса. Целью было продемонстрировать, что оборудование *SEDS* может быть использовано для изучения входа в атмосферу после обрыва швартовочного троса. Выбранная орбита была наклонена на 34 градуса, высота перигея составляла 190 км, а апогея – 720 км. Во втором полете также должны были достигнуты небольшие колебания системы относительно местной вертикали [2]. Полет *SEDS-2* выявил одну из основных проблем КТС. Через четыре дня после полета привязной кабель был оборван частицей космического мусора.

Подобный орбитальный эксперимент был проведен в 2007 г. со спутником *YES2* (*Young Engineers' Satellite 2*). В этом эксперименте 30-километровый КТС был выведен на орбиту, а спутник *YES2* успешно спустился на свою позицию на поверхности Земли. Эксперимент *YES2* был частично успешным. Тросы были отпущены по всей длине, посадочная капсула вновь вошла в атмосферу, но из-за высокой скорости ей не удалось приземлиться в целевом районе, и поиск оказался безуспешным. На сегодняшний день *YES2* получил самый протяженный объект на околоземной орбите [3; 12].

### Проблемы и перспективы

КТС состоит из двух или более спутников, соединенных тросами. В данной статье представлены историческая информация и текущие вопросы, связанные с тросовыми системами в космосе, а также текущие области применения спутниковых тросовых систем, включая исследования по созданию искусственной гравитации, возможности удаления космического мусора, энергоснабжения, генерации энергии и коррекции орбиты транспортными системами и спуском полезной нагрузки с орбиты.

Исследование механической прочности и надежности космических тросовых связей, динамическое математическое моделирование, методы управления движением системы, анализ устойчивости движения КТС на различных орбитах и изучение факторов колебаний для создания искусственной гравитации за счет движения тока при взаимодействии ЭДТС с магнитным полем Земли являются перспективными направлениями, исследуемыми в настоящее время.

## Список литературы

1. Белецкий, В.В. Динамика космических тросовых систем / В.В. Белецкий, Е.М. Левин. – М. : Наука, 1990. – 329 с.
2. Cosmo, M.L. Tethers in space handbook / M.L. Cosmo, E.C. Lorenzini. – Citeseer, 1997.
3. Troger, H. Dynamics of Tethered Space Systems / H. Troger, A.P. Alpatov, V.V. Beletsky // CRC Press, 2010.
4. Aslanov, V.S. Dynamics of tethered satellite systems / V.S. Aslanov, A.S. Ledkov // Elsevier, 2012.
5. NASA Orbital Debris Quarterly News (Volume 26, Issue 1, March 2022) – Google Search [Electronic resource]. – Access mode : <https://orbitaldebris.jsc.nasa.gov/quarterly-news/pdfs/odqnv26i1.pdf>.
6. Волошенюк, О.Л. Космические тросовые системы—перспективное направление космической техники и технологии / О.Л. Волошенюк, А.В. Пироженко, Д.А. Храмов // Космическая наука и технология. – 2011. – Т. 17. – № 2. – С. 32–44.
7. Воеводин, П.С. К задаче о стабилизации движения низкоорбитальной электродинамической тросовой системы / П.С. Воеводин, Ю.М. Заболотнов // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2019. – № 2. – С. 117–132.
8. Сизов, Д.А. Способ захвата космического мусора, обеспечивающий его безопасную тросовую буксировку / Д.А. Сизов, В.С. Асланов // Труды МАИ, 2019. – № 109.
9. Асланов, В.С. Тросовая буксировка объекта космического мусора с полостью, заполненной жидкостью / В.С. Асланов, В.В. Юдинцев // Труды МАИ. – 2017. – № 97. – С. 1.
10. Арцутанов, Ю.Н. В космос – на электровозе / Ю.Н. Арцутанов // Труды Секции истории космонавтики и ракетной техники : Научное издание / Под редакцией В.Н. Куприянова, М.Н. Охочинского. – СПб : Балтийский государственный технический университет «Военмех», 2019. – С. 282–286.
11. Hoyt, R.P. LEO-Lunar tether transport system / R.P. Hoyt // AIAA Paper 97-2794, 33rd Joint Propulsion Conference. – Citeseer, 1997.
12. Williams, P. YES2 optimal trajectories in presence of eccentricity and aerodynamic drag / P. Williams // Acta Astronautica. Elsevier. – 2009. – Vol. 64. – No 7–8. – P. 745–769.

## References

1. Beletskiy, V.V. Dinamika kosmicheskikh trosovykh sistem / V.V. Beletskiy, Ye.M. Levin. – M. : Nauka, 1990. – 329 s.
6. Voloshenyuk, O.L. Kosmicheskiye trosovyye sistemy—perspektivnoye napravleniye kosmicheskoy tekhniki i tekhnologii / O.L. Voloshenyuk, A.V. Pirozhenko, D.A. Khramov // Kosmicheskaya nauka i tekhnologiya. – 2011. – T. 17. – № 2. – S. 32–44.
7. Voyevodin, P.S. K zadache o stabilizatsii dvizheniya nizkoorbital'noy elektrodinamicheskoy trosovoy sistemy / P.S. Voyevodin, YU.M. Zabolotnov // Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Teoriya i sistemy upravleniya. – 2019. – № 2. – S. 117–132.
8. Sizov, D.A. Sposob zakhvata kosmicheskogo musora, obespechivayushchiy yego bezopasnuyu trosovuyu buksirovku / D.A. Sizov, V.S. Aslanov // Trudy MAI, 2019. – № 109.
9. Aslanov, V.S. Trosovaya buksirovka ob"yekta kosmicheskogo musora s polost'yu, zapolnennoy zhidkost'yu / V.S. Aslanov, V.V. Yudinsev // Trudy MAI. – 2017. – № 97. – S. 1.
10. Artsutanov, YU.N. V kosmos – na elektrovoze / YU.N. Artsutanov // Trudy Sektsii istorii kosmonavтики i raketnoy tekhniki : Nauchnoye izdaniye / Pod redaktsiyey V.N. Kupriyanova, M.N. Okhochinskogo. – SPb : Baltiyskiy gosudarstvennyy tekhnicheskiiy universitet «Voyenmekh», 2019. – S. 282–286.

УДК 621.6

*М.Г. БАШИРОВ, Н.А. ХИСАМОВ, Я.С. ЖУРБА, О.Г. ВОЛКОВА**Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал), г. Салават*

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ МАШИННЫХ АГРЕГАТОВ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ**

*Ключевые слова:* гармоники; диагностика; неисправность; передача данных; спектр потребляемого тока; техническое состояние; электродвигатель.

*Аннотация.* На предприятиях нефтегазовой отрасли всегда предъявляются повышенные требования к надежности электрооборудования, ведь повреждение или его отказ могут привести к выходу из строя или созданию аварийных ситуаций, что, в свою очередь, повлечет экономический и экологический ущерб.

В данной статье на основе применения электромагнитного спектрального метода предложена интеллектуальная система диагностики технического состояния машинных агрегатов с электрическим приводом с использованием современных программно-аппаратных комплексов и технологий в виде нечетких множеств, искусственного интеллекта и нейронных сетей.

Рассмотрены структурная схема электропривода и алгоритм работы нейронной сети, приведены основные повреждения электродвигателя и достоинства их компьютерного моделирования. Проведен сравнительный анализ диагностики виброакустического мониторинга и оценки технического состояния машинных агрегатов по параметрам гармонических составляющих потребляемых токов и напряжений двигателя электропривода. На основе имеющихся экспериментальных данных выявлена наиболее эффективная интеллектуальная система диагностики для оценки текущего технического состояния машинных агрегатов с электрическим приводом, необходимая для идентификации их режимов работы и прогнозирования остаточного ресурса.

бенно испытывают необходимость в как можно более минимальных производственных и эксплуатационных издержках, при этом достигая сроков исправной работы оборудования, близких к максимальным значениям. Кроме соображений извлечения максимальной выгоды из эксплуатации оборудования на производствах, также стоит важный вопрос в обеспечении безопасности и непрерывной работы предприятий. Особенно это касается предприятий нефтегазовой отрасли, электростанций и других объектов критической инфраструктуры, важнейшей частью функционирования которых являются машинные агрегаты с электрическим приводом. Как следствие, в условиях неизбежного физического и морального износа такого оборудования важнейшей задачей становится обеспечение мониторинга его состояния и своевременного технического обслуживания, являющихся неотъемлемой частью промышленной безопасности на данных производственных объектах.

Машинный агрегат представляет собой один из основных элементов технологической установки производства (как правило, центробежный насос, компрессор, вентилятор и т.п.), а под электрическим приводом, в свою очередь, понимается электромеханическая система, приводящая в движение рабочий механизм, в дальнейшем совершающий полезную работу (рис. 1) [1], и именно от ее технического состояния в большинстве случаев зависят энергетическая эффективность и безопасность протекающих производственных процессов.

По статистике на предприятиях в качестве приводного двигателя в подавляющем большинстве применяется асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором. Данный электродвигатель зарекомендовал себя благодаря своей относительно простой конструкции, высокой надежности, неприхотливо-

---

Сегодня современные предприятия осо-



Рис. 1. Структурная схема электропривода

сти в эксплуатации и недорогому техническому обслуживанию и ремонту. В Российской Федерации и во всем мире на данные электродвигатели приходится около 80 % и 60 % всей вырабатываемой электрической энергии [2]. Однако, несмотря на все преимущества и надежности асинхронных электродвигателей, возникают ситуации, например, в процессе тяжелой или неправильной эксплуатации, когда электродвигатели могут получить несовместимые с дальнейшей работой повреждения и выйти из строя, тем самым вызвав остановку критического технологического процесса, ведущую к нарушению безопасности и значительным экономическим потерям.

Как правило, все дефекты в электродвигателе можно разделить на электрические и механические, причем самыми распространенными из них являются повреждения элементов подшипников (40 % от всех неисправностей), обмоток статора и стержней ротора (38 % и 10 % соответственно) [3].

Стоит заметить, что в большинстве случаев встречается наложение различных дефектов, в результате которого происходит полный выход двигателя из строя. Например, при неисправ-

ности в обмотках статора повреждение начинается с межвиткового замыкания, а далее может перейти в межфазное или замыкание на землю, либо повышенный нагрев подшипников может произойти вследствие недостаточного или излишнего количества смазки, нерационального применения ее марки, а также недостаточной величиной зазора между шейкой вала и вкладышем подшипника.

Таким образом, электропривод взаимодействует как с системой электроснабжения, так и с технологическим процессом, поэтому отказ любого элемента этой цепочки может привести к нарушению всего технологического процесса [4]. Как следствие, во избежание таких ситуаций требуется точная и автоматизированная оценка текущего технического состояния машинных агрегатов с электрическим приводом и прогнозирование их остаточного ресурса, являющиеся актуальной задачей для обеспечения безопасности и функционирования предприятий.

На сегодняшний день система автоматической диагностики машинных агрегатов представляет собой возможность непрерывной оценки технического состояния, а именно выявляе-



Рис. 2. Основные виды неисправностей в электродвигателе

ние их неисправностей, классификацию данных дефектов при минимальном участии в процессе работников, специализирующихся на диагностике работы оборудования. Современные электродвигатели и приводные механизмы имеют возможность установки множества разнообразных датчиков и вспомогательных устройств, которые обеспечивают нормальную работу машинного агрегата и предупреждают аномальные режимы, повреждения и аварии. В России широко распространенной такой системой диагностики является система виброакустического мониторинга, позволяющая обнаруживать множество механических дефектов в электроприводе и рабочем органе агрегата. Тем не менее стоит заметить, такая система является достаточно дорогостоящей из-за высокой стоимости датчиков, трудной доступности их установки, а также данная система не позволяет выявлять неисправности электрического типа в электроприводе, что значительно снижает ее эффективность. В свою очередь, оценка технического состояния машинных агрегатов по параметрам гармонических составляющих потребляемых токов и напряжений двигателя электропривода как раз позволяет это делать. Как показывает

практика, такие диагностические параметры могут также успешно использоваться в автоматической системе определения технического состояния и определять с высокой точностью не только дефекты в электрической части электропривода агрегатов, но и механические повреждения [5].

Кроме того, для обеспечения наивысшей эффективности в данной статье предлагается внедрение современных программно-аппаратных комплексов таких технологий, как нечеткие множества, искусственный интеллект и нейронные сети, позволяющие обрабатывать большие потоки данных в течение малого времени, самообучаться, используя полученный ранее опыт, и выполнять команды с высокой точностью.

Искусственные нейронные сети представляют собой специальные вычислительные структуры и модели, включающие в себя значительно большое количество простейших элементов, которыми являются искусственные нейроны. И принцип работы данных элементов нейронной сети практически полностью совпадает с биологическими нейронами нервной системы человека [7]. Как показано на рис. 3, нейрон принимает входящие сигналы, обраба-

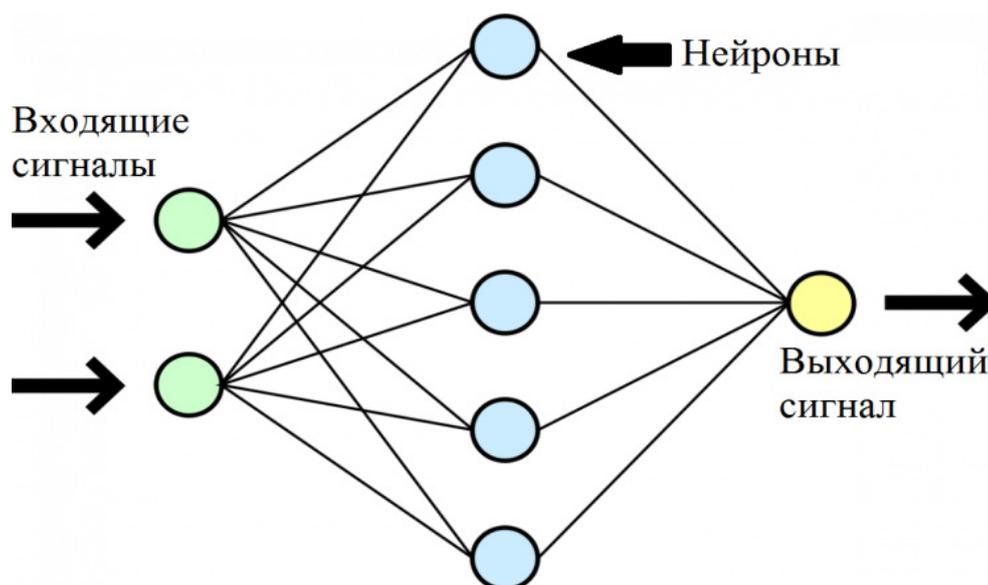


Рис. 3. Схема нейронной сети

тывает их и передает результат на многие другие искусственные нейроны, объединенные в единую сеть с управляемым взаимодействием, и такие элементы вместе способны выполнять очень сложные вычислительные и логические задачи.

У нейронных сетей есть следующие преимущества:

- возможность проводить сравнение математических моделей объектов, находящихся в исходном состоянии, с математическими моделями этих объектов при изменении их параметров, свойств и выявлять данные изменения;

- возможность прогнозировать изменения объекта, строить зависимость одного параметра от другого в виде полинома и тем самым обеспечить обнаружение скрытых зависимостей, которые невозможно определить при непосредственных измерениях;

- способность распознавания образов, т.е. оценка по различным критериям схожа с процессом распознавания образов, поэтому при применении искусственных нейронных сетей можно достичь более высоких и достоверных результатов [6].

Таким образом, с помощью нейронных сетей и искусственного интеллекта предлагается производить диагностику путем сравнения математической модели двигателя, находящегося в исправном состоянии по различным критериям с математическими моделями двигателя, отличными от исходной, которые будут свиде-

тельствовать о наличии повреждений и аномальных режимов работы в машинном агрегате. Здесь критериями оценки технического состояния могут являться как параметры гармонических составляющих потребляемых токов и напряжений, так и другие диагностические критерии, т.е. значения вибрации, частотные спектры виброакустического анализа, значения температур подшипниковых элементов электропривода и рабочего механизма и т.п., дополняющих и расширяющих возможности интеллектуальной диагностики.

Алгоритм работы такой системы интеллектуальной диагностики машинных агрегатов, основанной на использовании специально обученной нейросети, показан на рис. 4 [8]. Ее работа состоит в измерении потребляемых токов и напряжений каждой из трех фаз в процессе работы электродвигателя и сравнении с математической моделью машинного агрегата. Если существуют различия между измеренными и смоделированными токами и напряжениями, система показывает отклонения в работе электрической или механической части агрегата, которые затем могут быть исследованы посредством преобразования Фурье и алгоритма оценки диагностических признаков для выявления разных видов неисправностей и их степени повреждения [9].

Данная система с этим алгоритмом оценки технического состояния машинных агрегатов с помощью искусственного интеллекта и нейрон-

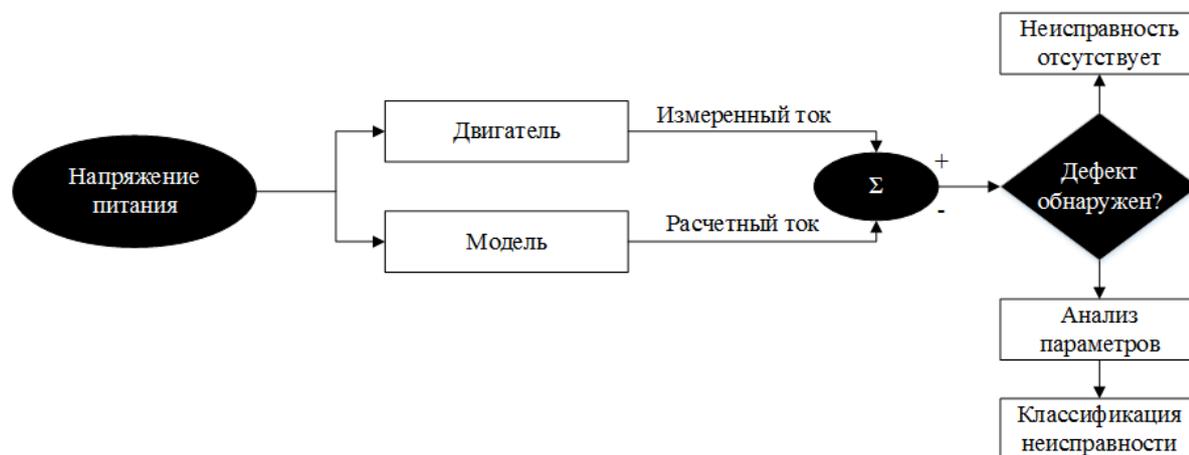


Рис. 4. Алгоритм работы интеллектуальной системы оценки технического состояния

ных сетей также очень интересна для агрегатов с частотно-регулируемым приводом ввиду того, что на сегодняшний день в качестве оборудования, приводящего в движение рабочий механизм агрегатов, большое распространение получают асинхронные электродвигатели с полупроводниковыми преобразователями частоты, поскольку благодаря их использованию становится возможным достигнуть значительной эффективности работы агрегатов и снизить энергетические потери. Однако из-за наличия полупроводниковых элементов в преобразователе частоты (транзисторы, тиристоры и т.д.), которые в процессе своей работы генерируют дополнительные гармонические искажения, использование диагностики машинных агрегатов с электрическим приводом с помощью простого анализа спектров гармоник потребляемых токов и напряжений электродвигателя будет неточным как раз из-за генерируемых преобразователем частоты гармоник, как следствие, будет ложное заключение о состоянии оборудования.

Из проделанных исследований видно [10], что самыми эффективными методами для правильной оценки технического состояния частотно-регулируемого электропривода являются либо применение специальных фильтров, нивелирующих гармонические искажения от преобразователя частоты, либо применение программных решений для определения, фиксирования и отделения гармоник сети от гармоник, генерируемых частотно-регулируемым приводом (ЧРП).

Именно с помощью использования искус-

ственного интеллекта, дающего возможность обработки больших массивов данных гармонических составляющих спектров токов и напряжений с предварительным моделированием работы агрегатов с ЧРП, возможно без значительных затрат реализовать диагностику машинных агрегатов с частотно-регулируемым приводом.

В свою очередь, электрические приводы с частотным регулятором требуют специальной диагностики и ремонта, чтобы работать эффективно и безопасно. Для проведения их диагностики используются различные методы, включая визуальный осмотр, измерение параметров мотора и частотного преобразователя, а также диагностика системы управления. Ремонт электрического привода может включать в себя замену некоторых компонентов, проведение настройки балансировки мотора и даже замену всей системы управления.

Благодаря как реальному мониторингу, так и компьютерному моделированию можно легко получать гармонические спектры токов с различными гармоническими составляющими при различных дефектах. В связи с этим становится понятно, что применение спектрального метода диагностики для оценки состояния электропривода с преобразователем частоты при различных режимах работы является возможным и актуальным.

Таким образом, применение интеллектуальной системы диагностики машинных агрегатов с электрическим приводом, основанной на использовании искусственных нейронных сетей, производящей сравнение диагностических кри-

териев с полученными моделями различных повреждений агрегата позволяет проводить мониторинг состояния и режима работы с высокой достоверностью, тем самым обеспечить длительный срок службы агрегатов с минимальными затратами, их своевременный ремонт и их безопасную и безаварийную работу на различных производствах.

### Список литературы

1. Баширов, М.Г. Интеллектуальная система управления техническим состоянием и энергетической эффективностью машинных агрегатов нефтегазового производства с электрическим приводом / М.Г. Баширов, Д.Г. Чурагулов // Промышленная энергетика. – 2019. – № 6. – С. 32–41.
2. Ким, Д.П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы/ Д.П. Ким. – М. : МИРЭА, 2019. – 441 с.
3. Кангин, В.В. Разработка SCADA-систем / В.В. Кангин, М.В. Кангин, Д.Н. Ямолдинов. – М. : Инфра-Инженерия, 2019. – 186 с.
4. Баширов, М.Г. Разработка интегральных критериев для оценки технического состояния и ресурса машинных агрегатов нефтегазового производства / М.Г. Баширов, И.С. Миронова // Научные труды НИПИ Нефтегаз ГНКР. – 2015. – № 1. – С. 46–55.
5. Баширов, М.Г. Моделирование неисправностей в электроприводе с асинхронными двигателями и исследование влияния неисправностей на спектры токов и напряжений / М.Г. Баширов, Н.К. Попов, А.Ю. Овчинникова, П.А. Иванов, Е.П. Канарев // Thescientificheritage. – 2021. – № 64-1(64). – С. 33–38.
6. Васильев, Д.А. Энергоэффективное управление асинхронным электродвигателем / Д.А. Васильев, Л.А. Пантелеева, П.Н. Покоев, В.А. Носков // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 4(95). – С. 100–115.
7. Цыгулев, Н.И. Обнаружение неисправностей статора и ротора в синхронной электрической машине по текущей сигнатуре статора / Н.И. Цыгулев, С. Буганара // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2021. – № 1(23). – С. 68–72.
8. ГОСТ ISO 20958-2015 Контроль состояния и диагностика машин. Сигнатурный анализ электрических сигналов трехфазного асинхронного двигателя.
9. Пустовой, Д.О. Диагностика межвитковых замыканий асинхронного двигателя / Д.О. Пустовой, М.Ю. Петушков // Фундаментальные основы, теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики. – Новочеркасск : ООО «Лик», 2018. – С. 43–50.
10. Баширов, М.Г. Виртуальная реализация учебного стенда на основе программных средств отечественной компании ОБЕН / М.Г. Баширов, И.В. Прахов, Д.Ш. Акчурин, Н.А. Кислицын // «Интеграция науки и образования в ВУЗах нефтегазового профиля – 2020», 2020. – С. 214–216.

### References

1. Bashirov, M.G. Intellectuall'naya sistema upravleniya tekhnicheskim sostoyaniyem i energeticheskoy effektivnost'yu mashinnykh agregatov neftegazovogo proizvodstva s elektricheskim privodom / M.G. Bashirov, D.G. Churagulov // Promyshlennaya energetika. – 2019. – № 6. – S. 32–41.
2. Kim, D.P. Teoriya avtomaticheskogo upravleniya. Mnogomernyye, nelineynyye, optimal'nyye i adaptivnyye sistemy/ D.P. Kim. – M. : MIREA, 2019. – 441 s.
3. Kangin, V.V. Razrabotka SCADA-sistem / V.V. Kangin, M.V. Kangin, D.N. Yamoldinov. – M. : Infra-Inzheneriya, 2019. – 186 s.
4. Bashirov, M.G. Razrabotka integral'nykh kriteriyev dlya otsenki tekhnicheskogo sostoyaniya i resursa mashinnykh agregatov neftegazovogo proizvodstva / M.G. Bashirov, I.S. Mironova // Nauchnyye trudy NIPI Neftgaz GNKR. – 2015. – № 1. – S. 46–55.
5. Bashirov, M.G. Modelirovaniye neispravnostey v elektroprivode s asinkhronnymi dvigatelyami i issledovaniye vliyaniya neispravnostey na spektry tokov i napryazheniy / M.G. Bashirov, N.K. Popov, A.YU. Ovchinnikova, P.A. Ivanov, Ye.P. Kanarev // Thescientificheritage. – 2021. – № 64-1(64). – S. 33–38.
6. Vasil'yev, D.A. Energoeffektivnoye upravleniye asinkhronnym elektrodvigatелем /

D.A. Vasil'yev, L.A. Panteleyeva, P.N. Pokoyev, V.A. Noskov // Vestnik NGIEI. – 2019. – № 4(95). – S. 100–115.

7. Tsygulev, N.I. Obnaruzheniye neispravnostey statora i rotora v sinkhronnoy elektricheskoy mashine po tekushchey signature statora / N.I. Tsygulev, S. Buganara // Groznenskiy yestestvennonauchnyy byulleten'. – 2021. – № 1(23). – S. 68–72.

8. GOST ISO 20958-2015 Kontrol' sostoyaniya i diagnostika mashin. Signaturnyy analiz elektricheskikh signalov trekhfaznogo asinkhronnogo dvigatelya.

9. Pustovoy, D.O. Diagnostika mezhvitkovykh zamykaniy asinkhronnogo dvigatelya / D.O. Pustovoy, M.YU. Petushkov // Fundamental'nyye osnovy, teoriya, metody i sredstva izmereniy, kontrolya i diagnostiki. – Novocherkassk : OOO «Lik», 2018. – S. 43–50.

10. Bashirov, M.G. Virtual'naya realizatsiya uchebnogo stenda na osnove programmnykh sredstv otechestvennoy kompanii OVEN / M.G. Bashirov, I.V. Prakhov, D.SH. Akchurin, N.A. Kislitsyn // «Integratsiya nauki i obrazovaniya v VUZakh neftegazovogo profilya – 2020», 2020. – S. 214–216.

---

© М.Г. Баширов, Н.А. Хисамов, Я.С. Журба, О.Г. Волкова, 2023

УДК 681.5

М.Г. БАШИРОВ, А.М. ХАФИЗОВ, Р.Р. АДЕЛЬГУЖИН

Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал), г. Салават

## ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА С РЕГУЛЯТОРОМ НА БАЗЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

*Ключевые слова:* нечеткая логика; нечеткое управление; программируемый логический контроллер; учебный лабораторный стенд; *CoDeSys V2.3*.

*Аннотация.* Целью работы является создание цифрового двойника учебного лабораторного стенда, в основе которого заложена интеллектуальная система управления, на основе программного обеспечения для отечественных программируемых промышленных контроллеров «ОВЕН». В качестве основных задач работы выделены рассмотрение основ нечеткого управления объектом, характеристики которого получены с реального лабораторного стенда, разработка цифрового двойника, а также возможность внедрения его в процесс обучения специалистов. В работе наглядно продемонстрированы этапы реализации нечеткого управления математической моделью конкретного объекта, интерфейсы взаимодействия пользователя со средой цифрового двойника, реализованной в среде программирования отечественного микропроцессорного промышленного оборудования, и взгляд на возможное использование разработанного цифрового двойника в образовательных программах высших учебных заведений согласно современным форматам обучения.

Современная экономика и высокие темпы развития цифровых технологий определяют приоритетные задачи развития нефтегазовых и химических отраслей промышленности. Одной из подобных задач является повышение эффективности управления технологическими процессами посредством внедрения усовершенствованных систем управления, базирование которых осуществляется на математических ап-

паратах нечетких множеств. Основы теории нечетких множеств были заложены еще в 1973 г. американским математиком и логиком Лотфи Заде. Данная теория была своеобразной попыткой связать математический язык и интуитивный способ коммуникации, что позволяло бы не только описывать неточные понятия и знания об окружающем мире, но и использовать их для получения новой информации.

Нечеткая логика также служит основой для реализации систем управления, поскольку более естественно описывает характер мышления и рассуждения человека, нежели традиционные логические системы. Подобные системы управления успешно разработаны и реализованы в таких сферах, как:

- управление технологическими процессами;
- управление транспортом;
- управление бытовой техникой;
- медицинская и техническая диагностики;
- финансовый менеджмент;
- финансовый анализ;
- исследование рискованных и критических операций;
- климатический контроль в зданиях и т.п.

В данной статье представлен цифровой двойник учебно-исследовательского лабораторного комплекса на основе программно-технического комплекса автоматизации отечественного производителя «ОВЕН», в основе управления моделью технологического объекта которого заложен аппарат нечеткой логики, описанный в среде программного обеспечения *CoDeSys V2.3* средствами языка *Structured Text*, относящегося к языкам программирования промышленного оборудования согласно международному стандарту МЭК 61131-3. Использование виртуаль-

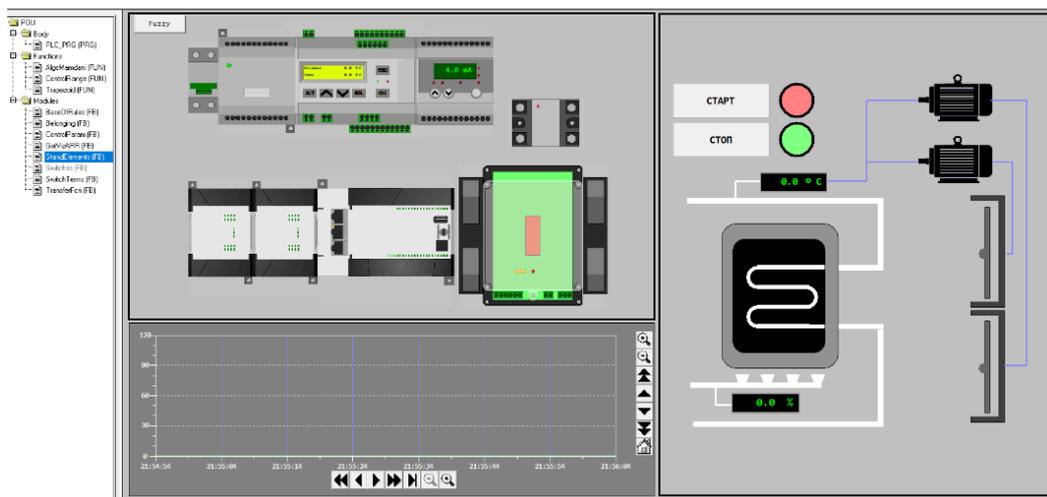


Рис. 1. Главное окно цифрового двойника

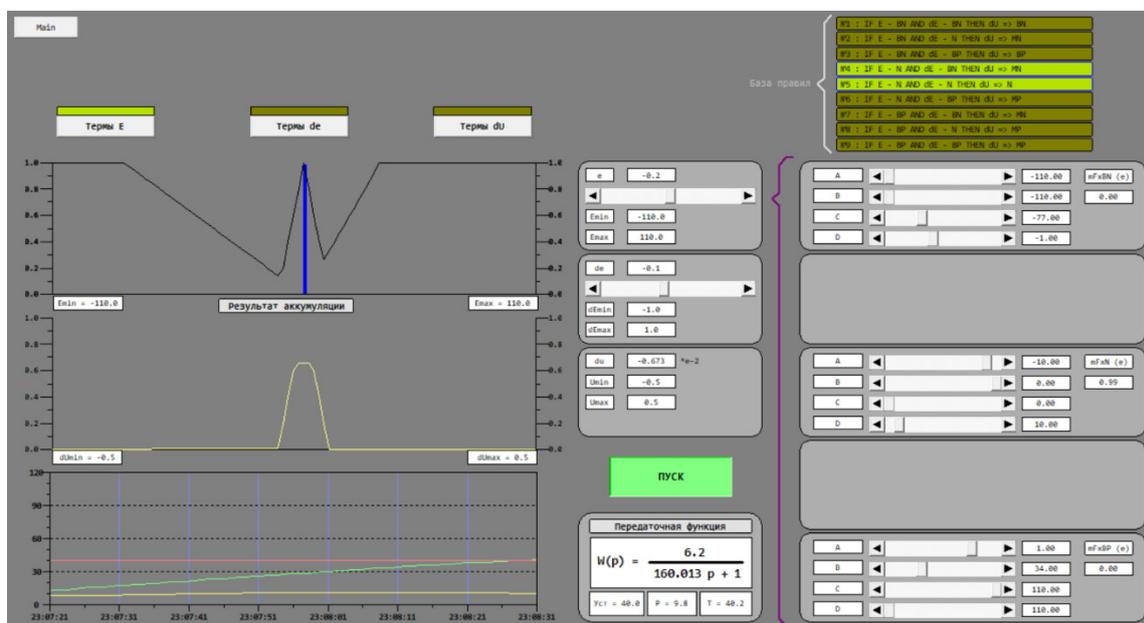


Рис. 2. Окно настройки параметров регулятора и объекта управления

ных объектов управления позволяет реализовать и исследовать различные технологические объекты и их поведение с использованием данной системы управления. Цифровой двойник физического учебно-исследовательского лабораторного стенда с управлением на основе нечеткой логики позволяет получить в полном объеме базовые знания в области усовершенствованного управления как в очном, так и в дистанционном форматах.

Рабочая панель цифрового двойника полно-

стью имитирует панель реального учебного лабораторного стенда как визуально, так и по своей функциональности (рис. 1) [1–2; 4].

Для запуска цифрового двойника необходимо проделать схожие операции, как и на физическом стенде: включить автоматический выключатель для подачи питания, запустить программу установки для выполнения посредством нажатия кнопки «СТАРТ».

В следующем окне, переход к которому осуществляется через кнопку *Fuzzy*, отражены

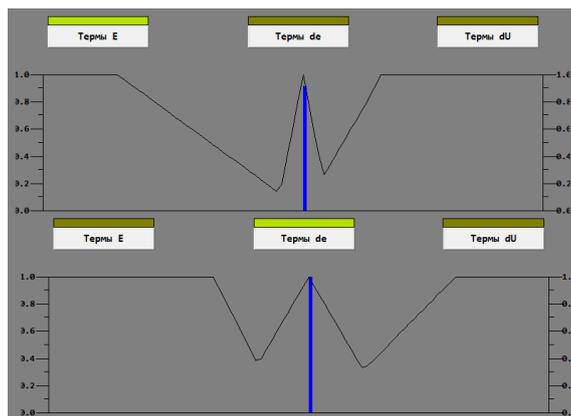


Рис. 3. Отображение лингвистических термов отслеживаемых параметров

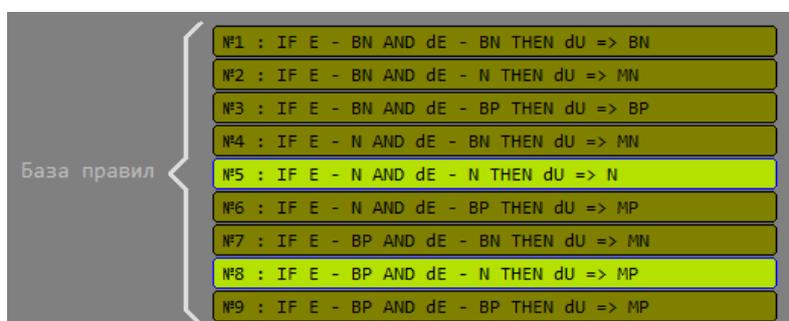


Рис. 4. Активные правила

все доступные настройки нечеткого регулятора и математической модели объекта управления, представленной передаточной функцией (рис. 2). Возврат к главному окну осуществляется посредством кнопки «Main».

Нечеткий регулятор реализует следующие этапы: фаззификация, агрегирование, активизация, аккумуляция, дефаззификация.

На этапе фаззификации устанавливаются соответствие между конкретными численными значениями отслеживаемых параметров (ошибка регулирования и скорость изменения ошибки регулирования) и соответствие этих параметров лингвистическим переменным, настройка которых осуществляется посредством изменения положения ползунков «A», «B», «C» и «D», отвечающих за вершины трапеций термов в правой части экрана. Площади трапеций сливаются между собой визуально, так как для оптимизации отображаемой информации была использована одна гистограмма для всех трех термов. Для ошибки регулирования и скорости изменения ошибки регулирования были вве-

дены индивидуально для каждого три терма: «негативная – BN», «нулевая – N», «положительная – BP». Результат настройки лингвистических термов отображается на графике 1 в левой части экрана, где положение синего ползунка свидетельствует о текущей принадлежности значения отслеживаемого параметра к термам (рис. 3).

На этапе агрегирования и активизации происходит определение степени истинности условий согласно алгоритму Мамдани к каждому из девяти правил, определенных для оптимального управления в данной системе (рис. 4).

На этапах аккумуляции и дефаззификации определяются принадлежности к термам, настраиваемым по аналогии с входными параметрами выходной величины регулятора, представленной скоростью изменения выходного сигнала в диапазоне  $-0,5-0,5$  для рассматриваемого объекта управления, и вычисляется итоговое, четко определенное выходное значение методом центра тяжести. Для выходного значения регулятора были определены следующие линг-

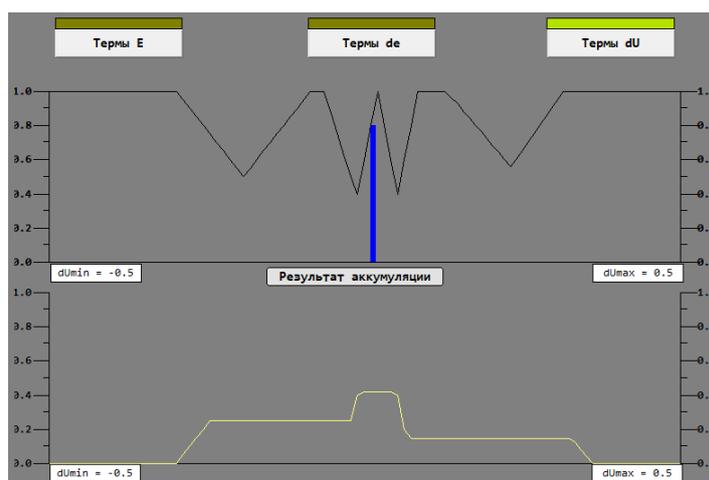


Рис. 5. Результат аккумуляции и дефазификации

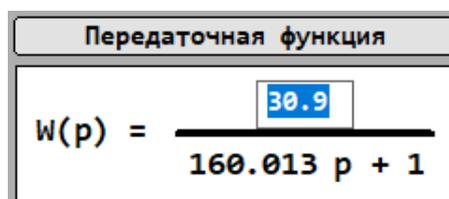


Рис. 6. Редактирование параметров объекта управления

вистические переменные: большая отрицательная – *BN*; средняя отрицательная – *MN*; нулевая – *N*; средняя положительная – *MP*; большая положительная – *BP*.

Результат данной операции для наглядности и удобства восприятия отображается на соответствующем графике в левой части экрана, где синий ползунок показывает на конкретно определенное выходное значение нечеткого регулятора (рис. 5).

Гибкая система настроек позволяет изменять не только параметры регулятора, но и параметры объекта управления посредством редактирования значений постоянной времени и коэффициента усиления, что позволяет производить адаптацию параметров управления для различных математических моделей (рис. 6).

Реализованные алгоритмы управления на основе программного обеспечения для отечественных систем управления отличаются рассматриваемый цифровой двойник лабора-

торного стенда от существующих разработок. Вариативность настроек позволяет получать обучающимся разнообразный опыт при изучении объектов управления. Для осуществления дистанционного проведения лабораторных и практических занятий на персональном компьютере установлено программное обеспечение, отвечающее за взаимодействие студентов с лабораторным стендом в режиме онлайн по сети *Ethernet* [3]. Использование цифрового двойника лабораторного комплекса с управлением на основе нечеткой логики в образовательных программах средних специальных и высших учебных заведений способствует как проведению исследований в области интеллектуальных методов управления, так и развитию и совершенствованию навыков студентов, которые в будущем будут иметь дело с усовершенствованными системами управления на современных промышленных предприятиях как в очном, так и в дистанционном форматах обучения.

**Список литературы**

1. Баширов, М.Г. Учебный имитационно-моделирующий комплекс на основе программных и технических средств отечественной компании ОВЕН / М.Г. Баширов, И.В. Прахов, Н.А. Кислицын, Д.Ш. Акчурин // Интеграция науки и образования в ВУЗах нефтегазового профиля, 2020. – С. 191–194.
2. Баширов, М.Г. Виртуальная реализация учебного стенда на основе программных средств отечественной компании ОВЕН / М.Г. Баширов, И.В. Прахов, Д.Ш. Акчурин, Н.А. Кислицын // Интеграция науки и образования в ВУЗах нефтегазового профиля, 2020. – С. 214–216.
3. Кислицын, Н.А. Лабораторный комплекс на основе микропроцессорных средств компании «ОВЕН» / Н.А. Кислицын, Д.Ш. Акчурин, М.Г. Баширов // Южно-Сибирский научный вестник. – 2021. – № 2(36). – С. 109–114.
4. Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб : БХВ-Петербург, 2005. – 719 с.

**References**

1. Bashirov, M.G. Uchebnyy imitatsionno-modeliruyushchiy kompleks na osnove programmnykh i tekhnicheskikh sredstv otechestvennoy kompanii OVEN / M.G. Bashirov, I.V. Prakhov, N.A. Kislitsyn, D.SH. Akchurin // Integratsiya nauki i obrazovaniya v VUZakh neftegazovogo profilya, 2020. – S. 191–194.
2. Bashirov, M.G. Virtual'naya realizatsiya uchebnogo stenda na osnove programmnykh sredstv otechestvennoy kompanii OVEN / M.G. Bashirov, I.V. Prakhov, D.SH. Akchurin, N.A. Kislitsyn // Integratsiya nauki i obrazovaniya v VUZakh neftegazovogo profilya, 2020. – S. 214–216.
3. Kislitsyn, N.A. Laboratornyy kompleks na osnove mikroprotsessornykh sredstv kompanii «OVEN» / N.A. Kislitsyn, D.SH. Akchurin, M.G. Bashirov // Yuzhno-Sibirskiy nauchnyy vestnik. – 2021. – № 2(36). – S. 109–114.
4. Leonenkov, A.V. Nechetkoye modelirovaniye v srede MATLAB i fuzzyTECH / A.V. Leonenkov. – SPb : BKHV-Peterburg, 2005. – 719 s.

---

© М.Г. Баширов, А.М. Хафизов, Р.Р. Адельгужин, 2023

УДК 004.9

*М.С. ДЕНИСЕНКО, В.Ю. БЕЛАШ**ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет  
имени К.Э. Циолковского», г. Калуга*

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

*Ключевые слова:* архитектура; диаграмма; модель; организация; приложение; проектирование; процесс.

*Аннотация.* В данной статье рассмотрены информационные модели, разработанные на этапе проектирования информационной системы для учета членов общественной организации. Цель проведенного исследования – создание программного продукта для общественной организации с целью оптимизации ее функционирования. Гипотеза исследования заключается в популярности разрабатываемого приложения среди пользователей, а также в удобстве использования подобных программных средств. Методы исследования – анализ литературы о разработке приложений, идеализация и формализация представлений о внедрении программных продуктов, тестирование и анализ статистических данных. Достигнутые результаты: созданное приложение подготовлено к внедрению в деятельность общественной организации.

При создании программного продукта в первую очередь необходимо определиться с архитектурой, от которой зависит модель, структура, функции и взаимосвязь компонентов информационной системы. Взаимное расположение базы данных и приложения для работы с ней обусловило появление локальной, файл-серверной, клиент-серверной схем обработки данных.

В случае локальной архитектуры взаимное расположение базы данных и приложений значительно влияет на производительность системы, так как система и все данные находятся на одном устройстве. При этом значительно снижается безопасность хранимых данных вви-

ду отсутствия возможности информационной защиты и высокой частоты выхода из строя персональных компьютеров по сравнению с серверными хранилищами. Вдобавок к вышесказанному отсутствует даже теоретическая возможность работы с данными с двух и более устройств, что может быть неудобно в рамках организации.

К достоинству файл-серверной архитектуры можно отнести тот факт, что она фактически разрабатывается для одного пользователя, но может быть использована несколькими сотрудниками. Особенностью данной архитектуры являются обработка данных на рабочих местах и дальнейшая отправка уже обработанной информации на сервер. К недостаткам данной структуры относятся низкая безопасность хранимых данных ввиду отсутствия обработки данных по единым стандартам на сервере, высокая нагрузка на компьютеры сети и на сетевое оборудование.

Отличие клиент-серверной архитектуры от описанной выше заключается в минимизации обработки данных на клиентском устройстве и максимизации ее на серверной части сети. Таким образом, снижается нагрузка на компьютеры администраторов. Вдобавок к этому обеспечиваются единые стандарты хранения данных, ограничения на вводимые данные, возможность совместной работы при этом сохраняется.

Следующим шагом проектирования автоматизированной информационной системы является моделирование процессов, которые будут происходить в рассматриваемой системе как с точки зрения администратора базы, так и внутри программы, т.е. внутренние, скрытые от внешнего обзора процессы. Именно процессы, происходящие в приложении, как нельзя лучше описывают его структуру.

В состав информационной системы входят:



Рис. 1. Схема взаимодействия модулей приложения

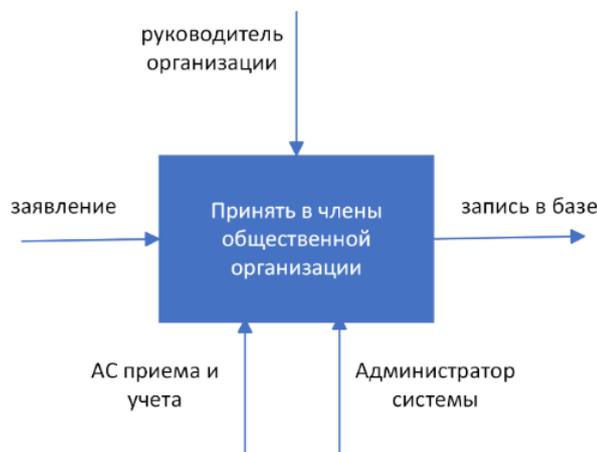


Рис. 2. Диаграмма процесса в нотации IDEF0

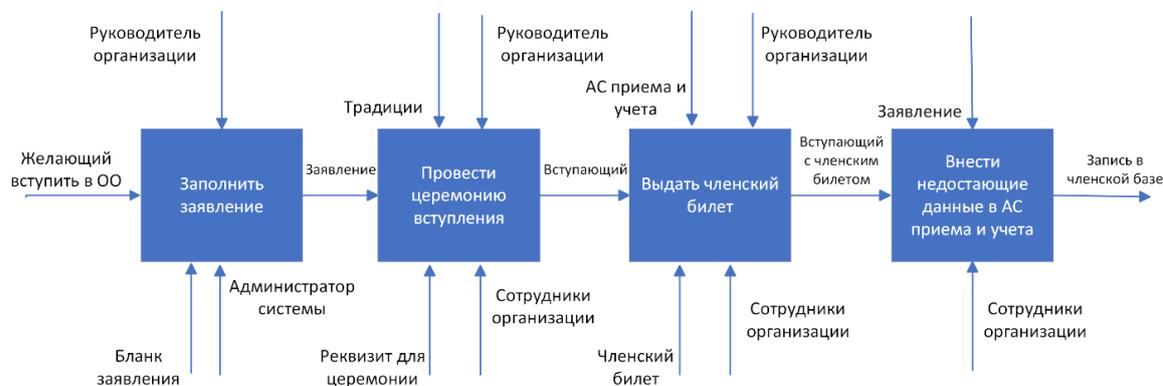


Рис. 3. Диаграмма процесса в нотации IDEF0 после декомпозиции

модуль авторизации и аутентификации, модуль синхронизации с базой данных, модуль просмотра и редактирования данных, модуль статистики, модуль поиска (рис. 1).

Существует большое число различных нотаций для построения информационных моделей. Основными нотациями, которые представлены в рамках исследования, являются

следующие: IDEF0, IDEF3, DFD, UML.

Структурная диаграмма основного процесса работы проектируемой информационной системы приема новых членов общественной организации с использованием рассматриваемой программы представлена на рис. 2.

Если основываться только на данной модели, не до конца понятны происходящие про-

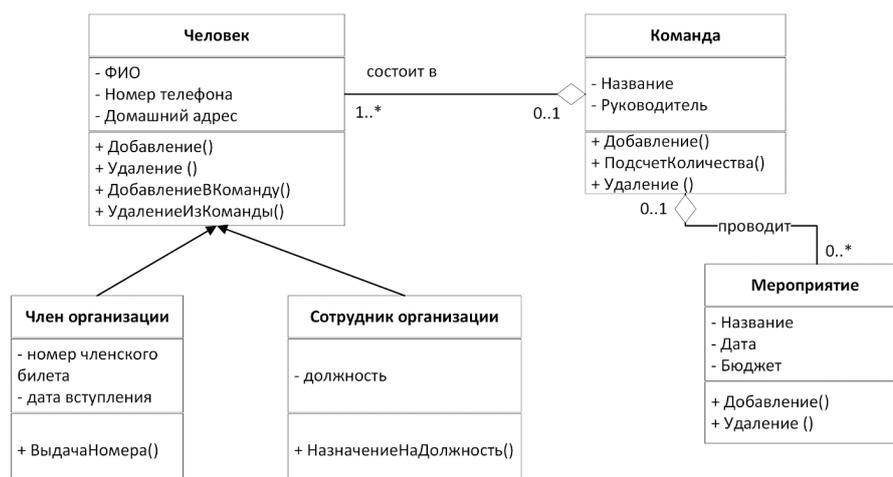


Рис. 4. Диаграмма классов на языке UML

цессы, поэтому для того, чтобы сформировать более ясную картину и описать функционирование проекта в более полном виде, необходимо произвести декомпозицию процесса (рис. 3).

Следующей рассматриваемой диаграммой процесса является модель в нотации IDEF3. Данная диаграмма позволяет не только рассмотреть технические аспекты процесса, но и описать их в совокупности со всеми происходящими бизнес-процессами, связанными с рассматриваемым действием. На данном этапе моделирования существует возможность отследить последовательность действий в системе и предусмотреть решение для возможных проблем.

Также предусмотрены этапы авторизации и связанных с этим действий программы, таких как отправка данных на сервер с целью проверки корректности логина и пароля администра-

тора системы.

Помимо этого, существует большое семейство диаграмм, объединенных в семейство UML.

В данной работе мы приведем только один вид диаграммы UML – это общий вид диаграммы классов базы данной входящей в состав проектируемой автоматизированной системы. Ее графическое изображение приведено на рис. 4.

Разработанный программный продукт обеспечивает возможность добавления, редактирования и удаления пользователей из членской базы; создания, редактирования и удаления организуемых общественным объединением мероприятий; просмотра статистики по годам с точки зрения приема членов; объединения членов организации в команды, назначения руководителя команды.

### Список литературы

1. Белаш, В.Ю. Проектирование приложения для распознавания фильмов / В.Ю. Белаш, А.Е. Виноградова // Перспективы науки. – 2022. – № 12(159). – С. 12–15.
2. Ищенко, Е.А. Разработка сетевого игрового приложения на основе клиент-серверной архитектуры / Е.А. Ищенко, С.Ю. Борзенкова, А.Н. Баранов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 3. – С. 287–292.
3. Муллахметов, А.Р. Проектирование автоматизированной информационной системы с использованием UML-технологии в образовательных организациях / А.Р. Муллахметов // Вестник Набережночелнинского государственного педагогического университета. – 2022. – № 1(36). – С. 59–61.
4. Тасваева, А.Н. Диаграммы потоков данных и вариантов использования как инструменты проектирования информационных систем / А.Н. Тасваева // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2012. – № 2(3).

**References**

1. Belash, V.YU. *Proyektirovaniye prilozheniya dlya raspoznavaniya fil'mov* / V.YU. Belash, A.Ye. Vinogradova // *Perspektivy nauki*. – 2022. – № 12(159). – S. 12–15.
2. Ishchenko, Ye.A. *Razrabotka setevogo igrovogo prilozheniya na osnove kliyent-servernoy arkhitektury* / Ye.A. Ishchenko, S.YU. Borzenkova, A.N. Baranov // *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki*. – 2021. – № 3. – S. 287–292.
3. Mullakhmetov, A.R. *Proyektirovaniye avtomatizirovannoy informatsionnoy sistemy s ispol'zovaniyem UML-tehnologii v obrazovatel'nykh organizatsiyakh* / A.R. Mullakhmetov // *Vestnik Naberezhnochelninskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. – 2022. – № 1(36). – S. 59–61.
4. Tasvayeva, A.N. *Diagrammy potokov dannykh i variantov ispol'zovaniya kak instrumenty proyektirovaniya informatsionnykh sistem* / A.N. Tasvayeva // *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve*. – 2012. – № 2(3).

---

© М.С. Денисенко, В.Ю. Белаш, 2023

УДК 51.77

И.В. ЗАЙЦЕВА<sup>1</sup>, М.Г. КАЗНАЧЕЕВА<sup>2</sup>, Д.В. ШЛАЕВ<sup>3</sup>, И.К. СИДЕНКО<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>ГАОУ ВО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», г. Невинномысск;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь;

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», г. Санкт-Петербург

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕШЕНИЯ КОНКУРЕНТНОЙ ЗАДАЧИ СИНХРОНИЗАЦИИ ПОДЗАДАЧ

*Ключевые слова:* исследование; метод критического пути; моделирование; сетевое планирование; проект; ресурсы.

*Аннотация.* Для выполнения проектов или крупных комплексов работ важным является календарная согласованность большого числа взаимосвязанных работ, выполняемых различными организациями. Геополитические проекты являются сложной системой операций, требующих четкого порядка следования и синхронизации. Важным аспектом выполнения проекта является синхронизация поэтапного выполнения операций несколькими акторами в условиях конкуренции. Целью работы является разработка модели синхронизации выполнения подзадач проекта несколькими акторами. Для достижения цели нужно решить ряд задач: формализация задачи о синхронизации выполнения проекта; разработка модели, описывающей задачу; формулировка задачи нахождения оптимального по времени и затратам на реализацию плана проекта. Дополнительно должно быть задано соотношение между стоимостью и длительностью каждой операции и ограничения на минимальную и максимальную длительность операции. Для решения задачи используются методы теории игр. Приведен пример численной реализации задачи.

Рассмотрим неформальную постановку задачи о синхронизации выполнения проекта. В этой части работы будет рассмотрен проект,

состоящий из четырех последовательных подзадач  $E_i$ . Считается, что каждый актер  $k = 1, \dots, n$  должен пройти через все стадии проекта в строгой последовательности  $E_1, E_2, E_3, E_4$ . Акторы приступают к выполнению проекта одновременно, но в силу технологических или экономических ограничений они могут приступать к выполнению подзадач только в порядке очереди ( $k[l_k]$  будем обозначать актора, занимающего в очереди место  $[l_k]$ ), причем считается, что на выполнение операции  $E_i$  каждому актору необходимо  $\tau_i(k[l_k])$  тактов времени. Также считается, что актер не может приступить к следующей задаче, если кто-то другой занят ее выполнением. Таким образом, прежде чем актер  $k[l_k + 1]$  приступит к выполнению операции  $E_i$ , должны быть выполнены следующие условия:

- $k[l_k + 1]$  уже выполнил операцию  $E_{i-1}$ ;
- $k[l_k]$  выполнил подзадачу  $E_i$ ;
- никто не занят выполнением операции  $E_{i+1}$  (для финальной части проекта  $i = 4$  это условие не применяется).

Обозначим через  $x_i(k[l_k])$  момент начала выполнения актором  $k[l_k]$  операции  $E_i$ . Таким образом, при описанных условиях вектор  $x$  будет удовлетворять уравнению с рис. 1, где символ  $\oplus$  – идемпотентное сложение,  $e$  – нейтральный элемент относительно обобщенного сложения  $\oplus$ ,  $\varepsilon$  – нейтральный элемент относительно операции обобщенного умножения  $\otimes$ . Данная формула является неявным уравнением относительно  $x_i(k[l_k + 1])$ , решение которого  $x_i(k[l_k + 1]) = (A_2((k[l_k + 1]), (k[l_k + 1])) * (A_1((k[l_k + 1]), (k[l_k]) x(k[l_k])), где  $(A_2((k[l_k + 1]), (k[l_k + 1]))$  соответ-$

$$x(k[l_k + 1]) = \begin{pmatrix} \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \tau_1(k[l_k]) & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \tau_2(k[l_k]) & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \tau_3(k[l_k]) & \varepsilon \end{pmatrix} x(k[l_k + 1]) \oplus \begin{pmatrix} \tau_1(k[l_k]) & e & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \tau_2(k[l_k]) & e & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \tau_3(k[l_k]) & e \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \tau_4(k[l_k]) \end{pmatrix} x(k[l_k]),$$

Рис. 1. Формула 1

$$\begin{pmatrix} e & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \tau_1(k[l_k + 1]) & e & \varepsilon & \varepsilon \\ \tau_1(k[l_k + 1])\tau_2(k[l_k + 1]) & \tau_2(k[l_k + 1]) & e & \varepsilon \\ \tau_1(k[l_k + 1])\tau_2(k[l_k + 1])\tau_3(k[l_k + 1]) & \tau_2(k[l_k + 1])\tau_3(k[l_k + 1]) & \tau_3(k[l_k + 1]) & e \end{pmatrix}$$

Рис. 2. Матрица

ствуется матрице (рис. 2).

Считается, что, находясь в очереди, актер несет убытки  $h_k^0$  за такт времени ожидания до того, как он приступит к выполнению проекта. Также считаем, что выполнение операций сопровождается убытками  $h_k^1, h_k^2, h_k^3, h_k^4$  за такт времени. Таким образом, очереди, сформированные актерами, можно рассматривать как ситуации в игре  $\sigma_j = (l_1, \dots, l_n)$ , а соответствующим выигрышем каждого актера будет функция его убытков, взятая с обратным знаком. При введении переменных  $x_0(k[l_k]) = 0$  и  $x_5(k[l_k]) = x_4(k[l_k]) + \tau_4(k[l_k])$  убытки можно рассчитать по формуле  $F_k^{\sigma_j} = \sum_{i=0}^4 (x_{i+1}(k[l_k]) - x_i(k[l_k]))h_k^i$ . То есть доход актеров, который, как уже было сказано выше, выражается в убытках, взятых с отрицательным знаком, будет считаться функционалом, и можно рассматривать такой критерий оптимальности как компромиссную точку [2].

Представим алгоритм нахождения компромиссного решения.

1. Находим все  $x_i(k)$  – время начала выполнения операции  $E_i$  каждым актером  $k$  для всех перестановок  $\sigma_j = (l_1, \dots, l_n)$ .

2. Для каждого клиента  $k$  при каждом порядке очереди  $\sigma_j$  вычисляем функцию дохода (то есть полные издержки  $F_k^{\sigma_j}$  со знаком минус).

3. Вычисляем компромиссное решение: находим вектор  $M = \{M_1, \dots, M_n\}$ , где  $M_k = \max F_k^{\sigma_j}$  – максимальное значение функции дохода на множестве перестановок  $\sigma_j$ . Для каждого  $\sigma_j$  вычисляем вектор отклонений значения функции от ее максимального значения  $M_{откл}^{\sigma_j} = \{M_{откл,1}^{\sigma_j}, \dots, M_{откл,n}^{\sigma_j}\}$ , где  $M_{откл,k}^{\sigma_j} = M_k - F_k^{\sigma_j}$ ; для каждой функции находим максимальное отклонение на множестве перестановок  $\sigma_j$   $M_{откл,макс} = \{M_{откл,макс,1}, \dots, M_{откл,макс,n}\}$ ; из максимальных отклонений всех функций выбираем наименьшее  $M_{откл,мин,макс} = \min_{k=1, \dots, n} M_{откл,мин,макс,k}$ ; порядок очереди, доставляющий  $M_{откл,мин,макс}$ , будет искомой компромиссной точкой [2].

Приведем пример численной реализации задачи. Рассматривается задача о поиске компромиссного решения для шести актеров, выполняющих четыре строго последовательных операции в течение времени

$$\tau_i(k) = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 2 & 5 & 1 \\ 4 & 1 & 1 & 3 & 1 & 7 \\ 3 & 5 & 7 & 4 & 2 & 8 \\ 6 & 7 & 3 & 4 & 9 & 3 \end{pmatrix}$$

и несущих соответствующие убытки во время ожидания и во время выполнения операций

Таблица 1

	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)	X(6)
$E_1$	6	16	2	0	23	9
$E_2$	9	23	6	2	31	16
$E_3$	16	31	9	5	36	23
$E_4$	19	36	16	9	43	31

Таблица 2

$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$
121	147	81	56	154	162

$$h_k^i = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 3 & 5 & 1 & 9 \\ 5 & 2 & 1 & 3 & 3 & 1 \\ 4 & 7 & 2 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 2 & 8 & 9 & 8 & 5 \\ 9 & 5 & 3 & 2 & 4 & 2 \end{pmatrix}.$$

ляет выявить, что компромиссным решением будет являться  $\sigma_j = (4, 3, 1, 6, 2, 5)$ . В таком случае начинать выполнение операций  $E_i$  акторы будут в моменты  $x(k[l_k])$ .

Акторы при найденном порядке очереди несут издержки.

Таким образом, в ходе данной работы была рассмотрена модель синхронизации выполнения подзадач проекта несколькими акторами, так как синхронизация является очень важным аспектом сетевого планирования.

Множество ситуаций в данной задаче (число перестановок в порядке очереди)  $n! = 6! = 720$ . Программная реализация алгоритма позво-

### Список литературы

1. Кооперация геополитических акторов в совместных инвестиционных проектах / О.А. Малафеев, К.Г. Кайзер, В.Н. Колокольцов, Д.А. Демидова // Геополитика и геоэкономика: проблемы и пути решения : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции / Под редакцией К.И. Костюкова. – Ставрополь : СЕКВОЙЯ, 2018. – С. 68–75.
2. Кофман, А. Сетевые методы планирования : Применение системы ПЕРТ и ее разновидностей при управлении производ. и науч.-исслед. проектами : Пер. с фр. / А. Кофман, Г. Дебазей. – М. : Прогресс, 1968. – 181 с.
3. Математическое моделирование задачи распределения ресурсов / И.В. Зайцева, А.Ф. Долгополова, Ю.В. Орел, А.С. Селезнева // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 9(135). – С. 12–15.
4. Development of innovative regional cluster of the regional AIC on the basis of network simulation / T.G. Gurnovich, L.V. Agarkova, V.A. Zhukova, A.F. Dolgopolova // Revista Turismo Estudos & Práticas. – 2020. – No. S2. – P. 5.
5. Введение в моделирование коррупционных систем и процессов : коллективная монография / О.А. Малафеев, М.А. Андреева, Т.С. Бородина [и др.] ; под общей редакцией д.ф.-м.н. , профессора О.А. Малафеева. Том 1. – Ставрополь : Тэсэра, 2016. – 224 с.
6. Введение в моделирование коррупционных систем и процессов : коллективная монография / О.А. Малафеев, М.А. Андреева, Т.С. Бородина [и др.] ; под общей редакцией д.ф.-м.н. , про-

фессора О.А. Малафеева. Том 2. – Ставрополь : Тэсэра, 2016. – 246 с.

7. Optimal location problem in the transportation network as an investment project: A numerical method / O. Malafeyev, V. Onishenko, A. Zubov [et al.] // AIP Conference Proceedings : International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics (ICNAAM), Rhodes, Greece. – Rhodes, Greece: AIP Publishing, 2019. – P. 450058.

8. Управление динамикой конкурентного взаимодействия между предприятиями / И.В. Зайцева, А.И. Кирьянен, О.А. Малафеев [и др.] // Перспективы науки. – 2021. – № 6(141). – С. 39–42.

### References

1. Kooperatsiya geopoliticheskikh aktorov v sovместnykh investitsionnykh proyektakh / O.A. Malafeyev, K.G. Kayzer, V.N. Kolokol'tsov, D.A. Demidova // Geopolitika i geoekonomika: problemy i puti resheniya : Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / Pod redaktsiyey K.I. Kostyukova. – Stavropol' : SEKVOYYA, 2018. – S. 68–75.

2. Kofman, A. Setevyye metody planirovaniya : Primeneniye sistemy PERT i yeye raznovidnostey pri upravlenii proizvod. i nauch.-issled. proyektami : Per. s fr. / A. Kofman, G. Debazey. – M. : Progress, 1968. – 181 s.

3. Matematicheskoye modelirovaniye zadachi raspredeleniya resursov / I.V. Zaytseva, A.F. Dolgopolova, YU.V. Orel, A.S. Selezneva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 9(135). – S. 12–15.

5. Vvedeniye v modelirovaniye korruptsionnykh sistem i protsessov : kollektivnaya monografiya / O.A. Malafeyev, M.A. Andreyeva, T.S. Borodina [i dr.] ; pod obshchey redaktsiyey d.f.-m.n. , professora O.A. Malafeyeva. Tom 1. – Stavropol' : Tesera, 2016. – 224 s.

6. Vvedeniye v modelirovaniye korruptsionnykh sistem i protsessov : kollektivnaya monografiya / O.A. Malafeyev, M.A. Andreyeva, T.S. Borodina [i dr.] ; pod obshchey redaktsiyey d.f.-m.n. , professora O.A. Malafeyeva. Tom 2. – Stavropol' : Tesera, 2016. – 246 s.

8. Upravleniye dinamikoy konkurentnogo vzaimodeystviya mezhdru predpriyatiyami / I.V. Zaytseva, A.I. Kir'yanen, O.A. Malafeyev [i dr.] // Perspektivy nauki. – 2021. – № 6(141). – S. 39–42.

---

© И.В. Зайцева, М.Г. Казначеева, Д.В. Шлаев, И.К. Сиденко, 2023

УДК 51.77

И.В. ЗАЙЦЕВА<sup>1</sup>, А.С. ШЕБУКОВА<sup>1</sup>, О.Х. КАЗНАЧЕЕВА<sup>2</sup>, А.Ф. ДОЛГОПОЛОВА<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>ГАОУ ВО «Невинномысский государственный гуманитарно-технический институт», г. Невинномысск;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», г. Ставрополь

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНЦИИ

*Ключевые слова:* исследование; метод критического пути; моделирование; проект; ресурсы; сетевое планирование.

*Аннотация.* В работе рассматривается проект как совокупность операций, выполнение которых необходимо для достижения некоторой цели, где между операциями задан порядок следования, а также длительность каждой операции считается известной. В противном случае должны быть введены минимальная и максимальная оценки длительности операции, а также наиболее вероятная длительность, которые уточняются у специалистов, ответственных за выполнение соответствующих операций. Целью работы является разработка математической модели для исследования критического пути распределения ресурсов. Стоит задача выявления критического пути, то есть нахождения «критических» операций, на которые в процессе реализации проекта должны быть направлены наибольшие усилия. Метод сетевого планирования позволяет грамотно распределить ресурсы, минимизировать время выполнения проекта и затраты на его реализацию, а также определить подзадачи, являющиеся «критическими» для общей календарной продолжительности проекта.

Рассмотрим формальную постановку задачи. Пусть будет задан односвязный граф без контуров  $G(E, P, T)$ , где  $E = \{E_1, \dots, E_n\}$  – множество узлов графа;  $P \in E \times E$  – ребра графа;  $T$  – функция соответствия ребрам графа множества вещественных неотрицательных чисел;

$(T: P \rightarrow R_+)$  – вес графа. Вершины графа  $E_i$  называются событиями и могут интерпретироваться как результаты выполнения отдельных подзадач [1]. Длительность операции  $(E_i; E_j) = P_{ij}$ , участвующей в реализации события  $E_i$ , будет обозначаться  $t_{ij}(T(E_i; E_j) = t_{ij})$ . В ситуации случайной длительности операции считаются известными минимальная оценка длительности операции  $a_{ij}$ , максимальная оценка длительности операции  $b_{ij}$  и наиболее вероятное значение (мода)  $m_{ij}$ . Далее в методе критического пути предполагается, что длительности операций имеют  $\beta$ -распределение, согласно которому математическое ожидание длительностей  $E(t) = 1/6(a_{ij} + 4m_{ij} + b_{ij})$ . Эти значения приписываются весовой функции  $T$ . Также задается функция зависимости затрат от длительности операции  $p_{ij} = f(t_{ij})$ . Необходимо найти среднюю продолжительность реализации проекта, критический путь и резервы времени на выполнение операций, а также оптимальное по затратам ускорение реализации проекта. Критическим будем считать путь из  $E_1$  в  $E_n$ , который дает максимальную сумму длительностей операций. Дуги, составляющие критический путь, являются критическими операциями, запаздывание в их выполнении повлечет за собой задержку сдачи проекта. Ожидаемое время события  $E_i$  определяется продолжительностью самого длинного пути из  $E_1$ , обозначается  $t_i^*$ . Предельное время события  $E_i$  обозначается  $t_i$  и определяется разностью между  $t_n$  наступления конечного события и  $E_n$  минимального значения времени наступления всех событий, которые размещаются между  $E_i$  и  $E_n$ . Изменение в сторону увеличения предельного времени может повлечь за собой

задержку всего проекта. Пусть  $U_j^-$  – множество всех ребер, входящих в вершину  $j$ , а  $U_j^+$ , множество всех исходящих ребер, тогда верны следующие соотношения:

$$t_j = \max_{(ij) \in U_j^-} (t_i + t_{ij}); j = 2, 3, \dots, n;$$

$$t_1 = 0; t_i^* = \min_{(ij) \in U_i^+} (t_j^* - t_{ij}); i = 2, \dots, n - 1;$$

$$t_1^* = t_1 = 0; t_n^* = t_n.$$

Для критических событий ожидаемое и предельное время совпадает.  $M_{ij} = t_j - t_i - t_{ij}$  – свободный резерв времени операции  $P_{ij}$  характеризует допустимую задержку при ее выполнении без нарушения срока наступления события  $E_j$ . Аналогично можно вычислить полный резерв времени операции  $P_{ij}$ :  $t_j^* - t_i - t_{ij}$ , которая характеризует задержку и не повлечет изменений срока выполнения всего проекта, а также независимый резерв времени  $t_j - t_i^* - t_{ij}$ . Нулевыми значения будут для резервов времени критические операции.

Рассмотрим применение алгоритма Форда для нахождения критического пути. Обозначим каждую вершину  $E_j$  индексом  $t_j$ ; вначале положим  $t_i = 0$  для всех  $i$ . Необходимо найти такую дугу  $(E_i; E_j)$ , что  $t_j - t_i < t_{ij}$ , и заменить  $t_j$  на  $t_i + t_{ij} > t_j$ , где  $t_j > 0$ , если  $j \neq 1$ . Продолжим до тех пор, пока не останется дуг, приводящих к увеличению  $t_i$ . Существует вершина  $E_{p1}$ , такая, что  $t_n - t_{p1} = t_{p1n}$ , так как  $t_n$  монотонно возрастает и вершина  $E_{p1}$  является последней вершиной, использованной для увеличения  $t_n$ . Точно так же определим вершину  $E_{p2}$ :  $t_{p1} - t_{p2} = t_{p1p2}$ , ..., и т.д. Так как последовательность  $t_n, t_{p1}, t_{p2}$  является строго убывающей, то в некоторый момент получим, что  $E_{pk+1} = E_1$ , тогда  $t_n$  будет величиной самого длинного пути из  $E_1$  в  $E_n$ , то есть длительность реализации проекта и  $\mu = [E_1, E_{p1}, E_{pk-1}, \dots, E_{p1}, E_n]$  будет критическим путем [2].

Алгоритм Беллмана–Калаба нахождения критического пути основан на принципе Беллмана. Для всякой дуги  $(E_i; E_j)$ , не принадлежащей множеству ребер графа, положим  $t_{ij} = -\infty$ ; а для всякого  $i$  положим  $t_{ii} = 0$ . Задача состоит в нахождении пути  $\mu = [E_1, E_{i2}, E_{i3}, \dots, E_{ik}, E_n]$ ,

такого, что  $t_{1i1} + t_{i1i2} + \dots + t_{ikn}$  достигает максимума. Для этого необходимо решить систему уравнений  $v_i = \max(t_{ij} + v_j)$ ;  $i = 1, 2, \dots, n - 1$ ,  $v_n = 0$ , где  $v_i$  представляет величину оптимального (максимального) пути от вершины  $i$  до конечной вершины ( $n$  вершин предполагаются пронумерованными от 1 до  $n$ ). Исчисление производится следующим образом: сначала полагают  $v_i^{(1)} = t_{in}$ ;  $i = 1, 2, \dots, n - 1$ ,  $v_n^{(1)} = 0$ . Затем последовательно вычисляются  $v_i^{(k)} = \max(t_{ij} + v_j^{(k-1)})$ ;  $i = 1, 2, \dots, n - 1$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ ,  $v_n^{(k)} = 0$ . Исчисление заканчивается, когда  $v_i^{(k)} = v_i^{(k-1)}$  для всех  $i$ . Тогда  $v_i^{(k)}$  будет величиной оптимального пути между вершинами  $E_1$  и  $E_n$ . В рассматриваемой задаче с  $n$  вершинами для достижения оптимальности достаточно  $(n - 2)$  итерации [2]. Оптимизация стоимости проекта будет заключаться в том, что при увеличении стоимости операции уменьшается время ее выполнения и наоборот. Такие изменения возможны между границами  $d_{ij} \leq t_{ij} \leq D_{ij}$ , продиктованными техническими или экономическими соображениями. Рассмотрим вопрос ускорения реализации проекта при наименьших затратах. Для уменьшения общей продолжительности выполнения проекта необходимо уменьшить длительность какой-нибудь критической операции. Выбирается критическая операция, сокращение которой повлечет наименьшее увеличение расходов. Важно заметить, что при уменьшении длительности критических операций критический путь может измениться. Таким образом, необходимо на каждом шаге выбирать оптимальное изменение критической операции и пересчитывать критический путь. После достижения удовлетворительных сроков выполнения проекта посредством последовательного сокращения критических операций оптимальным шагом для сокращения расходов будет увеличение длительностей выполнения операций в рамках их свободного резерва. Таким образом, граф сведется к «полной жесткости», то есть все операции будут критическими. Метод сетевого планирования критического пути распределения ресурсов крайне необходим при рассмотрении глобальных проектов с большим количеством подзадач с возможностью координирования проекта по мере его выполнения.

**Список литературы**

1. Кооперация геополитических акторов в совместных инвестиционных проектах / О.А. Малафеев, К.Г. Кайзер, В.Н. Колокольцов, Д.А. Демидова // Геополитика и геоэкономика: проблемы и пути решения : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции / Под редакцией К.И. Костюкова. – Ставрополь : СЕКВОЙЯ, 2018. – С. 68–75.
2. Кофман, А. Сетевые методы планирования : Применение системы ПЕРТ и ее разновидностей при управлении производ. и науч.-исслед. проектами : Пер. с фр. / А. Кофман, Г. Дебазей. – М. : Прогресс, 1968. – 181 с.
3. Математическое моделирование задачи распределения ресурсов / И.В. Зайцева, А.Ф. Долгополова, Ю.В. Орел, А.С. Селезнева // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 9(135). – С. 12–15.
4. Development of innovative regional cluster of the regional AIC on the basis of network simulation / T.G. Gurnovich, L.V. Agarkova, V.A. Zhukova, A.F. Dolgopolova // Revista Turismo Estudos & Práticas. – 2020. – No. S2. – P. 5.
5. Введение в моделирование коррупционных систем и процессов : коллективная монография / О.А. Малафеев, М.А. Андреева, Т.С. Бородина [и др.] ; под общей редакцией д.ф.-м.н., профессора О.А. Малафеева. Том 1. – Ставрополь : Тэсэра, 2016. – 224 с.
6. Введение в моделирование коррупционных систем и процессов : коллективная монография / О.А. Малафеев, М.А. Андреева, Т.С. Бородина [и др.] ; под общей редакцией д.ф.-м.н., профессора О.А. Малафеева. Том 2. – Ставрополь : Тэсэра, 2016. – 246 с.
7. Optimal location problem in the transportation network as an investment project: A numerical method / O. Malafeyev, V. Onishenko, A. Zubov [et al.] // AIP Conference Proceedings : International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics (ICNAAM), Rhodes, Greece. – Rhodes, Greece: AIP Publishing, 2019. – P. 450058.
8. Управление динамикой конкурентного взаимодействия между предприятиями / И.В. Зайцева, А.И. Кирьянен, О.А. Малафеев [и др.] // Перспективы науки. – 2021. – № 6(141). – С. 39–42.

**References**

1. Kooperatsiya geopoliticheskikh aktorov v sovместnykh investitsionnykh proyektakh / O.A. Malafeyev, K.G. Kayzer, V.N. Kolokol'tsov, D.A. Demidova // Geopolitika i geoeconomika: problemy i puti resheniya : Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii / Pod redaktsiyey K.I. Kostyukova. – Stavropol' : SEKVOYYA, 2018. – S. 68–75.
2. Kofman, A. Setevyye metody planirovaniya : Primeneniye sistemy PERT i yeye raznovidnostey pri upravlenii proizvod. i nauch.-issled. proyektami : Per. s fr. / A. Kofman, G. Debazey. – M. : Progress, 1968. – 181 s.
3. Matematicheskoye modelirovaniye zadachi raspredeleniya resursov / I.V. Zaytseva, A.F. Dolgopolova, YU.V. Orel, A.S. Selezneva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 9(135). – S. 12–15.
5. Vvedeniye v modelirovaniye korruptsionnykh sistem i protsessov : kollektivnaya monografiya / O.A. Malafeyev, M.A. Andreyeva, T.S. Borodina [i dr.] ; pod obshchey redaktsiyey d.f.-m.n., professora O.A. Malafeyeva. Tom 1. – Stavropol' : Tesera, 2016. – 224 s.
6. Vvedeniye v modelirovaniye korruptsionnykh sistem i protsessov : kollektivnaya monografiya / O.A. Malafeyev, M.A. Andreyeva, T.S. Borodina [i dr.] ; pod obshchey redaktsiyey d.f.-m.n., professora O.A. Malafeyeva. Tom 2. – Stavropol' : Tesera, 2016. – 246 s.
8. Upravleniye dinamikoй konkurentnogo vzaimodeystviya mezhdu predpriyatiyami / I.V. Zaytseva, A.I. Kir'yanen, O.A. Malafeyev [i dr.] // Perspektivy nauki. – 2021. – № 6(141). – S. 39–42.

УДК 621.926; 004.942

П.С. ИВАНОВ

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург

## ОБРАБОТКА ДАННЫХ ТРЕХФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА И СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ КОНУСНОЙ ВИБРАЦИОННОЙ МЕЛЬНИЦЫ

*Ключевые слова:* вибрационная мельница; математические модели; обработка данных.

*Аннотация.* Предметом исследования являются физико-механические процессы, протекающие в конусной мельнице во время измельчения песка. Объектом исследования является формирование, получение и обработка вышеуказанных данных, а также способы их контроля и управления для достижения оптимального режима работы.

Цель работы – разработка математической модели вибрационной мельницы, разработка методов управления процессом измельчения путем использования контроллеров, а также разработка оптимальной конструкции мельницы.

Результаты работы представлены в виде результатов сравнительного анализа качества помола песка, т.е. степени измельчения и гранулометрического состава песка до и после помола.

Ранее автором были проведены теоретические и практические исследования при проведении трехфакторного эксперимента, на основании результатов которых он проводит дальнейшие исследования по расшифровке данных и созданию математических моделей.

### Кодирование исходных факторов для проведения трехфакторного эксперимента

План проведения трехфакторного эксперимента приведен в табл. 2.

С помощью матрицы планирования можно провести серию опытов и получить математическую модель, однако она будет линейной, что, в свою очередь, не позволяет найти максимальное значение функции отклика и описывает зависимость производительности от выбранных факторов некорректно.

Поэтому для нахождения показателей необходимой точности нам нужно построить полином хотя бы второй степени, чтобы найти экстремумы функции.

Для реализации вышеизложенных фактов нам необходимо провести полный факторный эксперимент. Необходимый нам план эксперимента называется центральным композиционным униформ-планированием второго порядка при  $p = 3$ .

Если рассматривать трехфакторную ситуацию, то идея центрального композиционного планирования состоит в том, что ставят серию из восьми опытов, реализуя линейный полный факторный эксперимент (ПФЭ)  $2^3 = 8$ , затем к этим точкам добавляют еще шесть звездных точек и одну центральную, таким образом, мы получаем  $8 + 6 + 1 = 15$ . В этой модели необходимо оценить десять коэффициентов, три степени свободы остаются для проверки адекватности модели. Автором было проведено исследование результатов эксперимента с помощью центрального композиционного униформ-планирования второго порядка при  $p = 3$ . И в данной статье рассматривается только раскодирование значений экспериментов, поэтому матрицей планирования можно пренебречь. Преобразуем матрицу планирования в рабочую матрицу (табл. 3). Для этого заменим закодированные значения факторов натуральными

Таблица 1. Таблица кодирования факторов эксперимента

Характеристики плана эксперимента	Факторы эксперимента		
	Амплитуда колебаний (A), мм	Частота вращения вала дебаланса (ω), Гц	Сжатие пружин P, Н
Кодовое обозначение	$X_1$	$X_2$	$X_3$
Основной уровень факторов	2	60	550
Интервал варьирования факторов	1	20	50
Минимальное значение (-)	1	40	500
Максимальное значение (+)	3	80	60

Таблица 2. План проведения трехфакторного эксперимента

№ эксперимента	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_1 * X_2$	$X_1 * X_3$	$X_2 * X_3$	Вектор Y
1	-1	-1	-1	1	1	1	$Y_1$
2	1	-1	-1	-1	-1	1	$Y_2$
3	-1	1	-1	-1	1	-1	$Y_3$
4	1	1	-1	1	-1	-1	$Y_4$
5	-1	-1	1	1	-1	-1	$Y_5$
6	1	-1	1	-1	1	-1	$Y_6$
7	-1	1	1	-1	-1	1	$Y_7$
8	1	1	1	1	1	1	$Y_8$
9	-1,215	0	0	0	0	0	$Y_9$
10	1,215	0	0	0	0	0	$Y_{10}$
11	0	-1,215	0	0	0	0	$Y_{11}$
12	0	1,215	0	0	0	0	$Y_{12}$
13	0	0	-1,215	0	0	0	$Y_{13}$
14	0	0	1,215	0	0	0	$Y_{14}$

величинами.

Алгебраическое уравнение, выражающее зависимость исследуемого фактора от исходных параметров:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2, \quad (1.1)$$

где  $y$  – функция отклика (оптимизируемый параметр);  $x_1-x_n$  – варьируемые факторы;  $b_0$  – среднее значение функции;  $b_1, b_2, \dots, b_n$  – ко-

эффициенты регрессии, учитывающие парное влияние факторов. Коэффициенты вычисляют по формулам:

$$\begin{aligned} b_0 &= \sum y_u / N; \\ b_i &= \sum (x_{iu} y_u) / N; \\ b_{ij} &= \sum \frac{x_{iu} x_{ju} y_u}{N}, \end{aligned} \quad (1.2-1.4)$$

где  $y_u$  – среднее значение исследуемого свойства в  $u$ -том опыте;  $x_{iu}$  – значение фактора  $x_i$

Таблица 3. Рабочая матрица эксперимента

№ эксперимента	$X_1$	$X_2$	$X_3$
1	1	40	500
2	3	40	500
3	1	80	500
4	3	80	500
5	1	40	600
6	3	40	600
7	1	80	600
8	3	80	600

в  $i$ -том опыте;  $x_{ju}$  – значение фактора  $x_j$  в  $i$ -том опыте;  $N$  – количество опытов по плану ( $N = 8$ ).

По формулам (1.7–1.9) рассчитываются свободные коэффициенты уравнения регрессии:

- свободный член  $b_0 = 4,32$ ;
- коэффициенты линейных членов  $b_1$ – $b_n$ .

$$\begin{aligned} b_1 = 0,85, b_2 = 0,05, b_3 = 0,01, b_{11} = 0,02, \\ b_{22} = 0,03, b_{33} = 0,07, b_{12} = 0,11, \\ b_{13} = 0,16, b_{23} = 0,25. \end{aligned}$$

С учетом расчета всех факторов была построена полная квадратичная модель.

Уравнение регрессии для нахождения необходимого отклика в общем случае выглядит так:

$$\begin{aligned} y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + \\ b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + \\ + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2. \end{aligned} \quad (1.5)$$

С учетом проведенного математического цикла, описанного в отчете, и в соответствии с формулами (1.6–1.8) производится поиск коэффициентов регрессии для трех случаев.

1. Уравнение регрессии, показывающее зависимость производительности от изменяемых факторов:

$$\begin{aligned} y(Q) = 4,32 + 0,85x_1 - 0,05x_2 - \\ - 0,01x_3 + 0,11x_1x_2 + 0,16x_1x_3 + \\ + 0,25x_2x_3 + 0,02x_1^2 + \\ + 0,03x_2^2 + 0,07x_3^2. \end{aligned} \quad (1.6)$$

Оценка коэффициентов производительности

ности показывает, что наибольшее влияние на производительность оказывает амплитуда колебаний.

2. Уравнение регрессии, показывающее зависимость потребления мощности от изменяемых факторов:

$$\begin{aligned} y(P) = 65,1 + 5,4x_1 + 6,2x_2 + \\ + 3,2x_3 + 4,2x_1x_2 + 6,4x_1x_3 + \\ + 2,1x_2x_3 + 3,5x_1^2 + \\ + 3,21 + 4,2x_3^2. \end{aligned} \quad (1.7)$$

Согласно уравнению регрессии и оценке его коэффициентов можно сказать, что любой из факторов увеличивает потребляемую мощность при увеличении любого из коэффициентов.

3. Уравнение регрессии, показывающее зависимость степени измельчения от изменяемых факторов:

$$\begin{aligned} y(P) = 254 + 14,4x_1 + 4,9x_2 + \\ + 9,4x_3 + 2,5x_1x_2 + 6,4x_1x_3 + \\ + 2,5x_2x_3 + 2,9x_1^2 + \\ + 5,8x_2^2 + 4,7x_3^2. \end{aligned} \quad (1.8)$$

Анализ коэффициентов уравнения показывает, что наиболее сильное влияние на изменение удельной поверхности готового продукта оказывает амплитуда колебаний, что логично из физики процесса.

Также по проведенной работе имеются выводы, полученные путем проведения замеров времени, потребления мощности и других параметров, после чего были построены графики зависимости, показывающие поведение экспе-

риментальной установки.

В ходе изучения параметров работы вибрационной мельницы была построена математическая модель производительности от изменяемых параметров.

В уравнениях (1.10–1.12) все параметры даны в кодированном виде. Чтобы использовать эти уравнения для выявления оптимальных параметров, нужно провести декодировку и привести факторы к именованным величинам.

Преобразование можно выполнить следующим образом по формуле:

$$x_1 = \frac{\tilde{x}_1 - \tilde{x}_{i0}}{\Delta x_i}, \quad (1.9)$$

где  $\tilde{x}_1$  – натуральное значение фактора;  $\tilde{x}_{i0}$  – натуральное значение основного уровня фактора;  $\Delta x_i$  – интервал варьирования фактора. Используя формулу (1.14), найдем:

– амплитуду колебаний

$$x_1 = \frac{\tilde{x}_1 - \tilde{x}_{10}}{\Delta x_1} = \frac{A - 2}{1}; \quad (1.10)$$

– частоту вращения дебаланса

$$x_1 = \frac{\tilde{x}_1 - \tilde{x}_{20}}{\Delta x_2} = \frac{\omega - 35}{15}; \quad (1.11)$$

– усилие сжатия пружин

$$x_1 = \frac{\tilde{x}_1 - \tilde{x}_{30}}{\Delta x_3} = \frac{P - 550}{50}. \quad (1.12)$$

После раскодировки и преобразования полученного уравнения была получена математическая модель производительности процесса измельчения песка конусной вибрационной мельницей:

$$Q = 4,32 + 1,45A - 0,15\omega - 0,74P + 2,47A\omega - 0,14AP - 1,32\omega P + 0,89A^2 - 0,97P^2 - 1,07\omega^2. \quad (1.13)$$

Анализ результатов экспериментальных исследований позволяет сделать вывод о том,

что наиболее важными факторами, влияющими на производительность, являются амплитуда и сжатие пружин между конусами. Как показывает зависимость (1.13), необходимо увеличить первый параметр ( $A$ , см) и уменьшить второй ( $P$ , Н).

### Выбор оптимальных параметров процесса измельчения

Необходимо определить оптимальные значения амплитуды и усилия сжатия пружин, соответствующие максимуму производительности при выбранных значениях сжатия пружин  $P = 600$  Н,  $A = 2$  мм. Для этого нужно найти частные производные от  $y(Q)$  (1.11) по  $X_1$  и  $X_2$ :

$$\frac{\partial Y}{\partial X_1} = 0,85 + 0,04X_1 = 0;$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X_3} = 0,01 + 0,14X_3 = 0.$$

Решим полученную систему уравнений. Получили следующие значения:

$$X_1 = 2,13;$$

$$X_3 = 0,07.$$

После раскодировки оптимальные значения принимают значения  $A$ ,  $P$ , и  $Q$  составляют:

$$A = 3 \text{ мм}, P = 520 \text{ Н}, Q = 310 \text{ кг}.$$

На основании полученных результатов необходимо сделать выводы и построить двумерные графики зависимости производительности от параметров, которые изменялись во время проведения экспериментальных исследований.

### Заключение

В ходе изучения параметров работы вибрационной мельницы была построена математическая модель производительности от изменяемых параметров. Были обобщены теоретические и практические данные и выявлены закономерности изменения производительности. В дальнейшем исследовании будут применены математические модели для оптимизации и совершенствования измельчения

сыпучих материалов. Построенные модели являются хорошими наглядными показателями для изучения работы конусных вибрационных мельниц.

### Список литературы

1. ГОСТ 24026-80 Исследовательские испытания. Планирование эксперимента. Термины и определения.
2. ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия.
3. ГОСТ 7.32-2001 Отчет о НИР. Структура и правила оформления.
4. Иванов, П.С. Теория удара в конусной вибрационной мельнице / П.С. Иванов // Глобальный научный потенциал. – 2015. – № 4.

### References

1. GOST 24026-80 Issledovatel'skiye ispytaniya. Planirovaniye eksperimenta. Terminy i opredeleniya.
2. GOST 8736-93 Pesok dlya stroitel'nykh работ. Tekhnicheskiye usloviya.
3. GOST 7.32-2001 Otchet o NIR. Struktura i pravila oformleniya.
4. Ivanov, P.S. Teoriya udara v konusnoy vibratsionnoy mel'nitse / P.S. Ivanov // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2015. – № 4.

---

© П.С. Иванов, 2023

УДК 004.89

С.В. ПАЛЬМОВ<sup>1,2</sup>, А.В. ТИМОФЕЕВ<sup>2,3,4</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара;

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара;

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщений», г. Самара

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРЕДОБРАБОТКИ ДАННЫХ

*Ключевые слова:* дерево решений; машинное обучение; нейронная сеть; понижение размерности пространства; предобработка данных; Python.

*Аннотация.* Подготовка данных – обязательный этап их анализа. Понижение размерности пространства входных переменных является востребованным преобразованием, особенно при обработке больших объемов информации. Существует проблема подбора подходящего алгоритма для определенных условий, реализующего указанную обработку. Цель статьи заключалась в проверке гипотезы о том, что созданное авторами приложение (модуль) способно помочь исследователю в подборе метода понижения размерности пространства входных переменных. Для проверки приведенного утверждения решены следующие задачи: написан программный код и проведено тестирование модуля, осуществляющего предобработку данных. Это было выполнено посредством применения методов главных компонент, сингулярного разложения, независимых компонент, факторного и сравнительного анализа, а также высокоуровневого программирования. Полученные результаты однозначно указывают на то, что созданное приложение позволяет достаточно эффективно решать указанную проблему.

### Введение

Обработка данных, в том числе больших объемов, требует доступа к мощному аппаратному обеспечению. Не каждый исследователь

(и не каждая организация) может позволить себе подобное. Одним из выходов является использование методов, уменьшающих размерность пространства входных переменных [1]. В результате применения указанных инструментов удается значительно упростить процесс анализа данных в разрезе необходимых вычислительных мощностей. Упомянутое преобразование сопровождается потерями в данных (небольшими), а также существует возможность, что в модифицированном наборе будут отсутствовать некоторые зависимости из оригинальной совокупности (классические методы редукции многомерных данных обнаруживают только линейные зависимости) [2]. Однако в ситуации, когда стоит вопрос о том, стоит ли провести анализ «упрощенных» данных или не проводить его вообще, ввиду отсутствия соответствующего оборудования выбор будет очевидным.

Существуют различные алгоритмы уменьшения размерности. Каждый из них обладает определенными особенностями обработки данных, что отражается на качестве получаемых результатов. Следовательно, «просто» выбрать какой-либо из них и использовать в той или иной ситуации будет контрпродуктивным. Отечественные (что важно в современных условиях) аналитические системы (например, *Loginom* [3]), не обладают возможностями сравнения качества работы методов редукции пространства. Таким образом, работа, направленная на создание решения для формирования наборов данных посредством различных методов уменьшения размерности пространства входных переменных, а также исследующая их качество, является актуальной.

Таблица 1. Инструменты

Название	Предназначение
Python, IDLE	Реализация модуля
Аналитическая система (АС) «Мультитул» [4]	Тестирование результатов работы модуля

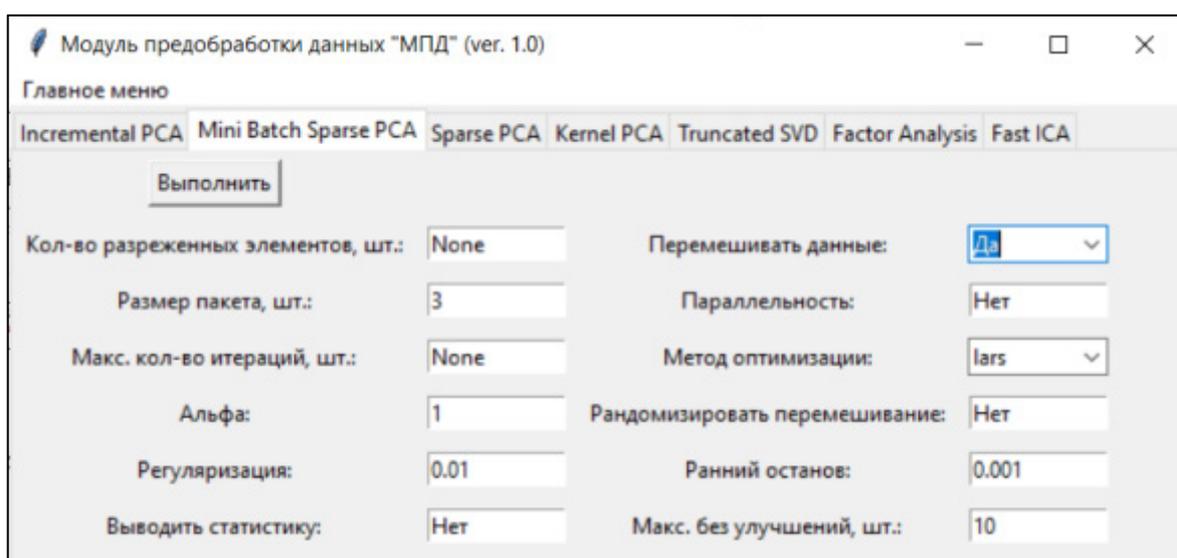


Рис. 1. Пользовательский интерфейс «МПД»

Цель работы заключалась в проверке гипотезы о том, что созданное авторами приложение способно помочь исследователю в подборе метода понижения размерности пространства входных переменных.

### Инструменты

В работе был использован следующий инструментарий (табл. 1).

Разработанный модуль предобработки («МПД») позволяет «корректировать» наборы данных посредством семи методов [5]:

- инкрементный метод главных компонент (*Incremental PCA*);
- мини пакетный разреженный метод главных компонент (*Mini-Batch Sparse PCA*);
- разреженный метод главных компонент (*Sparse PCA*);
- ядерный метод главных компонент (*Kernel PCA*);
- усеченное сингулярное разложение

(*Truncated SVD*);

- факторный анализ (*Factor Analyses*);
- быстрый метод независимых компонент (*Fast ICA*).

На рис. 1 представлено содержимое одной из вкладок рассматриваемого приложения. Структура всех прочих вкладок идентична приведенной. Различия заключаются лишь в перечне параметров методов.

Главное меню содержит два пункта: «Загрузить данные» и «Загрузить и подготовить данные». Методы, реализованные в «МПД», работают с числовыми наборами данных. Если исходный файл содержит прочие символы, то его необходимо дополнительно «подготовить», представив в требуемом формате (подготовленные данные дополнительно сохраняются в текстовом файле).

Результат работы модуля сохраняется в виде файла с расширением *.txt*. Он содержит обработанные входные переменные, а также оригинальную целевую.

Таблица 2. Значения  $F1$

Метод	$\Phi1_{ДР}$	$\Phi2_{ДР}$	$\Phi1_{НС}$	$\Phi2_{НС}$
Без обработки	0,9784	–	0,9564	–
	0,9776	–	0,9624	–
	0,9355	–	0,8905	–
Fast ICA	0,9069	0,8639	0,9262	0,9082
	0,8959	0,8474	0,9148	0,8570
	0,7988	0,7944	0,8488	0,8276
Factor Analysis	0,8581	0,8369	0,9069	0,8936
	0,8880	0,8225	0,9108	0,8562
	0,7884	0,7933	0,8857	0,8496
Truncated SVD	0,8109	–	0,8727	–
	0,8269	–	0,8557	–
	0,7845	–	0,8332	–
Kernel PCA	0,9069	0,8782	0,9268	0,9014
	0,8889	0,8488	0,9148	0,8570
	0,8925	0,7701	0,8570	0,8276
Sparse PCA	0,9713	0,8163	0,9262	0,9151
	0,9627	0,8871	0,8982	0,8811
	0,9286	0,8055	0,8604	0,8352
Mini Batch Sparse PCA	0,9713	0,8444	0,9265	0,9155
	0,9630	0,8488	0,8982	0,8720
	0,9147	0,7898	0,8445	0,8343
Incremental PCA	0,8410	–	0,9018	–
	0,8639	–	0,8651	–
	0,8400	–	0,8410	–

**Описание эксперимента**

Для проверки сформулированной ранее гипотезы было проведено экспериментальное исследование, приведенное ниже. В качестве метрики оценки качества работы модуля использовалась  $F$ -measure ( $F_1$ ). Для последней рассчитывались значения среднего ( $F_{1cp}$ ) и среднеквадратического отклонения ( $F_{1CKO}$ ). Это необходимо для определения того, насколько стабильны (робастны) получаемые результаты. Робастность максимальна, если выполняются следующие условия (критерии):  $F_{1cp} \rightarrow max$ ,  $F_{1CKO} \rightarrow min$ .

В качестве исходных данных был ис-

пользован текстовый файл «Голосование депутатов конгресса» (источник – дистрибутив отечественной аналитической системы «Deductor Academic»). Содержит 435 записей, 17 полей; 16 из последних – независимые переменные, представляющие собой результаты голосования по определенному законопроекту («за», «против» или «воздержался»); последнее целевое поле содержит информацию о партийной принадлежности («демократ» или «республиканец»).

Файл с исходными данными был обработан каждым из методов (настройки по умолчанию). Результат – набор из семи файлов. Содержимое каждого из них было разбито на три пары фай-

Таблица 3. Значения  $F1_{cp}$  и  $F1_{CKO}$ 

Метод		$\Phi1_{др}$	$\Phi2_{др}$	$\Phi1_{НС}$	$\Phi2_{НС}$
Без обработки	$F1_{cp}$	0,9638	–	0,9364	–
	$F1_{CKO}$	0,0200	–	0,0326	–
<i>Fast ICA</i>	$F1_{cp}$	0,8672	0,8352	0,8966	0,8643
	$F1_{CKO}$	0,8352	0,0296	0,0341	0,0333
<i>Factor Analysis</i>	$F1_{cp}$	0,8448	0,8176	0,9011	0,8665
	$F1_{CKO}$	0,0417	0,0181	0,0110	0,0194
<i>Truncated SVD</i>	$F1_{cp}$	0,8074	–	0,8539	–
	$F1_{CKO}$	0,0175	–	0,0162	–
<i>Kernel PCA</i>	$F1_{cp}$	0,8961	0,8324	0,8995	0,8620
	$F1_{CKO}$	0,0078	0,0456	0,0305	0,0303
<i>Sparse PCA</i>	$F1_{cp}$	0,9542	0,8363	0,8949	0,8771
	$F1_{CKO}$	0,0184	0,0362	0,0270	0,0328
<i>Mini Batch Sparse PCA</i>	$F1_{cp}$	0,9497	0,8277	0,8897	0,8739
	$F1_{CKO}$	0,0250	0,0268	0,0340	0,0332
<i>Incremental PCA</i>	$F1_{cp}$	0,8483	–	0,8693	–
	$F1_{CKO}$	0,0110	–	0,0241	–

лов. В каждой паре один файл включал обучающее множество (2/3 записей соответствующего обработанного файла), а второй (тестовое множество) – 1/3 записей. То есть была реализована *k-fold cross-validation* (перекрестная проверка), где  $k = 3$ .

На основе оригинального перекодированного файла также было сформировано три пары файлов.

Эксперимент состоял из двух фаз.

На первой фазе ( $\Phi1$ ) посредством автоматизированной системы (АС) «Мультигул» была выполнена обработка (перекрестная проверка) созданных пар файлов. Использовались оба алгоритма, реализованные в указанной программе: дерево решений и нейронная сеть (многослойный перцептрон), настройки – по умолчанию.

Необходимость второй фазы ( $\Phi2$ ) была вызвана тем, что только «*Truncated SVD*» и «*Incremental PCA*» в настройках по умолчанию имеют ограничение на число «новых» переменных – две. В остальных методах число новых переменных не лимитировано. Для них был введен такой же порог, а эксперимент повторен.

В табл. 2 и 3 приведены значения  $F1$ ,  $F1_{cp}$  и  $F1_{CKO}$  для соответствующих фаз (ДР – дерево решений, НС – нейросеть).

### Выводы

1. Выявлена следующая закономерность: чем выше номер пары, тем ниже качество классификации. Исключение было только в одном случае. Чем это вызвано, выяснить не удалось.

2. В первой фазе лучший результат ( $F1$  максимальна) продемонстрировало дерево решений («Без обработки», «*Sparse PCA*» и «*Mini Batch Sparse PCA*»), а во второй – нейросеть («*Mini Batch Sparse PCA*»), что указывает на лучшие возможности последней в разрезе выявления скрытых закономерностей. Критерию же робастности в полной мере удовлетворяет только ДР («Без обработки» и «*Sparse PCA*» в первой фазе).

3. Данный эксперимент продемонстрировал падение качества классификации примерно на 10 % (для лучшего результата), что является приемлемым на фоне сильного уменьшения числа входных переменных (в восемь раз – с

шестнадцати до двух).

4. Наиболее подходящими для обработки набора «Голосование депутатов конгресса» методами являются «*Mini Batch Sparse PCA*» и

«*Sparse PCA*».

5. Таким образом, можно утверждать, что цель работы достигнута, а сформулированная гипотеза является истинной.

### Список литературы

1. Попов, Н.В. Исследование алгоритмов снижения размерности пространства признаков в задаче анализа клиентских данных / Н.В. Попов, Н.В. Размочаева, Д.М. Клионский // Наука настоящего и будущего. – 2020. – Т. 1. – С. 240–243.

2. Как работает метод главных компонент (PCA) на простом примере [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/304214>.

3. Колесников, А.А. Loginom: основные возможности / А.А. Колесников, С.В. Пальмов // Форум молодых ученых. – 2018. – № 10(26). – С. 582–587.

4. Пальмов, С.В. Аналитическая система на основе методов машинного обучения / С.В. Пальмов // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 6(132). – С. 22–27.

5. Ерохин, С.Д. Анализ существующих методов снижения размерности входных данных / С.Д. Ерохин, Б.Б. Борисенко, И.Д. Мартишин, А.С. Фадеев // T-Comm. – 2022. – № 1. – С. 30–37.

### References

1. Popov, N.V. Issledovaniye algoritmov snizheniya razmernosti prostranstva priznakov v zadache analiza kliyentskikh dannykh / N.V. Popov, N.V. Razmochayeva, D.M. Klionskiy // Nauka nastoyashchego i budushchego. – 2020. – T. 1. – S. 240–243.

2. Kak rabotayet metod glavnykh komponent (PCA) na prostom primere [Electronic resource]. – Access mode : <https://habr.com/ru/post/304214>.

3. Kolesnikov, A.A. Loginom: osnovnyye vozmozhnosti / A.A. Kolesnikov, S.V. Pal'mov // Forum molodykh uchenykh. – 2018. – № 10(26). – S. 582–587.

4. Pal'mov, S.V. Analiticheskaya sistema na osnove metodov mashinnogo obucheniya / S.V. Pal'mov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 6(132). – S. 22–27.

5. Yerokhin, S.D. Analiz sushchestvuyushchikh metodov snizheniya razmernosti vkhodnykh dannykh / S.D. Yerokhin, B.B. Borisenko, I.D. Martishin, A.S. Fadeyev // T-Comm. – 2022. – № 1. – S. 30–37.

---

© С.В. Пальмов, А.В. Тимофеев, 2023

УДК 621.6

*И.В. ПРАХОВ, Ш.Ш. ХОЛМАТОВ, Н.А. ХИСАМОВ**Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал), г. Салават*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ПОДСТАНЦИЕЙ В ЗАДАЧАХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

*Ключевые слова:* информация; оборудование; обработка данных; распределительная сеть; распределение энергии; цифровая подстанция; энергоэффективность.

*Аннотация.* На сегодняшний день существует необходимость совершенствовать и модернизировать существующую систему электроснабжения не только для обеспечения ее работоспособности и надежности, но и для повышения ее способности сопротивляться внутренним и внешним повреждениям. Эта задача является актуальной.

Внедрение автоматизированной системы управления распределительной трансформаторной подстанцией обеспечит возможность мониторинга и контроля электрической сети в режиме реального времени, что позволит повысить ее управляемость, эффективность и надежность, а также реагировать на возможные расчетные нарушения в электрической сети.

В данной статье описываются мероприятия по увеличению надежности системы электроснабжения и разработка автоматизированной системы управления трансформаторной распределительной подстанцией, целью которой является повышение ее надежности работы и энергоэффективности. В статье обращается внимание на преимущества использования цифровых подстанций, рассмотрена схема динамического компенсатора искажения напряжения, а также возможности многофункционального счетчика. Была проанализирована роль диспетчерского пункта, осуществляющего сбор информации о состоянии всей сети и ее элементов. На основе имеющихся данных были описаны результаты внедрения всех рассмо-

тренных технических решений.

На сегодняшний день Россия продолжает занимать одно из первых мест в мире по энергоёмкости экономики. Это частично обусловлено тяжелыми природными условиями, которые характерны для страны. Кроме того, на высокую энергоёмкость российской экономики влияют факторы, связанные с расположением промышленных предприятий и населения на обширной территории, требующей протяженных транспортных коммуникаций. Также национальная экономика имеет сложившуюся структуру, в которой преобладают энергоёмкие отрасли тяжелой промышленности.

Однако проведенные исследования свидетельствуют о наличии большого потенциала для сокращения потребления энергоресурсов в России на 45 % от текущего уровня. Одним из основных направлений в области энергосбережения и повышения энергоэффективности является оптимизация и улучшение использования энергоресурсов в промышленности. И экономия энергоресурсов путем улучшения их использования обходится российской экономике в три раза дешевле, чем увеличение объемов их производства.

Кроме описанных выше вопросов, существует острая проблема износа и старения текущей системы электроснабжения и ее компонентов, которые трудно удовлетворяют растущие мощности потребления. Частые сбои и поломки морально и физически устаревшего оборудования не только ухудшают качество жизни обычных потребителей, но и приводят к финансовым потерям производства из-за нарушения

технологического процесса и снижения объемов производства.

Как решение данных существующих проблем, относящихся к модернизации системы электроснабжения, одним из перспективных направлений в распределении электрической энергии являются технологии «умных электрических сетей» *Smart Grid* и активно-адаптивные технологии.

*Smart Grid* – это интеллектуальная система управления электроснабжением, позволяющая оптимизировать процессы передачи и распределения электроэнергии, повысить надежность работы электросетей, улучшить качество электроэнергии и снизить потребление энергоресурсов. Технология *Smart Grid* основана на использовании современных технологий, таких как цифровые системы связи, датчики, системы управления и контроля, а также на интеграции возобновляемых источников энергии в электросетевой комплекс. Она также обеспечивает возможность управления потреблением энергии в реальном времени и оптимизации расходов на энергоресурсы. И согласно исследованиям данные технические и инженерные решения позволяют снизить потребление электрической энергии потребителями, что, в свою очередь, дает возможность снизить затраты топлива на электростанциях и тем самым понизить уровень выбросов вредных веществ и уменьшить влияние на окружающую среду.

Существующие и новые разработки в области активно-адаптивных технологий позволяют существенно улучшить энергетическую эффективность электросетевого комплекса. Результатом создания интеллектуальных сетей будет улучшение надежности, безопасности и эффективности работы электрической сети, а также развитие и интеграция распределенной генерации, включая использование возобновляемых источников энергии. Использование интеллектуальных технологий позволит осуществлять мониторинг состояния сети и ее управление, а также интегрировать «умные» приборы учета и устройства потребления. Внедрение технологий хранения электроэнергии и снятия пиков нагрузки также будет возможно благодаря созданию интеллектуальных сетей. И, наконец, развитие технологий, практик и услуг в области интеллектуальных сетей потребует идентификации и снижения неразумных и излишних барьеров, препятствующих их развитию.

Цифровая подстанция является одним из

ключевых компонентов интеллектуальной сети электроснабжения. Данный термин так же, как и технология *Smart Grid*, появился недавно и обозначает вторичное оборудование электроподстанций, включающее в себя микропроцессорные терминалы, которые обмениваются данными в цифровом формате.

Плюсы перехода к использованию цифровых подстанций включают в себя:

- оптимальное управление коэффициентом мощности;
- защита от падения напряжения, а также от перенапряжений;
- автоматический контроль и управление состоянием электрооборудования;
- фильтрация высших гармоник;
- существенное сокращение расходов на вторичные кабельные цепи и каналы их прокладки, так как источники цифровых сигналов становятся ближе к первичному оборудованию;
- повышение электромагнитной совместимости современного вторичного оборудования, такого как микропроцессорные устройства и вторичные цепи, за счет использования оптических связей;
- упрощение и снижение стоимости конструкции интеллектуальных электронных устройств на микропроцессорах, так как отпадает необходимость в трактах ввода аналоговых сигналов.

Кроме того, внедрение цифровых подстанций приносит целый ряд преимуществ по сравнению с традиционными подстанциями. Они используют одни и те же источники информации для выполнения различных функций, что приводит к уменьшению общего количества необходимого оборудования. В отличие от традиционных подстанций, нет необходимости в индивидуальных приборах измерения, коммуникации и обработке информации для каждой подсистемы, такой как защита, измерение, управление, мониторинг состояния оборудования, учет и контроль качества электроэнергии.

Исходя из этого, предлагается разработка мероприятий по увеличению надежности системы электроснабжения потребителей, автоматизированной системы управления распределительной трансформаторной подстанцией и преобразования ее в цифровую подстанцию путем внедрения современного оборудования, позволяющего повысить ее энергоэффективность.

Для корректировки колебания напряжения на короткий период времени и обеспечения без-

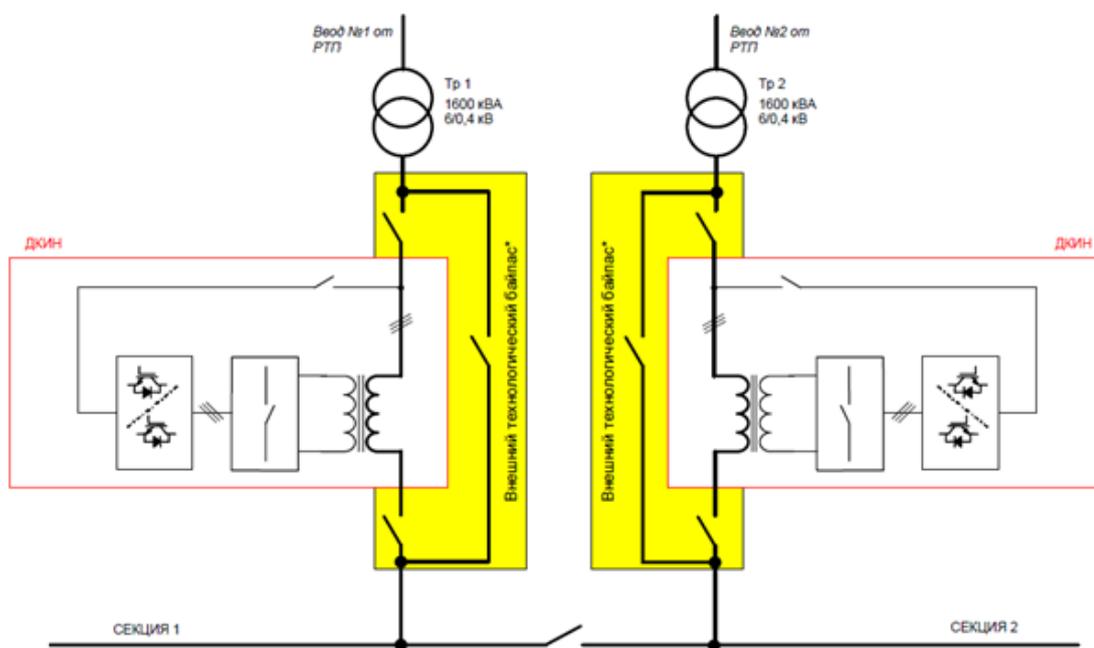


Рис. 1. Схема включения ДКИН

опасности работы и постоянного напряжения на подстанции наиболее эффективным решением является применение динамического компенсатора искажения напряжения (ДКИН). Как правило, одним из наиболее частых случаев низкого качества электроэнергии (около 90 % от всех случаев) являются провалы напряжения, которые характеризуются небольшим падением напряжения глубиной (до 30–40 %) и продолжительностью от одной до трех секунд.

Схема ДКИН представлена на рис. 1. Здесь на схеме ДКИН состоит из следующих основных блоков:

- бустерного трансформатора;
- обводной линии (байпас);
- модуля дискретных входов/выходов;
- микропроцессорной системы управления;
- входного (выпрямительного) инвертора;
- выходного инвертора.

Причем для достижения наивысшего уровня надежности системы электроснабжения, а также для обеспечения возможности проведения обслуживания и ремонта лучшим решением будет использовать внешний байпас в дополнение к внутреннему байпасу.

В свою очередь, регулирование реактивной мощности предлагается посредством использо-

вания конденсаторной тиристорной установки с фильтрами гармоник. Данная установка работает путем снижения высокочастотных гармонических составляющих тока питания, что позволяет снизить нагрузку на сеть, увеличить ее производительность и защитить оборудование от повреждения. Фильтры гармоник используются для снижения уровня гармонических искажений в электрической системе. Они позволяют удалять нежелательные гармонические составляющие из электрической сети, используя фильтрующие элементы, такие как индуктивные элементы и конденсаторы.

Для обеспечения информационного обмена с внешними системами и управления работой цифровой подстанции с использованием стандартов IEC 61850, 61968/61970 необходимо использовать цифровой измерительный преобразователь, который выполняет основные функции управления и автоматизации и позволяет измерять и собирать информацию о напряжении, токе и коэффициенте мощности. Данное оборудование отличается от других тем, что оно сочетает высокую скорость обработки данных с высокой точностью, а также обеспечивает синхронизированные измерения параметров электрической сети. Использование данного оборудования позволяет увеличить наблюдаемость

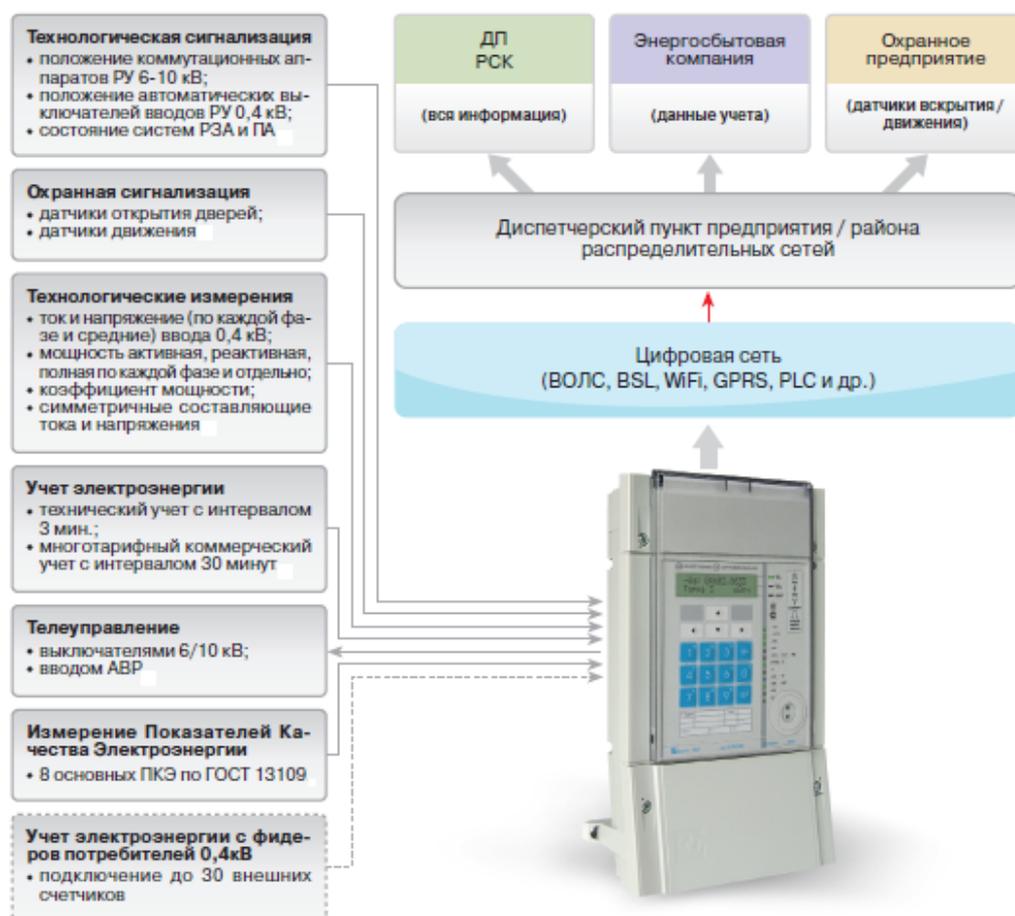


Рис. 2. Функциональные возможности цифрового счетчика

электрической сети и реализовать распределенные автоматизированные системы управления и регулирования, которые могут быть использованы в активно-адаптивных электрических сетях.

В свою очередь, для построения нижнего уровня автоматизированной системы управления используется многофункциональный счетчик электроэнергии, который объединяет в себе несколько функций: цифровой измерительный преобразователь электрических величин, устройство телемеханики, счетчик электроэнергии, прибор для измерения показателей качества электроэнергии и устройство для сбора и передачи данных. Данный вид счетчиков электрической энергии позволяет собирать, измерять и передавать всю необходимую информацию о параметрах оборудования подстанций, а также осуществлять оперативное управление этим оборудованием. Функциональные возможности данных счетчиков показаны на рис. 2.

Стоит также отметить, что в управлении распределительными сетями ключевую роль играет диспетчерский пункт, который осуществляет сбор информации о состоянии всей сети и ее элементов, выработку управляющих решений и подачу команд. Он включает в себя приемное оборудование, серверы для обработки и хранения информации, автоматизированное рабочее место (АРМ) персонала, сетевое оборудование и программное обеспечение, а также локальную вычислительную сеть (ЛВС).

Для верхнего уровня системы необходимо выбрать программно-технический комплекс, представляющий собой гибкую и универсальную структуру, отдельные подсистемы которой являются функционально законченными и могут использоваться независимо друг от друга в составе различных систем диспетчерского контроля и управления.

Результатом внедрения описанных выше технических решений являются:

- ускорение обнаружения технологических нарушений в электрических сетях;
- улучшение системы диспетчерского управления;
- повышение уровня мониторинга электрической сети;
- улучшение точности расчета режимов, потерь, балансов мощности и электроэнергии;
- снижение финансовых потерь сетевых компаний на сверхнормативные потери электроэнергии;
- оптимизация планирования эксплуатационных и ремонтных работ;
- гарантирование равного доступа и подключения потребителей и производителей элек-

троэнергии к электрической сети, а также снижение стоимости подключения;

- снижение тарифов на услуги передачи электрической энергии и тарифов на электроэнергию для конечных потребителей.

Таким образом, внедрение технологии *Smart Grid*, которая базируется на цифровых подстанциях в качестве интеллектуальных элементов сети, позволит достичь более стабильного, надежного и качественного электроснабжения. Это также уменьшит количество аварийных ситуаций, вызванных человеческим фактором, а также решит проблему износа и старения оборудования системы электроснабжения.

### Список литературы

1. Жукова, Т.В. Проектирование системы удаленного мониторинга трансформаторно-распределительной подстанции / Т.В. Жукова, М.Д. Жукова // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. – 2018. – № 4(33). – С. 63–68.
2. Воронов, И.В. Повышение эффективности эксплуатации систем электроснабжения предприятий путем комплексного использования SMART GRID и нейронных сетей / И.В. Воронов, Е.А. Политов // Электротехнические комплексы и системы. – 2012. – № 2. – С. 63–66.
3. Чичев, С.И. Технология «Smart Power Grid» («Умные электрические сети») / С.И. Чичев, Е.И. Глинкин // Диагностика и надежность энергооборудования. – 2010. – № 6(36). – С. 27–31.
4. Савина, Н.В. Выбор инновационных технологий для перевода подстанции на платформу интеллектуальной / Н.В. Савина, Е.Р. Козырев // Вестник АмГУ. – 2022. – № 97. – С. 118–125.
5. Врублевских, А.А. Технология Smart Grid и альтернативная энергетика / А.А. Врублевских, Е.В. Горемыкин // StudNet. – 2021. – Т. 4. – № 1. – С. 46.
6. Булатов, Б.Г. Алгоритмы интеллектуального управления режимом распределительной сети / Б.Г. Булатов, В.В. Тарасенко // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2012. – № 37(296). – С. 18–22.
7. Малицына, А.И. Интеллектуальные электрические сети - важный элемент повышения надежности электроснабжения существующих потребителей и комплексного развития распределительных электрических сетей 10 КВ / А.И. Малицына // Форум молодых ученых. – 2018. – № 11-2(27). – С. 16–21.
8. Сташко, В.И. Актуальные технологии цифровизации электросетевых объектов / В.И. Сташко, И.В. Белицын, Г.А. Побединский // European research, 2020. – С. 10–15.
9. Ховалова, Т.В. Эффекты внедрения интеллектуальных электроэнергетических сетей / Т.В. Ховалова, С.С. Жолнерчик // Стратегические решения и риск-менеджмент. – 2018. – № 2(107). – С. 92–101.
10. Карелин, А.Е. Анализ состояния методов управления энергетическими системами в РФ / А.Е. Карелин, А.Н. Береза // Форум молодых ученых. – 2019. – № 1-2(29). – С. 188–194.

### References

1. Zhukova, T.V. Proyektirovaniye sistemy udalennogo monitoringa transformatorno-raspre-delitel'noy podstantsii / T.V. Zhukova, M.D. Zhukova // Vestnik Priamurskogo gosudarstvennogo universiteta im. Sholom-Aleykhema. – 2018. – № 4(33). – S. 63–68.
2. Voronov, I.V. Povysheniye effektivnosti ekspluatatsii sistem elektrosnabzheniya predpriyatiy putem kompleksnogo ispol'zovaniya SMART GRID i neyronnykh setey / I.V. Voronov, Ye.A. Politov // Elektrotekhnicheskiye komplekсы i sistemy. – 2012. – № 2. – S. 63–66.

3. Chichev, S.I. Tekhnologiya «Smart Power Grid» («Umnyye elektricheskiye seti») / S.I. Chichev, Ye.I. Glinkin // Diagnostika i nadezhnost' energooborudovaniya. – 2010. – № 6(36). – S. 27–31.
4. Savina, N.V. Vybor innovatsionnykh tekhnologiy dlya perevoda podstantsii na platformu intellektual'noy / N.V. Savina, Ye.R. Kozyrev // Vestnik AmGU. – 2022. – № 97. – S. 118–125.
5. Vrublevskikh, A.A. Tekhnologiya Smart Grid i al'ternativnaya energetika / A.A. Vrublevskikh, Ye.V. Goremykin // StudNet. – 2021. – T. 4. – № 1. – S. 46.
6. Bulatov, B.G. Algoritmy intellektual'nogo upravleniya rezhimom raspredelitel'noy seti / B.G. Bulatov, V.V. Tarasenko // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Energetika. – 2012. – № 37(296). – S. 18–22.
7. Malitsyna, A.I. Intellektual'nyye elektricheskiye seti - vazhnyy element povysheniya nadezhnosti elektrosnabzheniya sushchestvuyushchikh potrebiteley i kompleksnogo razvitiya raspredelitel'nykh elektricheskikh setey 10 KV / A.I. Malitsyna // Forum molodykh uchenykh. – 2018. – № 11-2(27). – S. 16–21.
8. Stashko, V.I. Aktual'nyye tekhnologii tsifrovizatsii elektrosetevykh ob"yektov / V.I. Stashko, I.V. Belitsyn, G.A. Pobedinskiy // European research, 2020. – S. 10–15.
9. Khovalova, T.V. Effekty vnedreniya intellektual'nykh elektroenergeticheskikh setey / T.V. Khovalova, S.S. Zholnerchik // Strategicheskiye resheniya i risk-menedzhment. – 2018. – № 2(107). – S. 92–101.
10. Karelin, A.Ye. Analiz sostoyaniya metodov upravleniya energeticheskimi sistemami v RF / A.Ye. Karelin, A.N. Bereza // Forum molodykh uchenykh. – 2019. – № 1-2(29). – S. 188–194.

---

© И.В. Прахов, Ш.Ш. Холматов, Н.А. Хисамов, 2023

УДК 621.311.001.57

А.А. СКРЯБИНА, А.С. ХИСМАТУЛЛИН, Д.А. ЗАБОЛОТНЫЙ, М.В. БОЕВ  
Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный  
нефтяной технический университет» (филиал), г. Салават

## МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ В СРЕДЕ SIMULINK

*Ключевые слова:* гармонический анализ; компенсация реактивной мощности; компьютерное моделирование; распределительная трансформаторная подстанция; энергетика; энергоэффективность.

*Аннотация.* Целью статьи является анализ процесса компенсации реактивной мощности в трехфазной сети переменного тока. Используется материал современной технической документации, методы расчета и анализа существующей системы, современное программное обеспечение. В результате исследования собрана схема распределительной трансформаторной подстанции (РТП), разработан компенсатор реактивной мощности, подключены нагрузки в виде асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором (АДКР), выполнен анализ работы компенсатора реактивной мощности (КРМ). Опытно-конструкторские и технико-экономические показатели были улучшены за счет внедрения более надежных и энергоэффективных средств модернизации.

При проектировании электрических сетей промышленных предприятий встает ряд технико-экономических задач, связанных с рационализацией потребления и передачи электроэнергии. Одной из таких задач является контроль реактивной мощности в системе.

Симулировать КРМ в *Simulink* возможно при помощи конденсаторных батарей. Как известно, устройство компенсации реактивной мощности (УКРМ) может либо отдавать, либо поглощать реактивную мощность, соответственно, разработаны система управления кон-

денсаторными батареями, система измерений и анализа гармоник, система автоматического включения/отключения конденсаторных батарей в зависимости от коэффициента мощности.

Запуск программы осуществляется в двух режимах: с КРМ и без нее.

Далее представлены результаты исследований.

В сравнение с графиком тока, полученным при отсутствии КРМ, из рис. 1б можно заметить, что скачки тока намного меньше, помимо переходного процесса в начале и во время действия генератора искусственных гармоник.

Как видно из рис. 2, коэффициент мощности скачкообразно изменяется в определенном промежутке времени, притом что реактивная мощность не изменяется в больших пределах, как видно из рис. 1. Данный промежуток времени соответствует времени включения генератора искусственных гармоник, вследствие чего КРМ дает сбой в работе. На остальном промежутке времени коэффициент мощности равен приблизительно 0,98–0,99.

До подключения конденсаторной батареи в сети возникали высокие скачки тока (рис. 1а), которые могут привести к повреждению электрооборудования, выходу из строя коммутационных аппаратов. Реактивная мощность была в избытке (рис. 1) и коэффициент мощности был равным 0,75–0,81. После подключения конденсаторной батареи график тока стал менее скачкообразным, реактивная мощность колеблется в районе нуля, но не она постоянна, коэффициент мощности стал приблизительно равным 0,98–0,99. Гармонический анализ показывает большую стабильность после подключения конденсаторных батарей.

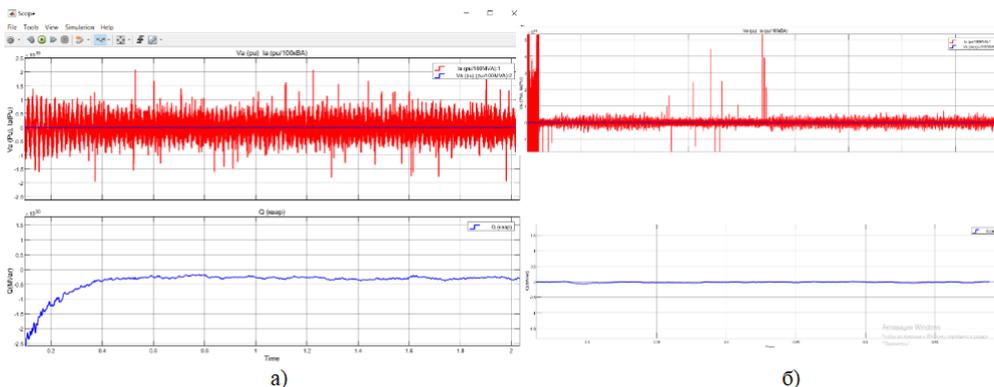


Рис. 1. Графики тока, напряжения и реактивной мощности: а) с УКРМ; б) без УКРМ

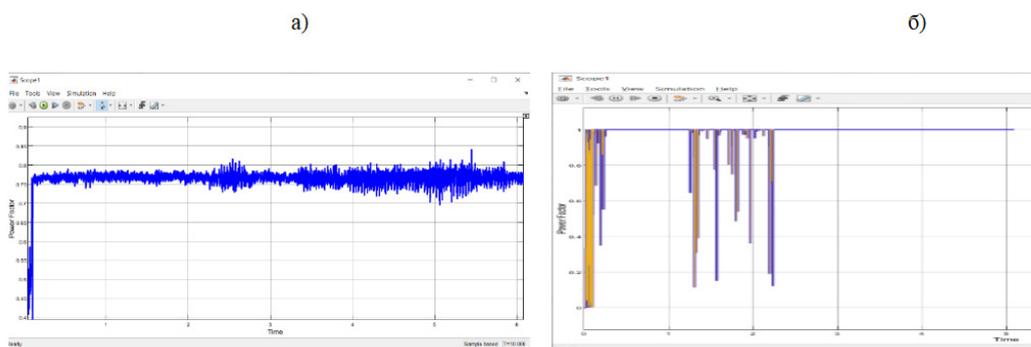


Рис. 2. График коэффициента мощности: а) с УКРМ; б) без УКРМ

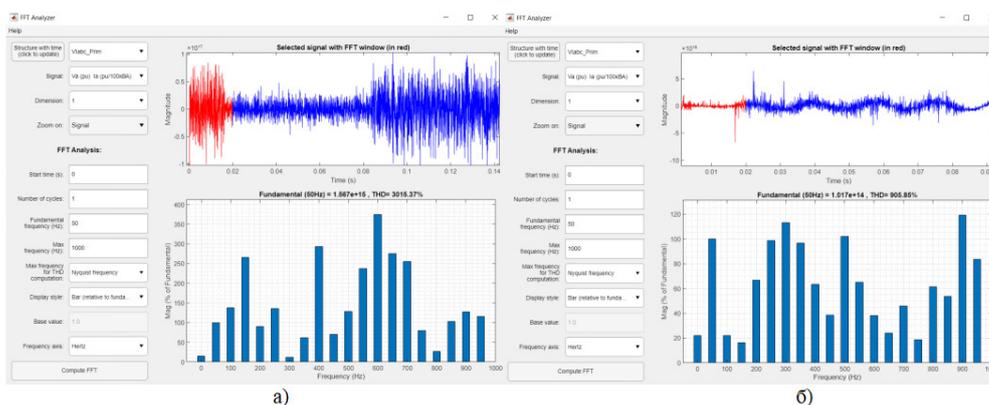


Рис. 3. График гармоник и гармонический анализ: а) с УКРМ; б) без УКРМ

С помощью программы «Mathlab Simulink» была воспроизведена схема электроснабжения РТП. Экспериментально доказано, что полное отсутствие, а также превышение допустимого порога реактивной мощности снижает энергоэффективность производства, так как из-за

скачков тока и падений напряжения, что видно из гармонического анализа, затрудняется передача электроэнергии. В электрических сетях промышленных предприятий применение УКРМ выгодно. Применение УКРМ позволяет уменьшить скачки тока и напряжения, а также

регулировать баланс мощностей в сети. Автоматизированная система управления не требует постороннего вмешательства, т.е. система способна работать в автономном режиме.

### Список литературы

1. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в Matlab, SimPowerSystems и Simulink / И.В. Черных. – М. : ДМК Пресс; СПб : Питер, 2008. – 288 с.
2. Муллакаев, М.С. Техничко-экономическое обоснование проекта «Сонохимическая технология и комплекс очистки нефтезагрязненных стоков» / М.С. Муллакаев, Р.М. Муллакаев, А.С. Хисматуллин // Современная научная мысль. – 2020. – № 5. – С. 136–141.
3. Применение нечеткой логики для компенсации реактивной мощности в электрической сети / А.С. Хисматуллин, И.В. Прахов, Е.С. Григорьев, Р.Р. Шафеев // Международный технико-экономический журнал. – 2018. – № 4. – С. 13–19.
4. Vildanov, R.G. Economic aspects of reactive power compensation at gas-chemical plant / R.G. Vildanov, A.S. Khismatullin, N.N. Luneva // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – Novosibirsk : Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012108.
5. Прокоп, Г.С. Проблема электромагнитной совместимости в современных счетчиках электрической энергии / Г.С. Прокоп, Х.И. Исмоилов, А.С. Хисматуллин // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 11(125). – С. 61–63.
6. Ковальчук, Г.Н. Повышающий преобразователь постоянного напряжения с использованием нечеткой системы управления, смоделированный в среде SIMULINK / Г.Н. Ковальчук, А.С. Хисматуллин // Computational Nanotechnology. – 2022. – Т. 9. – № 4. – С. 30–34.

### References

1. Chernykh I.V. Modelirovaniye elektrotekhnicheskikh ustroystv v Matlab, SimPowerSystems i Simulink / I.V. Chernykh. – М. : ДМК Press; SPb : Piter, 2008. – 288 s.
2. Mullakayev, M.S. Tekhniko-ekonomicheskoye obosnovaniye proyekta «Sonokhimicheskaya tekhnologiya i kompleks ochistki neftezagryaznennykh stokov» / M.S. Mullakayev, R.M. Mullakayev, A.S. Khismatullin // Sovremennaya nauchnaya mysl'. – 2020. – № 5. – S. 136–141.
3. Primeneniye nechetkoy logiki dlya kompensatsii reaktivnoy moshchnosti v elektricheskoy seti / A.S. Khismatullin, I.V. Prakhov, Ye.S. Grigor'yev, R.R. Shafeyev // Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskiy zhurnal. – 2018. – № 4. – S. 13–19.
5. Prokop, G.S. Problema elektromagnitnoy sovместimosti v sovremennykh schetchikakh elektricheskoy energii / G.S. Prokop, KH.I. Ismoilov, A.S. Khismatullin // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 11(125). – S. 61–63.
6. Koval'chuk, G.N. Povyshayushchiy preobrazovatel' postoyannogo napryazheniya s ispol'zovaniyem nechetkoy sistemy upravleniya, smodelirovanny v srede SIMULINK / G.N. Koval'chuk, A.S. Khismatullin // Computational Nanotechnology. – 2022. – Т. 9. – № 4. – S. 30–34.

© А.А. Скрябина, А.С. Хисматуллин, Д.А. Заболотный, М.В. Боев, 2023

УДК 004

Б.Б. ТУРУТИН

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ИЗЫСКАНИЙ

*Ключевые слова:* жизненный цикл; информационная модель; классификация; объект; требования; BIM-технологии.

*Аннотация.* Целью работы является изучение особенностей построения информационных моделей в процессе управления жизненным циклом объектов. В контексте изменений характера функционирования производства на промышленных предприятиях анализируется необходимость совершенствования технологии моделирования, обусловленная актуальностью вопросов формирования требований к составу информационных моделей объектов железнодорожной инфраструктуры.

В исследовании решаются задачи совершенствования требований к информационным моделям, специфических свойств BIM-моделей подсистем, составных частей и объектов инфраструктуры. В качестве гипотезы исследования принято, что информационные модели уникального объекта и сформированные требования на основе актуальной технологии информационного моделирования претерпевают постепенное преобразование сначала в части уточнения проектных геометрических и атрибутивных параметров, а затем в соответствии с процессами строительного производства и эксплуатационными событиями. В этой связи актуальные требования по функциональности информационных моделей позволят заказчику обеспечивать процессы управления жизненным циклом объектов инфраструктуры.

При формировании требований к информационным моделям необходимо учитывать особенности цифрового представления местности и геологических, геотехнических, гидрометеорологических, экологических и прочих характеристик изучаемых территорий. Без понимания этих особенностей указание отдельных требований будет являться необоснованным или избыточным [1; 2].

Проведенный анализ показал, что в настоящее время в практике применяется несколько вариантов цифрового представления информации, полученной по результатам изысканий с применением средств автоматизации, в разной степени отвечающих задачам информационного моделирования.

Так, документ [3] определяет информационную модель, получаемую по результатам изысканий – инженерную цифровую модель местности (ИЦММ), как форму представления инженерно-топографического плана в цифровом векторно-топологическом виде для обработки и автоматизированного решения инженерных задач. Состав ИЦММ ограничен цифровой моделью рельефа (ЦМР) и цифровой моделью ситуации (ЦМС).

В связи со сформировавшейся специализацией программного обеспечения, целесообразно дополнительное выделение из модели ситуации цифровых моделей инженерных коммуникаций (ЦМИК), содержащих модели линий и объектов существующих подземных коммуникаций, цифровых моделей искусственных сооружений (ЦМИС), содержащих набор моделей существующих искусственных сооружений [4; 5].

С целью увеличения точности расчетов объемов и стоимости строительно-монтажных работ может возникнуть необходимость в информационных моделях, гарантирующих такое увеличение точности, что, в свою очередь, потребует увеличения объемов работ или применения методов изысканий, обеспечивающих

такую возможность. Например, лазерное сканирование, георадарные исследования, увеличенное количество скважин для определения свойств грунтов с целью формирования объемной геологической модели.

Создание цифровых моделей в настоящее время не входит в перечень основных работ и должно производиться по дополнительным пунктам заданий на проектно-изыскательские работы и по отдельным договорам [6].

Анализ положений [8] показывает, что ИЦММ в данном документе предусматривает наличие векторных и растровых данных с распределением информации в иерархической структуре слоев с условными обозначениями в соответствии с заданными классификаторами, то есть в формате файлов геоинформационных систем или в формате векторных файлов с многослойной организацией данных.

Вместе с тем проектирование с применением технологии информационного моделирования, особенно линейных инфраструктурных объектов железнодорожного транспорта, требует представления исходных данных в реальном масштабе, так как такое представление позволяет наиболее полно и качественно учесть все особенности участка проектирования, в том числе все надземные и подземные объекты и коммуникации, рельеф, геологические, гидрометеорологические и экологические условия, а также наиболее эффективно обосновывать принятые проектные решения. Такой подход требует представления материалов по отдельным видам изысканий дополнительно в других форматах, предусматривающих пространственное распределение данных изысканий в пределах участка строительства.

В части предоставления отчетных материалов по результатам обработки материалов изысканий на разных этапах присутствует несколько видов представлений [8; 9].

Проведенные нами исследования выявили существенное различие между форматами представлений геопространственной информации в геоинформационных системах и в системах информационного моделирования. В результате анализа определены следующие отличия цифровых моделей в форматах топографических планов и карт от информационных цифровых моделей местности, применяемых при проектировании в среде информационного моделирования:

- масштаб объектов, отображаемых в гра-

фической части документации в технических отчетах по материалам изысканий и в цифровых топографических планах (от 1:200), значительно отличается от масштабов, применяемых в информационном моделировании зданий и сооружений (1:1);

- просмотр графических материалов в формате цифровых топографических планов и карт производится в геоинформационных системах и требует наличия дополнительных ресурсов – систем управления базами данных, файлов классификаторов, интернет-подключений к внешним сервисам; при этом возможен поиск не только по координатам, но и по любым признакам, определяющим как местоположение объекта, так и его ключевые характеристики;

- отчетные материалы по результатам изысканий в графической части, представленные в формате цифровых топографических планов и карт, не решают задач точного геометрического 3D-представления существующей ситуации для использования при проектировании и в строительстве именно с применением информационного моделирования, за исключением представления поверхности рельефа в масштабе 1:1;

- требование представления инженерной цифровой модели местности, привязанной к проекционной картографической системе координат, не имеет практического смысла и может относиться только к цифровым топографическим планам, получаемым по ИЦММ или по результатам обработки исходных данных; в остальных случаях речь может идти о привязке какой-то одной точки информационной модели, например, точки вставки модели;

- линейные объекты, имеющие протяженные размеры и сложный продольный профиль на физической поверхности земли, не обеспечивают как соответствие координат в проекционной системе координат, так и соответствие реальным размерам объекта, по которым возможен контроль проектных параметров, например, на этапе строительства.

Полное соответствие модели реальным объектам в масштабе 1:1 возможно или в геоцентрической прямоугольной системе координат или в условной системе координат, по вертикальной оси которой измеряются отметки нормальной системы высот, а горизонтальная плоскость образована осями с началом координат в условном начале – точке вставки проекта. При этом прямая линия, имеющая одинаковые



**Рис. 1.** Схема формирования документации при использовании технологии ГИС и ВМ при наличии требования по предоставлению цифровых топографических карт и планов

отметки на концах в нормальной системе высот, будет в модели иметь вид горизонтальной линии.

Документация по материалам изысканий передается в государственные информационные системы и фонды в цифровом виде и может быть представлена как в растровых форматах, так и в форматах цифровых топографических карт. Во втором случае материалы должны соответствовать требованиям ГОСТ и нормативно-правовым актам, устанавливающим требования к цифровым моделям местности и к цифровым топографическим картам (планам).

Выявлено, что в настоящее время ситуация с возможным представлением документации, получаемой по результатам обработки материалов изысканий, имеет неопределенность. Это связано с тем, что в общем случае получение графической части документации в виде топографического плана, получение модели и цифровой топографической карты могут осуществляться с помощью разного программного обеспечения. В этой связи, несмотря на одни и те же исходные данные, не гарантируется качество информационной модели в части точного учета всех элементов – как имеющих геометрическое представление, так и атрибутивных.

Соответственно, неопределенность может быть устранена с помощью программного обеспечения, одинаково корректно формирующего модели, карты и документацию на основе исходных данных. В настоящее время данную задачу в разной степени реализуют несколько программных продуктов, в том числе отечественного производства.

При отсутствии комплексного программного обеспечения с учетом наличия различ-

ных локальных решений по формированию цифровых моделей по результатам изысканий наиболее целесообразным следует признать применение программного обеспечения, которое по результатам формирования информационной модели смогло бы получить остальные представления. Это смогло бы обеспечить соответствие элементов модели, элементов цифровых планов и документации.

На рис. 1 представлены схема формирования документации при использовании технологии геоинформационной системы (ГИС) и ВМ в состоянии «как есть», а также предлагаемый вариант схемы при наличии требования заказчика по предоставлению, помимо ИЦММ, цифровых топографических карт и планов. Стрелками обозначена последовательность операций с точки зрения единства источников данных и соответствия представлений в части отображения необходимых данных.

Помимо этого, существует еще один фактор, стимулирующий именно такую последовательность. Этот фактор обусловлен тем, что к документации, предоставляемой в органы экспертизы, а также в государственные системы и фонды, имеются требования к применяемым системам координат. Эти системы координат являются плоскими проекционными и распространяются на ограниченную территорию. Дробление информационной модели участка инфраструктуры, построенной на физической поверхности земли в масштабе 1:1, создает искусственную проблему для заказчика.

В железнодорожной отрасли создана собственная высокоточная координатная система (ВКС), применение которой регламентировано Распоряжением от 26.05.2015 № 1 329р «Взаимодействие подразделений ОАО «РЖД»

и причастных организаций при проектировании, строительстве, реконструкции (модернизации), ремонтах объектов инфраструктуры ОАО «РЖД» с использованием ВКС и комплексной системы пространственных данных инфраструктуры железнодорожного транспорта (КСПД ИЖТ)». С учетом наличия собственной системы координат, основанной на собственной геодезической сети, для ОАО «РЖД» было бы целесообразно получение модели и цифровых карт в своей системе координат.

Таким образом, на каком-то участке технологического процесса необходимо предусмотреть возможность пересчета координат модели и формирование цифровых карт в требуемой системе координат. Преобразования между такими разными представлениями не являются простым масштабированием с поворотом осей координат и должны выполняться на стороне организации-исполнителя в специализированных приложениях, имеющих функции геоинформационных систем, или в среде общих данных – информационной ВМ-системе ОАО «РЖД». Среда общих данных должна обладать функциями проверки соответствия информационных моделей цифровым картам и планам, а также документации.

Таким образом, при указании требований к

предоставлению материалов изысканий в цифровом виде наиболее целесообразным следует признать подход, при котором:

– материалы, передающиеся в государственные информационные системы и фонды, должны точно удовлетворять требования соответствующих систем и фондов;

– материалы, используемые заказчиком в виде цифровых топографических планов и карт, в том числе тематических карт на цифровой картографической основе, должны удовлетворять требованиям по формату, масштабу, используемым классификаторам объектов, слоям, системе координат, при этом требования по формату, содержанию, масштабу, используемым условным обозначениям, системе координат, не могут противоречить требованиям, предъявляемым к оформлению графической части документации, предъявляемой в органы экспертизы;

– материалы, используемые заказчиком в виде инженерных цифровых моделей, созданных в масштабе 1:1, в качестве наполнения корпоративной ВМ-системы, должны удовлетворять требованиям к сводным и тематическим инженерным цифровым моделям в части состава и содержания – ЦМР, ЦМГ, ЦМС, ЦМГМ и т.д.

### Список литературы

1. Анкудинов, А.Г. ТИМ, Какой должен быть стандарт информационной модели объекта капитального строительства [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ardexpert.ru/article/21713>.
2. Бубнова, Г.В. Применение современных технологий цифрового моделирования в формировании качественной и эффективной железнодорожной инфраструктуры / Г.В. Бубнова, С.А. Шведов // Тренды экономического развития транспортного комплекса России: форсайт, прогнозы и стратегии, МОСКВА. – М. : Научно-издательский центр Инфра-М, Российский университет транспорта, 2021. – С. 59–64.
3. ГОСТ Р 10.0.0-2018 «Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Основные положения. Общие требования к технологии информационного моделирования».
4. ГОСТ Р 12006-2-2017 Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 2. Основы классификации информации.
5. ГОСТ Р 57310-2016 Моделирование информационное в строительстве. Руководство по доставке информации. Методология и формат.
6. Концепция внедрения системы управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологии информационного моделирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://nopriz.ru/upload/iblock/b6f/Kontseptsiya-BIM-pervaya-redaktsiya.pdf>.
7. Современный опыт применения ВМ-технологий для проектирования объектов транспортной инфраструктуры: большой обзор [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://integral-russia.ru/2021/01/27/sovremennyj-opyt-primeneniya-bim-tehnologij-dlya-proektirovaniya-obektov-transportnoj-infrastruktury-bolshoj-obzor>.

8. СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла».
9. Турутин, Б.Б. Формирование требований к составу информационных моделей / Б.Б. Турутин // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 3(129). – С. 113–119.

### References

1. Ankudinov, A.G. TIM, Kakoy dolzhen byt' standart informatsionnoy modeli ob'yekta kapital'nogo stroitel'stva [Electronic resource]. – Access mode : <https://ardexpert.ru/article/21713>.
2. Bubnova, G.V. Primeneniye sovremennykh tekhnologiy tsifrovogo modelirovaniya v formirovani kachestvennoy i effektivnoy zheleznodorozhnoy infrastruktury / G.V. Bubnova, S.A. Shvedov // Trendy ekonomicheskogo razvitiya transportnogo kompleksa Rossii: forsayt, prognozy i strategii, MOSKVA. – М. : Nauchno-izdatel'skiy tsentr Infra-M, Rossiyskiy universitet transporta, 2021. – S. 59–64.
3. GOST R 10.0.0-2018 «Sistema standartov informatsionnogo modelirovaniya zdaniy i sooruzheniy. Osnovnyye polozheniya. Obshchiye trebovaniya k tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya».
4. GOST R 12006-2-2017 Stroitel'stvo. Model' organizatsii dannykh o stroitel'nykh rabotakh. Chast' 2. Osnovy klassifikatsii informatsii.
5. GOST R 57310-2016 Modelirovaniye informatsionnoye v stroitel'stve. Rukovodstvo po dostavke informatsii. Metodologiya i format.
6. Kontsepsiya vnedreniya sistemy upravleniya zhiznennym tsiklom ob'yektov kapital'nogo stroitel'stva s ispol'zovaniyem tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya [Electronic resource]. – Access mode : <http://nopriz.ru/upload/iblock/b6f/Kontsepsiya-BIM-pervaya-redaktsiya.pdf>.
7. Sovremennyy opyt primeneniya BIM-tekhnologiy dlya proyektirovaniya ob'yektov transportnoy infrastruktury: bol'shoj obzor [Electronic resource]. – Access mode : <https://integral-russia.ru/2021/01/27/sovremennyy-opyt-primeneniya-bim-tehnologij-dlya-proektirovaniya-obektov-transportnoj-infrastruktury-bolshoj-obzor>.
8. SP 333.1325800.2017 «Informatsionnoye modelirovaniye v stroitel'stve. Pravila formirovaniya informatsionnoy modeli ob'yektov na razlichnykh stadiyakh zhiznennogo tsikla».
9. Turutin, B.B. Formirovaniye trebovaniy k sostavu informatsionnykh modeley / B.B. Turutin // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 3(129). – С. 113–119.

---

© Б.Б. Турутин, 2023

УДК 621.01

И.С. ЖАРОВ

ФКОУ ВО «Владимирский юридический институт Федеральной службы исполнения наказаний», г. Владимир

## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ДАТЧИКОВ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА ВОЗДУХА С РАЗЛИЧНЫМИ УПРУГИМИ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

*Ключевые слова:* датчики максимального потока воздуха; пружины; упругие чувствительные элементы.

*Аннотация.* В данной статье описаны конструкции датчиков максимального потока воздуха с упругими чувствительными элементами в виде спиральной, винтовой и плоской пружины для измерения пиковой скорости выдоха человека. Из анализа уравнения движений упругих чувствительных элементов установлено, что наименьшими погрешностями обладает датчик максимального потока воздуха с плоской пружиной, т.к. в нем меньше различных моментов сопротивления движению упругого чувствительного элемента. Был проведен анализ упругих чувствительных элементов по нелинейности характеристики и гистерезису. Анализ показал преимущества плоских пружин, заключающиеся в простоте конструкции и малом гистерезисе, но выявил у них достаточно высокую нелинейность характеристики, приводящую к нелинейности шкалы значений пиковой скорости выдоха.

В условиях неблагоприятной экологической обстановки, ускоренных процессов урбанизации, расширяющейся промышленной сферы особенно остро становится проблема стремительного роста распространенности различных болезней органов дыхания человека.

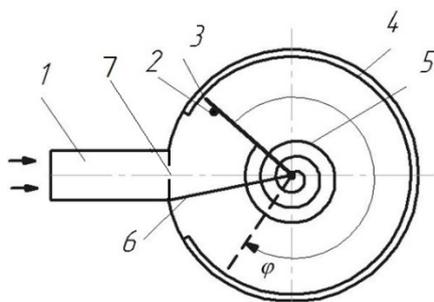
Для обследований заболеваний такого массового характера особенно важно использование диагностических средств, обеспечивающих минимальные временные и трудовые затраты при их высокой эффективности. К одним из таких диагностических средств от-

носятся датчики максимального потока воздуха, позволяющие измерить пиковую скорость выдоха (ПСВ) у больных бронхиальной астмой.

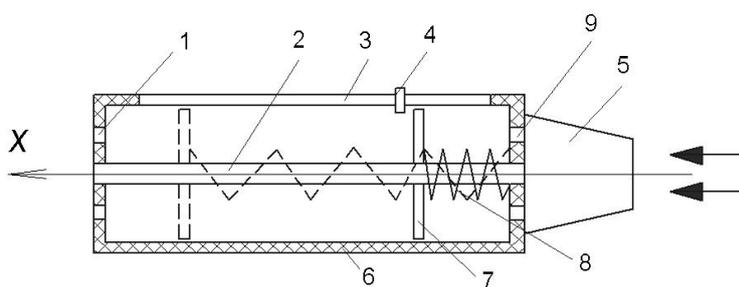
Принцип действия датчиков максимального потока воздуха заключается в деформации под действием выдыхаемого человеком воздуха упругого чувствительного элемента (УЧЭ), который передвигает находящийся с ним в контакте указатель, а величина ПСВ определяется по шкале на корпусе датчика.

Существуют конструкции датчиков максимального потока воздуха с УЧЭ в виде спиральной, винтовой и плоской пружины.

Датчик максимального потока с УЧЭ в виде спиральной пружины (рис. 1) представляет собой цилиндрический корпус с радиально расположенным нагубником (1) и поворотным крылом (3), ось вращения которого проходит через центр корпуса [4]. Фиксированная перегородка (6) располагается от впускного отверстия (7) до оси крыла (3). Спиральная пружина (5), закрепленная на оси крыла (3), создает противодействующий момент, поэтому при отсутствии потока воздуха крыло (3) упирается в стопорный штифт (2), препятствующий перекрытию крылом впускного отверстия (7). По периферии задней крышки корпуса проходит кольцевая щель (4), через которую может выходить воздух, поступающий в корпус датчика при выдохе. Под действием выдыхаемого через отверстие (7) воздуха крыло (3) постепенно поворачивается и открывает щель (4), выпускающую воздух из датчика. Давление воздуха на крыло (3) по мере открывания щели (4) уменьшается, и оно останавливается в положении, соответствующем равновесию моментов, создаваемых силой давления воздушного потока на крыло (3) и силой упругости спиральной пружины.



**Рис. 1.** Датчик максимального потока со спиральной пружиной: 1 – нагубник; 2 – стопорный штифт; 3 – поворотное крыло; 4 – кольцевая щель; 5 – спиральная пружина; 6 – перегородка; 7 – впускное отверстие



**Рис. 2.** Датчик максимального потока с винтовой пружиной растяжения: 1 – выпускные отверстия; 2 – центральный стержень; 3 – прорезь; 4 – указатель; 5 – нагубник; 6 – корпус; 7 – поршень; 8 – пружина; 9 – впускные отверстия

жины (5). Угол поворота крыла (3) фиксируется храповиком с собачкой (не указанной на рис. 1). Давление потока воздуха на крыло (3) определяется величиной ПСВ, и стрелка, насаженная на ось вращения крыла (3), фиксирует на шкале датчика значение ПСВ.

Уравнение движения крыла со спиральной пружиной:

$$J\ddot{\phi} = M_d - M_{пр} - M_B - M_{тр}, \quad (1)$$

где  $J$  – момент инерции крыла и пружины;  $\ddot{\phi}$  – угловое ускорение крыла;  $M_d$  – момент, приложенный к крылу со стороны потока;  $M_{пр}$  – момент от силы сжатия пружины;  $M_B$  – момент сопротивления движению крыла;  $M_{тр}$  – момент от силы трения в опоре крыла.

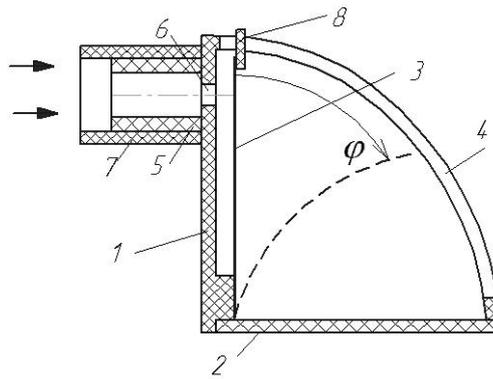
В настоящее время наиболее широко применяются датчики максимального потока с УЧЭ в виде винтовой пружины [3]. Их принцип действия (рис. 2) заключается в растяжении пружины (8) под воздействием выдыхаемого через нагубник (5) воздушного потока, попадающего через отверстия (9) в корпус (6). Под действием

воздушного потока поршень (7) передвигается горизонтально вдоль центрального стержня (2) и вызывает отклонение сопряженного с ним указателя (4), который перемещается по прорези (3). Поршень (7) находится под действием двух противоположных сил: силы давления воздушного потока, зависящей от ПСВ, и силы упругости пружины (8), зависящей от степени ее растяжения. Воздух выходит из корпуса (6) через отверстия (1). После прекращения действия воздушного потока пружина (8) вместе с поршнем (7) возвращается в исходное положение, а указатель (4) фиксирует числовое значение ПСВ по шкале, расположенной на поверхности корпуса (6).

Уравнение движения поршня и винтовой пружины:

$$ma = F - F_{пр} - F_B - F_{тр}, \quad (2)$$

где  $m$  – масса пружины и поршня;  $a$  – ускорение поршня;  $F$  – сила давления со стороны воздушного потока;  $F_{пр}$  – сила сжатия пружины,  $F_B$  – сила сопротивления движения поршня;  $F_{тр}$  –



**Рис. 3.** Датчик максимального потока с плоской пружиной: 1 – корпус; 2 – заглушка корпуса; 3 – плоская пружина; 4 – радиальная щель; 5 – штуцер; 6 – отверстие; 7 – нагубник; 8 – указатель

сила трения.

Наиболее простыми по конструкции являются датчики максимального потока воздуха с УЧЭ в виде плоской пружины [2] (рис. 3). Для измерения ПСВ нагубник (7) устанавливается в штуцер (5) корпуса (1). Снизу корпус (1) закрыт заглушкой (2). Указатель (8) переводят в крайнее левое положение до контакта его с плоской пружиной (3). Нагубник (7) плотно охватывается губами, производится форсированный выдох, при этом воздух попадает в корпус (1) через отверстия (6). Под действием давления воздуха при выдохе плоская пружина (3) деформируется и перемещает указатель (8) по радиальной щели (4) корпуса (1). После выдоха плоская пружина (3) возвращается в исходное положение, при этом указатель (8) остается на месте, фиксируя на шкале значение ПСВ.

Уравнение движения плоского УЧЭ:

$$J\ddot{\phi} = M_d - M_b, \quad (3)$$

где  $J$  – момент инерции пружины;  $\ddot{\phi}$  – угловое ускорение пружины;  $M_d$  – момент, приложенный к пружине со стороны потока;  $M_b$  – момент сопротивления движению пружины.

Из анализа уравнения движений УЧЭ датчиков максимального потока (1), (2), (3) установлено, что наименьшими погрешностями обладает датчик максимального потока с УЧЭ в виде плоской пружины, т.к. в нем меньше различных моментов сопротивления движению УЧЭ.

Для датчиков максимального потока был проведен анализ различных УЧЭ по нелинейности характеристики и гистерезису. В ходе

исследований использовались УЧЭ датчиков, эксплуатировавшихся в течение 1,5–2 лет и рассчитанных на ПСВ до 700 л/мин.

Характеристики винтовой пружины: диаметр проволоки 0,3 мм, диаметр пружины 10 мм, число рабочих витков – 55, начальное натяжение пружины 0,02 Н, максимальное перемещение пружины 70 мм. Характеристики спиральной пружины: толщина 0,15 мм, ширина 5 мм, длина 125 мм, максимальное угловое перемещение 150 градусов. Характеристики плоской пружины: толщина 0,1 мм, ширина 20 мм, длина 70 мм, максимальное угловое перемещение 77 градусов. Материал пружин – сталь 12Х18Н9. Значения нелинейности и гистерезиса были найдены путем приложения к УЧЭ грузиков весом от 0,1 до 1 Н (через 0,1 Н) при прямом и обратном ходе.

О величине нелинейности характеристики УЧЭ можно судить по разностям между перемещениями, соответствующими линейной зависимости и упругой характеристике, которые относятся к наибольшему перемещению на рассматриваемом участке характеристики. Величину нелинейности характеристики определяют по формуле [1]:

$$\eta = \frac{\Delta_{max}}{\lambda_{max}} 100\%, \quad (4)$$

где  $\Delta_{max}$  – наибольшее отклонение;  $\Delta_{max} = \lambda_l - \lambda$ ,  $\lambda_l$  и  $\lambda$  – перемещения (линейные или угловые, в зависимости от типа УЧЭ), соответствующие линейной зависимости и упругой характеристике;  $\lambda_{max}$  – наибольшее рабочее перемеще-

Таблица 1. Сравнение УЧЭ датчиков максимального потока

Характеристика Тип УЧЭ	Нелинейность характеристики, %	Гистерезис, %	Наличие трения в кинематических парах
Спиральная пружина	11,3	5,3	+
Винтовая пружина	8,6	5,7	+
Плоская пружина	17,5	4,5	-

ние УЧЭ.

Для спиральной пружины  $\Delta_{max} = 17^\circ$ ,  
 $\lambda_{max} = 150^\circ$ .

$$\eta_{cn} = \frac{17}{150} 100\% = 11,3\%.$$

Для винтовой пружины  $\Delta_{max} = 6$  мм,  
 $\lambda_{max} = 70$  мм.

$$\eta_s = \frac{6}{70} 100\% = 8,6\%.$$

Для плоской пружины  $\Delta_{max} = 13,5^\circ$ ,  
 $\lambda_{max} = 77^\circ$ .

$$\eta_{nl} = \frac{13,5}{77} 100\% = 17,5\%.$$

Гистерезис УЧЭ проявляется в несовпадении величин перемещений при прямом и обратном ходе упругого элемента. Величина гистерезиса определяется как наибольшая разность между перемещениями при одинаковой нагрузке при прямом и обратном ходе, отнесенная к наибольшему перемещению УЧЭ. Гистерезис определяют по формуле [1]:

$$\gamma = \frac{\Gamma}{\lambda_{max}} 100\%, \quad (5)$$

где  $\Gamma$  – наибольшая разность между перемещениями при прямом и обратном ходе, отнесенная к наибольшему перемещению (линейному или угловому, в зависимости от типа УЧЭ);  $\lambda_{max}$  – наибольшее перемещение УЧЭ.

Для спиральной пружины  $\Gamma = 8^\circ$ ,  
 $\lambda_{max} = 150^\circ$ .

$$\gamma_{cn} = \frac{8}{150} 100\% = 5,3\%.$$

Для винтовой пружины  $\Gamma = 4$  мм,  
 $\lambda_{max} = 70$  мм.

$$\gamma_s = \frac{4}{70} 100\% = 5,7\%.$$

Для плоской пружины  $\Gamma = 3,5^\circ$ ,  $\lambda_{max} = 77^\circ$ .

$$\gamma_{nl} = \frac{3,5}{77} 100\% = 4,5\%.$$

В табл. 1 представлены результаты анализа УЧЭ датчиков максимального потока.

Проведенный анализ различных конструкций датчиков максимального потока с различными УЧЭ показал преимущества плоских пружин, заключающиеся в простоте конструкции и малом гистерезисе. При этом у плоских УЧЭ исключаются подвижные кинематические пары, а значит, меньше различных моментов сопротивления движению УЧЭ, нет люфтов и износа деталей. Важным достоинством предлагаемой конструкции является возможность получения электрического сигнала. С этой целью на плоской пружине могут быть размещены тензорезисторы.

Однако у плоских УЧЭ достаточно высокая нелинейность характеристики, что приводит к нелинейности шкалы значений ПСВ и необходимости введения соответствующих поправок. Тем не менее датчики максимального потока воздуха с УЧЭ в виде плоской пружины являются наиболее перспективными конструкциями с научной и практической точки зрения.

**Список литературы**

1. Андреева, Л.Е. Упругие элементы приборов. / Л.Е. Андреева. – М. : Машиностроение, 1981. – 392 с.
2. Жаров, И.С. Пикфлоуметр с плоской пружиной для измерения показателей форсированного дыхания / И.С. Жаров // Вестник новых медицинских технологий. – 2006. – Т. 13. – № 4. – С. 144–145.
3. Жаров, И.С. Расчет оптимальных конструктивных параметров датчика максимального потока воздуха / И.С. Жаров // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 10(136). – С. 25–28.
4. Лопата, В.А. Классификация и обзор конструкций пневмотахометрических преобразователей / В.А. Лопата // Медицинская техника. – 1980. – № 5. – С. 45–51.

**References**

1. Andreyeva, L.Ye. Uprugiye elementy priborov. / L.Ye. Andreyeva. – M. : Mashinostroyeniye, 1981. – 392 s.
2. Zharov, I.S. Pikfloumetr s ploskoy pruzhinoy dlya izmereniya pokazateley forsirovannogo dykhaniya / I.S. Zharov // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. – 2006. – T. 13. – № 4. – S. 144–145.
3. Zharov, I.S. Raschet optimal'nykh konstruktivnykh parametrov datchika maksimal'nogo potoka vozdukha / I.S. Zharov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 10(136). – S. 25–28.
4. Lopata, V.A. Klassifikatsiya i obzor konstruksiy pnevmotakhometricheskikh preobrazovateley / V.A. Lopata // Meditsinskaya tekhnika. – 1980. – № 5. – S. 45–51.

---

© И.С. Жаров, 2023

УДК 62-13

В.В. КРОХМАЛЬ, О.Н. МАЦКО, А.Н. ГАБРИЕЛЬ, Н.А. МОХОВА  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого», г. Санкт-Петербург

## ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРОБЕЖНОЙ СИЛЫ НА ДАВЛЕНИЕ В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПРУЖИНЫ НА МЕХАТРОННОМ ИСПЫТАТЕЛЬНОМ СТЕНДЕ

*Ключевые слова:* вибрации; инерционные силы; испытания; мехатронный стенд; пневматика; ротор; центробежная сила.

*Аннотация.* В данной работе изучены процессы, происходящие в рабочей камере пневматической пружины во время вращения ротора испытательного стенда центрифуги, в частности изучено влияние центробежной силы на давление в рабочей камере пневматической пружины.

Для выполнения поставленной задачи в статье представлена математическая модель ротора с полым цилиндром, который жестко закреплен на роторе и накачан газом. Путем анализа процессов, происходящих с газом во время вращения ротора, выведена формула расчета давления в каждой точке рабочей камеры цилиндра. При помощи выведенной формулы получен график перераспределения давления газа в рабочей камере цилиндра. Проанализировано перераспределение давления газа при разных скоростях вращения ротора, получена наглядная зависимость давления газа от центробежной силы.

Для проведения испытательных операций используют специализированное оборудование в виде испытательных стендов [1]. На центробежных стендах проводятся испытания устройств, входящих в состав конструкций воздушно-космических аппаратов в виде самолетов, дронов, ракет и т.п. Эти устройства в реальности подвергаются не только центробежной нагрузке, но и вибрационной, поэтому в рамках данной статьи объектом исследования является комплексный мехатронный центробежный испытательный стенд (виброфуга), способный одновременно воспроизводить центробежную и

вибрационную нагрузки [2–4].

Во время проведения испытательных исследований на таком мехатронном испытательном стенде создаются инерционные силы, которые необходимо компенсировать для получения наиболее корректных результатов испытаний [5; 6]. Существуют различные технические решения компенсации инерционных сил [7; 8]. Одно из решений – применение пневматической пружины в качестве гасителя вибраций в сторону ротора виброфуги [9; 10].

Для применения пневматической пружины необходимо изучить влияние центробежной силы на давление в рабочей камере пневмопружины. Для решения поставленной задачи вместо пневматической пружины за основу взят закрытый полый цилиндр, который установлен на конце ротора испытательной центрифуги (рис. 1). Необходимо определить давление газа в каждой точке вдоль камеры по всей длине цилиндра при вращении ротора на постоянной скорости.

На рис. 1 изображена схема части центрифуги с закрытым цилиндром (поз. 1), который жестко закреплен на роторе (поз. 3). Исследуемая камера закрытого цилиндра наполнена газом (поз. 4). Выделим элементарный объем (поз. 2), определяемый площадью сечения цилиндра и длиной  $dr$ . Длина ротора от оси вращения до цилиндра составляет  $r_1 = 1,5$  м, общая длина камеры цилиндра составляет  $L = 0,5$  м.

Рассмотрим элементарный объем газа, находящегося в исследуемой камере и подвергающегося воздействию ускорения, вызванного центробежными силами. Его объем определяется в соответствии с формулой (1):

$$dV = Sdr, \quad (1)$$

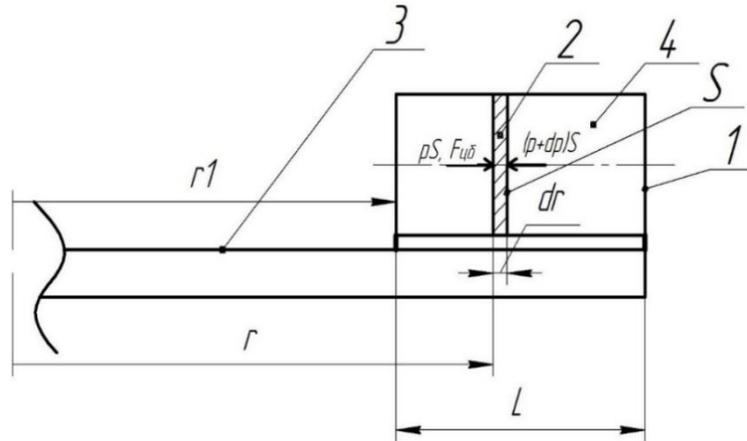


Рис. 1. Схема закрытого цилиндра при вращении центрифуги

где  $S$  – площадь поперечного сечения камеры,  $m^2$ ;  $dr$  – длина выделенного элементарного объема газа в камере, м.

Масса элементарного объема определяется по следующей формуле:

$$dm = \rho(p) dV = \rho(p) S dr, \quad (2)$$

где  $\rho(p)$  – плотность газа, зависящая от давления,  $кг/м^3$ .

Плотность газа определяем из уравнения Клапейрона-Менделеева (при допущении, что газ сухой):

$$\rho(p) = p \frac{M}{RT}, \quad (3)$$

где  $T$  – абсолютная температура газа, К;  $M$  – молярная масса газа (равная для воздуха  $29 \cdot 10^{-3}$  кг/моль);  $R$  – универсальная газовая постоянная (равная  $8,314$  Дж/кг \* К).

В соответствии с формулой (2) получим зависимость для определения массы газа, находящегося в выделенном элементарном объеме:

$$dm = p \frac{M}{RT} S dr. \quad (4)$$

Центробежную силу  $dF_{цб}$ , действующую на выделенный объем газа, определяем в соответствии со следующей формулой:

$$dF_{цб} = \omega^2 r dm, \quad (5)$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения ротора,

рад/с;  $r$  – расстояние от оси вращения до элементарного объема газа, м.

Предполагается, что на газ (выделенный элементарный объем в том числе) действует статическая нагрузка, поэтому получим уравнение равновесия элементарного объема газа:

$$dF_{цб} + pS - S(p + dp) = 0, \quad (6)$$

где  $dp$  – приращение давления газа при смещении на расстояние  $dr$  от оси вращения, Па.

Подставив в уравнение (6) зависимости (5) и (4), получим:

$$\frac{dp}{p} = \omega^2 \frac{M}{RT} r dr. \quad (7)$$

Указанная зависимость позволяет найти распределение давления газа внутри камеры в зависимости от расстояния от оси вращения. Будем считать, что давление газа на расстоянии  $r_1$  от оси вращения будет  $p_1$ . Взяв интеграл выражения (7), получаем выражение для определения распределения давления газа в рабочей камере цилиндра, в зависимости от расстояния от оси вращения:

$$p = p_1 e^{\frac{\omega^2 M (r^2 - r_1^2)}{2RT}}. \quad (8)$$

В соответствии с выражением (8) построим распределение давления в камере цилиндра под центробежной нагрузкой при постоянной скорости вращения ротора  $10$  рад/с (давление у первого торца камеры цилиндра условное –

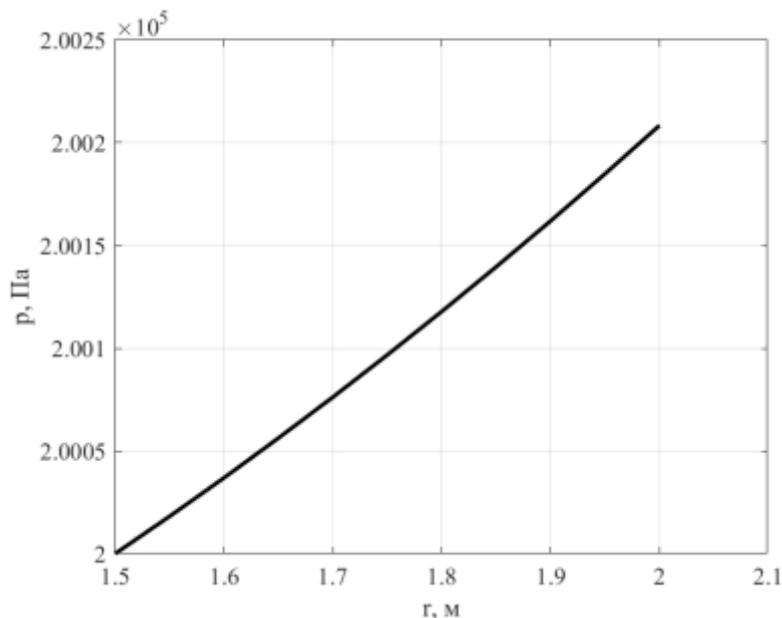


Рис. 2. График распределения давления в камере цилиндра при вращении ротора центрифуги

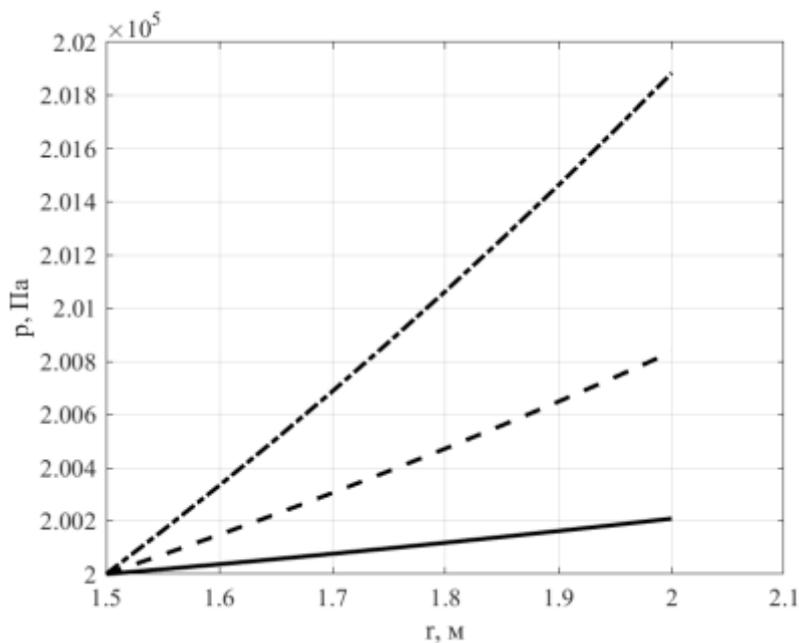


Рис. 3. График распределения давления в камере цилиндра при вращении ротора центрифуги на разных скоростях

200 000 Па).

На рис. 2 видим, что давление у второго торца цилиндра стало выше по сравнению с первым на 208 Па (0,1 %). Следует вывод о том, что давление в камере цилиндра изменяется в поле центробежных сил. Распределение давления зависит от скорости вращения ро-

тора (рис. 3).

На рис. 3 показано распределение давления в камере цилиндра при вращении ротора центрифуги на разных скоростях, где сплошная линия – 10 рад/с, пунктирная линия – 20 рад/с, штрихпунктирная линия – 30 рад/с. Получившиеся графики показывают, что зависимость

имеет экспоненциальный характер.

Результаты работы следующие.

1. При применении пневматической пружины для компенсации инерционных сил необходимо учитывать влияние центробежной силы на давление в камере пневмопружины.

2. Для выполнения поставленной задачи составлена математическая модель вращения ротора, на котором жестко установлен полый цилиндр с газом.

3. Выведена формула расчета уровня давления в каждой точке рабочей камеры цилиндра.

4. Установлена экспоненциальная зависимость перераспределения газа внутри камеры цилиндра от скорости вращения ротора центрифуги.

Зависимость давления от центробежной силы в рабочей камере цилиндра, установленного на роторе мехатронного испытательного стенда, показывает, что при использовании пневматической пружины для компенсации инерционных сил, возникающих во время работы испытательного стенда, необходимо устанавливать определенный уровень давления газа в рабочей камере пневматической пружины.

### Список литературы

1. Попов, А. Н. Стенды для механических испытаний: учебное пособие / А.Н. Попов, М.Н. Полищук, Ал.Н. Тимофеев. – СПб : Изд-во Поли-техн. ун-та, 2016. – 200 с.
2. Андриенко, П.А. Об испытаниях на комбинированные воздействия / П.А. Андриенко, В.И. Каразин, И.О. Хлебосолов // Современное машиностроение. Наука и образование. – 2012. – № 2. – С. 142–149.
3. Козликин, Д.П. О воспроизведении виброротационных воздействий / Д.П. Козликин, В.И. Каразин, И.О. Хлебосолов // Наука и технологии. Секция 3. Динамика и прочность. Краткие сообщения XXVIII Российской школы. – Екатеринбург : УрО РАН, 2009. – С. 42–44.
4. Евграфов, А.Н. Воспроизведение параметров движения на ротационных стендах / А.Н. Евграфов, В.И. Каразин, И.О. Хлебосолов // Теория механизмов и машин. – СПб СПбГТУ. – 2003. – № 1. – С. 92–96.
5. Евграфов, А.Н. Экспериментальное определение инерционных параметров изделий / А.Н. Евграфов, В.И. Каразин, И.О. Хлебосолов // Современное машиностроение. Наука и образование. Материалы международной научно-практической конференции. – СПб : Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – С. 205–211.
6. Some ways of stable counterbalancing in respect to moving masses on centrifuges / V.I. Karazin, D.P. Kozlikin, A.A. Sukhanov [et al.] // Advances in Mechanical Engineering : Lecture Notes in Mechanical Engineering, Saint Petersburg. – Cham : Springer, 2017. – P. 73–85.
7. Каразин, В.И. Об уравнивании инерционных сил в виброцентрифугах / В.И. Каразин, Д.П. Козликин, И.О. Хлебосолов // Теория механизмов и машин. – СПб : Издательство Политехнического университета. – 2007. – Т. 5. – С. 63–71.
8. Клюкин, В.Ю. Исследование влияния пневмопружины на точность испытания в виброфуге / В.Ю. Клюкин, В.В. Крохмаль, А.Н. Волков // Неделя науки СПбПУ : материалы научной конференции с международным участием. – СПб : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2018. – С. 14–17.
9. Крохмаль, В.В. Вычисление начальных параметров для корректной работы виброфуги / В.В. Крохмаль, В.Ю. Клюкин, Е.В. Сорокина // Неделя науки СПбПУ : Материалы научной конференции с международным участием. – СПб : Политех-Пресс, 2020. – С. 15–17.
10. Krokmal, V. Area determination of correct operation of the vibrofuqe / V. Krokmal, V. Klyukin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Scientific-Practical Conference on Quality Management and Reliability of Technical Systems 2019. – St. Petersburg: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012011.
11. Пути повышения эффективности функционирования транспортных роботов / А.Н. Волков, А.В. Козлович, О.В. Кочнева, О.Н. Мацко // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 11(137). – С. 30–38.

**References**

1. Popov, A. N. Stendy dlya mekhanicheskikh ispytaniy: uchebnoye posobiye / A.N. Popov, M.N. Polishchuk, A.I.N. Timofeyev. – SPb : Izd-vo Poli-tekh. un-ta, 2016. – 200 s.
2. Andriyenko, P.A. Ob ispytaniyakh na kombinirovannyye vozdeystviya / P.A. Andriyenko, V.I. Karazin, I.O. Khlebosolov // *Sovremennoye mashinostroyeniye. Nauka i obrazovaniye.* – 2012. – № 2. – S. 142–149.
3. Kozlikin, D.P. O vosproizvedenii vibrorotatsionnykh vozdeystviy / D.P. Kozlikin, V.I. Karazin, I.O. Khlebosolov // *Nauka i tekhnologii. Sek-tsiya 3. Dinamika i prochnost'. Kratkiye soobshcheniya XXVIII Rossiyskoy shkoly.* – Yekaterinburg : UrO RAN, 2009. – S. 42–44.
4. Yevgrafov, A.N. Vosproizvedeniye parametrov dvizheniya na rotatsionnykh stendakh / A.N. Yevgrafov, V.I. Karazin, I.O. Khlebosolov // *Teoriya mekhanizmov i mashin.* – SPb SPbGTU. – 2003. – № 1. – S. 92–96.
5. Yevgrafov, A.N. Eksperimental'noye opredeleniye inertsionnykh parametrov izdeliy / A.N. Yevgrafov, V.I. Karazin, I.O. Khlebosolov // *Sovremennoye mashinostroyeniye. Nauka i obrazovaniye. Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii.* – SPb : Izd-vo Politekh. un-ta, 2011. – S. 205–211.
7. Karazin, V.I. Ob uravnoveshivanii inertsionnykh sil v vibrotsentrifugakh / V.I. Karazin, D.P. Kozlikin, I.O. Khlebosolov // *Teoriya mekhanizmov i mashin.* – SPb : Izdatel'stvo Politekhnicheskogo universiteta. – 2007. – T. 5. – S. 63–71.
8. Klyukin, V.YU. Issledovaniye vliyaniya pnevmopruzhini na tochnost' ispytaniya v vibrofuge / V.YU. Klyukin, V.V. Krokhmal', A.N. Volkov // *Nedelya nauki SPbPU : materialy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem.* – SPb : Sankt-Peterburgskiy politekhnicheskii universitet Petra Velikogo, 2018. – S. 14–17.
9. Krokhmal', V. V. Vychisleniye nachal'nykh parametrov dlya korrektnoy raboty vibrofugi / V.V. Krokhmal', V.YU. Klyukin, Ye.V. Sorokina // *Nedelya nauki SPbPU : Materialy nauchnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem.* – SPb : Politekh-Press, 2020. – S. 15–17.
11. Puti povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya transportnykh robotov / A.N. Volkov, A.V. Kozlovich, O.V. Kochneva, O.N. Matsko // *Nauka i biznes: puti razvitiya.* – M. : TMBprint. – 2022. – № 11(137). – S. 30–38.

---

© В.В. Крохмаль, О.Н. Мацко, А.Н. Габриель, Н.А. Мохова, 2023

УДК 658:51

П.А. ГОВОРУХА

ФГБОУ ВО «Московский государственный строительный

университет (национальный исследовательский университет)», г. Москва

## ПРОБЛЕМАТИКА УПРАВЛЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА

*Ключевые слова:* жизненный цикл; организация строительства; структура проекта; управление; эффективность.

*Аннотация.* Рационально сформированные и адаптированные под актуальные внешние и внутренние условия управленческие решения являются залогом успешно реализованного строительного проекта. Корректность выбранного пути развития строительно-монтажных работ определяется комплексным рассмотрением результатов деятельности посредством оценки эффективности. Строительство – это сложная и многофакторная система, где определение эффективности всегда является актуальной и сложной проблемой.

Цель работы состоит в систематизации и классификации существующих принципов научного подхода в области управления и организации строительного проекта и определения существующей актуальной проблемы.

Гипотеза исследования заключается в возможности повышения эффективности управленческих и организационных решений при строительно-монтажных работах за счет планомерного внедрения принципов научного подхода. Методы исследования: использованы методы анализа и синтеза, системного анализа, классификации, сравнения и обобщения. Достигнутые результаты: выполнена систематизация и классификация существующих принципов научного подхода в области управления и организации строительного проекта и определения существующей актуальной проблемы.

### Введение

Рационализация и эффективность являются

ключевыми понятиями в управлении и организации человеческой деятельности. Поиск наиболее результативных путей достижения целей проектов – это сложный и многовековой вопрос, который решает цивилизация на протяжении всей своей истории. В строительной сфере вопрос повышения эффективности представлен наиболее рельефно в связи с большой развитостью во времени и огромной ресурсоемкостью жизненного цикла каждого проекта.

Существует большое количество методов и практик, фокусирующихся на изучении вопроса достижения поставленных целей проекта с наилучшими результатами при минимальных затратах. Одним из родоначальников современной интерпретации понятия «Эффективности», и наиболее авторитетным является Г. Эмерсон, который в начале XX века ввел в оборот следующие понятия эффективности [6].

1. «Эффективность – это отношение полученного результата к затраченным усилиям».

2. «Эффективность – это отношение текущей производительности к теоретической максимально возможной, к абсолютной производительности.»

В рамках интерпретации данного понятия Г. Эмерсоном были заложены 12 базовых принципов управления, необходимых для повышения продуктивности деятельности предприятия:

- четко определенные идеалы;
- здравый смысл;
- компетентный адвокат;
- дисциплина;
- честная сделка;
- надежные, оперативные и адекватные записи;
- отправка;
- стандарты и графики;
- стандартизированные условия;

- стандартизированные операции;
- письменные стандартные практические инструкции;
- вознаграждение за эффективность.

Согласно данным определениям наиболее важным составляющим признаком эффективности является сопоставление теоретической (желаемой) производительности с фактической, иными словами, плановыми показателями количества и качества строительной продукции и конечным результатом.

В этой связи важнейшей составляющей в определении эффективности деятельности строительного предприятия является умение составлять адекватные, аддитивные модели, достоверно отображающие производственные процессы, поддающиеся количественной оценке на разных этапах жизненного цикла строительного проекта.

Основоположителем научного подхода при создании данных моделей в теории управления является Ф.У. Тейлор. Он описал принципы управления и организации предприятия, которые заключаются в выработке методов и подходов, которые позволяют выпускать продукцию должного качества и требуемого количества благодаря созданию производящих систем, структурно и функционально заточенных на достижение целей проекта.

Систематизированными и развитыми базовыми принципами управления Ф.У. Тейлора являются [3]:

- научный подход вместо традиционных навыков;
- согласованность вместо противоречий;
- достижение максимальной производительности вместо ограничения производительности;
- сотрудничество вместо индивидуальной работы;
- равномерное распределение ответственности между управленцами и исполнителями;
- отделение управленческой (административной) работы от производственной.

В данных работах явно выделяется необходимость в создании инструмента, который позволял бы управленцу наглядно отображать разные элементы производящих систем. Эту задачу решил сподвижник научного подхода в управлении Г. Гант, заложивший базовые принципы сетевого и календарного планирования как набора структурно взаимосвязанных работ, которые можно рассматривать в первом при-

ближении как организационно-технологические деятельности, которые используются и в настоящее время [4].

В рамках дальнейшего развития научного подхода к организации и управлению предприятием неопределимую роль сыграл А. Файоль, который однозначно определил суть управления как явление и выделил пять базовых принципов управления, которые дошли до нашего времени без изменения, а именно [5]:

- планирование;
- организация;
- командование (распорядительство);
- координация;
- контроль.

Также А. Файоль структурировал и выделил основные 14 принципов, которые, с его точки зрения, позволяют с наибольшей эффективностью осуществлять управление производственной деятельностью [5]:

- разделение труда;
- компетенция, авторитет, полномочия;
- дисциплина;
- единоначалие;
- единство направления;
- подчинение собственных интересов общим;
- вознаграждение, поощрение;
- централизация;
- иерархия (скалярная цепь);
- законность, порядок;
- справедливость, равенство;
- стабильность работы сотрудников (рабочего места);
- инициатива;
- корпоративный дух.

Всех данных участников развития научного подхода в управлении предприятием объединяет ряд общих принципов. Они абстрактно рассматривают предприятия и проект как набор взаимосвязанных процессов, сведенных в общую структуру. Каждому процессу отводится свое место в производственной цепи и присущи определенные ресурсы. По окончании реализации производственной цепочки создается полезная продукция. Данных ученых и практиков объединяют в так называемую классическую школу управления, основанную на разделении сложного процесса на простые операции и установлении между ними функциональных зависимостей.

Дальнейшее развитие теории управления предприятием получило свое отображение бла-



Рис. 1. Структура системотехнических критериев

годаря внедрению гуманистических принципов бихевиоризма [7], которые вводили дополнительные параметры в структуру управления системой производства, например, такие как мотивация, состоящая из стимула, реакции и подкрепления.

При реализации описанных выше методов и принципов в реальное производство (особенно в строительстве) стали наглядно выявляться сложность и громоздкость моделей, которые использовались для сопоставления теоретических и фактических результатов, что увеличивало срок принятия управленческих решений и снижало итоговую производительность предприятия.

### Материалы и методы

Дальнейшее развитие научной мысли в управлении стало осуществляться путем внедрения и адаптации принципов таких прикладных наук, как кибернетика и системотехника (системная инженерия) [1; 9], которые позволили рассматривать производственную деятельность и ее частное проявление (строительство) в виде сложной структурированной системы, поддающейся однозначному математическому моделированию с целью оценки и прогнозирования результатов деятельности с более высоким уровнем достоверности.

Основной предмет кибернетики – это процессы управления сложными и динамическими системами.

Для создания моделей и структурных систем, облегчающих управление в строительстве, используются следующие принципы кибернетики:

- саморегулирование;
- изоморфизм;
- обратная связь;
- иерархичность управления;
- деление целого на подсистемы;
- динамическая локализация.

В этой связи появился запрос на достаточно достоверное и наглядное отображение строительного процесса за счет создания информационных моделей, состоящих из структурированных систем, которые можно было бы использовать для поиска наилучших управленческих решений.

Большой вклад в создании строительных моделей внесла наука системотехника благодаря интеграции подходов и принципов Общей теории систем (ОТС) [8] и Методов синтеза сложных искусственных систем для решения как инженерных, так и управленческих задач.

Системотехника изучает сложные системы, включающие в себя следующий набор процессов: процесс создания – процесс испытания – процесс эксплуатации.

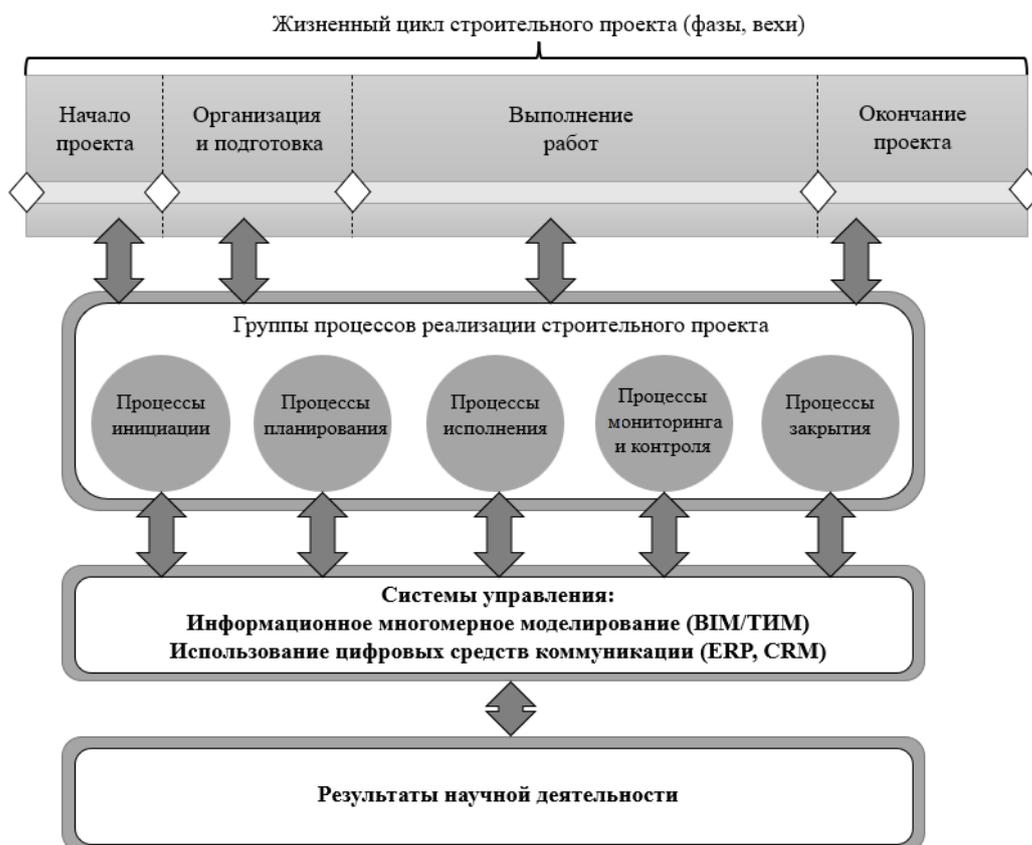


Рис. 2. Структура жизненного цикла строительного проекта с применением результатов научной деятельности области управления [10]

Системотехника (системная инженерия) позволяет выявлять устойчивые причинно-следственные связи между элементами систем (объектами, процессами и величинами) благодаря выявлению структур и функциональных зависимостей. Системотехника позволяет устанавливать принципы существования и функционирования сложных систем.

Концепция системотехники состоит в упрощении сложных систем. Выделяют три основных принципа системотехники [1]:

- физичности;
- моделируемости;
- целенаправленности.

Также требуют особого внимания и системотехнические критерии, которые должны быть присущи создаваемым системам и моделям [1] (рис. 1).

### Результаты исследования

На основании данных о постоянных и

устойчивых темпах увеличения количества выпускаемой строительной продукции в течение XX и XXI веков можно с высокой долей вероятности утверждать о взаимосвязи этого явления с внедрением в управленческую и организационную деятельность научного подхода. Для дальнейшего успешного развития строительной отрасли и современных систем ее управления требуется такой же планомерный подход.

Каждому строительному проекту, связанному с созданием капитального объекта, отвечающего критериям сложных систем, имманентен признак большой ресурсоемкости. Одним же из базовых принципов научного подхода является необходимость проведения эксперимента, доказывающего научную гипотезу, и дальнейшая ее апробация. Повышенная же ресурсоемкость строительства накладывает серьезные практические ограничения на возможность проведения данного рода экспериментов.

Существует большое количество методов, позволяющих в данных условиях проводить

эксперименты:

- квалиметрия;
- регрессионный анализ;
- экспертный анализ;
- использование нейронных моделей и т.д.

В этой связи требуется классификация современных методов математического моделирования, применимого к каждой отдельной фазе строительства, посредством которых появляется возможность проводить эксперименты с минимальным объемом исходных данных, но дающим большую достоверность.

### Выводы

В рамках проведенного исследования были

выявлены как признаки внедрения научного подхода в управление и организацию предприятия на протяжении XX и XXI века, так и закономерности, в результате чего была обозначена необходимость дальнейшего внедрения научных подходов.

Обозначена проблема в сложности проведения экспериментов в строительной сфере для дальнейшего внедрения результатов научной деятельности в связи с большой ресурсоемкостью строительной индустрии. Для решения этой проблемы сформировано дальнейшее направление научной деятельности автора по поиску и классификации наиболее рациональных видов экспериментов в области управления в строительстве.

### Список литературы

1. Системотехника / Под редакцией А.А. Гусакова. – М. : Фонд «Новое тысячелетие», 2002. – 768 с.
2. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)–Sixth Edition / Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2017. – 718 p.
3. Taylor, F.W. The Principles of Scientific Management / F.W. Taylor // Harper & Brothers Publishers, New York and London, 1919. – 147 p.
4. Gantt, H.L. Work, Wages, and profits / H.L. Gantt // The engineering magazine CO. – New York, 1919. – 312 p.
5. Fayol, H. General and Industrial management / H. Fayol // Sir Isaac Pitman & Sons, LTD. – London, 1954. – 110 p.
6. Emerson, H. The twelve principles of efficiency / H. Emerson // The engineering magazine. – New York, 1912. – 423 p.
7. Maslow, A.H. Motivation and Personality / A.H. Maslow // Harper & Row, Publishers, Inc, 1954. – 369 p.
8. Bertalaffy, L.V. General system theory / L.V. Bertalaffy // George Braziller. – New York, 1969. – 289 p.
9. Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), version 2.2a // Wikimedia Foundation, 2019.
10. Говоруха, П.А. Многомерное информационное моделирование в жизненном цикле строительного проекта / П.А. Говоруха // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 12(126). – С. 48–52.

### References

1. Sistemotekhnika / Pod redaktsiyey A.A. Gusakova. – M. : Fond «Novoye tysyacheletiyey», 2002. – 768 s.
10. Govorukha, P.A. Mnogomernoye informatsionnoye modelirovaniye v zhiznennom tsikle stroitel'nogo proyekta / P.A. Govorukha // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2021. – № 12(126). – S. 48–52.

---

© П.А. Говоруха, 2023

УДК 674.8

М.А. ЗЫРЯНОВ, С.О. МЕДВЕДЕВ, И.А. ПЕТРОВА, И.Г. ШВЕЦОВА  
Лесосибирский филиал ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет  
науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Лесосибирск

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЕЙ БИОМАССЫ ДЕРЕВА

*Ключевые слова:* биомасса; древесина; древесное сырье; отходы лесозаготовительных работ; порубочные остатки; ствол; сучья.

*Аннотация.* В настоящее время остро стоит проблема комплексного использования всей биомассы дерева. В результате целью настоящих исследований являлся анализ особенностей строения различных частей биомассы дерева и направлений их использования. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: выполнен анализ отдельных частей биомассы дерева, дана их характеристика и выявлены возможные направления их использования. Гипотезой исследования являлось обоснование эффективности процесса комплексного использования всей биомассы дерева. В ходе исследований был реализован аналитический метод, позволивший выполнить анализ процесса переработки отдельных частей биомассы дерева. В результате была обоснована необходимость расширения направлений использования древесных отходов, образующихся на различных этапах лесозаготовительных и деревоперерабатывающих работ.

Как известно, древесина – это слоистопористый материал растительного происхождения. Она состоит из различных клеток, соприкасающихся между собой порами. Древесина по своему строению сложна и уникальна. Она объединяет в себе такие свойства, как низкая тепло-, звукопроницаемость, твердость, прочность. Древесина легко обрабатывается режущими инструментами и склеивается.

Как видно из схемы, представленной на рис. 1, принято выделять такие основные части дерева, как ствол, крона и корни.

Крону образуют ветви, ветки с древесной зеленью, сучья, а также макушка. В кроне протекает процесс, направленный на создание элементов питания, называемый фотосинтезом. Под воздействием солнечного света образуется кислород. Энергией в виде кислот и солей обеспечивают корни. Лишнюю воду крона выбрасывает в атмосферу [1–3].

Сучья представляют собой крупные боковые отростки от ствола дерева, а ветви – небольшие побеги и отростки, идущие как от ствола, так и от сучьев. При этом ветки выражены в виде ответвлений на ветвях. Сучья и ветви обладают разными геометрическими размерами, зависящими прежде всего от возраста и породы дерева, диаметра стволовой части, бонитета леса. Огромную долю от ствола занимают сучья и ветви ели (17–19 %), сосны (13–15 %), березы (5–7 %) и осины (7–9 %).

Для ели и пихты свойственно существенное содержание достаточно небольших сучьев и ветвей, диаметр которых достигает 3 см, при этом объем их в кроне составляет 70 %. Когда диаметр стволовой части ели находится в диапазоне 30–60 см, объем сучьев и ветвей достигает 5–7 % к биомассе дерева. Исходя из этого, общий объем сучьев, собираемых с одного ствола ели, достигает 0,063–0,338 м<sup>3</sup>.

В процессе удаления у деревьев сучьев при помощи машин бункерного типа к образующимся отходам лесозаготовок прибавляются обломки стволовой части, включающие стволовую гниль и элементы стволов небольших диаметров. Данные сырьевые материалы пригодны для формирования технологической щепы высокого качества, для чего необходимо отделить сырье из общего потока отходов [4; 5].

Свойства, присущие древесине стволовой части и сучьев, сильно различны. Повышен-

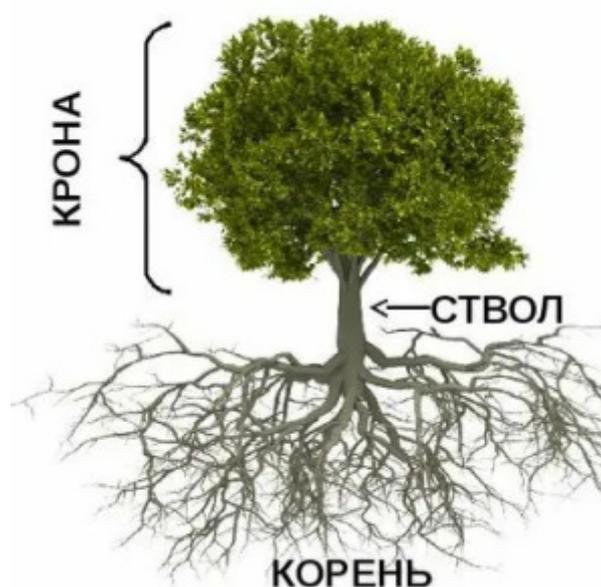


Рис. 1. Схема строения дерева

ная плотность древесины замечена у сучьев, в особенности у основания (возле ствола дерева). Плотность заметно меньше в средней части, а также на тонком конце сучьев. Такие изменения показателя плотности у хвойных пород деревьев можно обосновать значительным наличием смолистых веществ. При этом смолистых веществ до пяти раз больше у основания сучьев, чем в остальных их частях. Стволовая древесина уступает теплотворной способностью древесине сучьев. Теплотворная способность составляет в среднем в пределах 21,0–21,5 МДж на килограмм сухой массы. Из древесины сучьев выход целлюлозы до 10–12 % меньше, чем со ствола [6].

Основным недостатком использования порубочных остатков считается их большое содержание минеральных примесей, которые в неблагоприятные периоды могут достигать 25 % от общей массы древесины. Содержание древесины в сучьях составляет относительно малый процент: 54 % у сосны и 43 % у ели. При этом следует обратить внимание на то, что выход древесины из сучьев и ветвей в два раза меньше, чем из пневно-корневой древесины. Их доля составляет 20–22 % от общей массы сучьев. Процентное содержание коры, зелени и древесины может варьироваться в широких диапазонах в результате влияния различных фак-

торов. Древесная зелень сохраняется в зимний период года только у хвойных пород древесины. Долгое хранение сучьев приводит к частичной потере древесной зелени [7; 8].

Применение биомассы ветвей и сучьев имеет определенные трудности, главным образом из-за сложности разделения и сортировки. Одним из направлений переработки ветвей, веток и сучьев считается переработка в «зеленую щепу». В таком виде они увеличивают топливные ресурсы, в частности, когда для получения технологической щепы может применяться дровяная древесина [9; 10].

Не секрет, что под стволом принято понимать часть дерева, находящуюся выше корней. В плотном лесу с его помощью ветви достигают света. По штамбу транспортируются питательные вещества и вода. Ствол дерева заканчивается вершиной, как правило, имеющей небольшой диаметр. Нижняя зона, расположенная сразу над корнем, получила название комель. Стволовая древесина является основным материалом для строительства. Он широко используется в качестве сырья для производства пиломатериалов, строительных и отделочных материалов и т.д.

Снаружи ствол покрыт оболочкой в виде коры, защищающей дерево. Строение и характеристики коры имеют свои отличитель-



Рис. 2. Схемы пнево-корневых систем

Таблица 1. Характеристика пнево-корневой древесины

Часть пнево-корневой системы	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Содержание коры, %	Содержание смолистого вещества, %
Сосна			
Корни	469	10,3	5,6
Пень	476	10,7	9,1
Ель			
Корни	452	12,5	2,6
Пень	394	9,3	2,8

ные черты. Кора состоит из двух слоев: первый – наружный (корковый) из омертвевшего луба, второй – внутренний (лубяной), выступающий в роли основной артерии ствола. Наружный слой защищает дерево от различных повреждений.

Кора является ценным растительным сырьем, которое содержит дубильные вещества, незаменимые при выделке кож, и экстрактивные компоненты, нашедшие свое применение в медицине. Также кору используют в качестве топлива, а в сельском хозяйстве – при производстве корокомпостов. В общем, не смотря на ценность, применение кроны невелико.

Витаминную добавку для скота и птицы производят из листьев или хвои. Зола, полученная после сгорания веток, является хорошим удобрением.

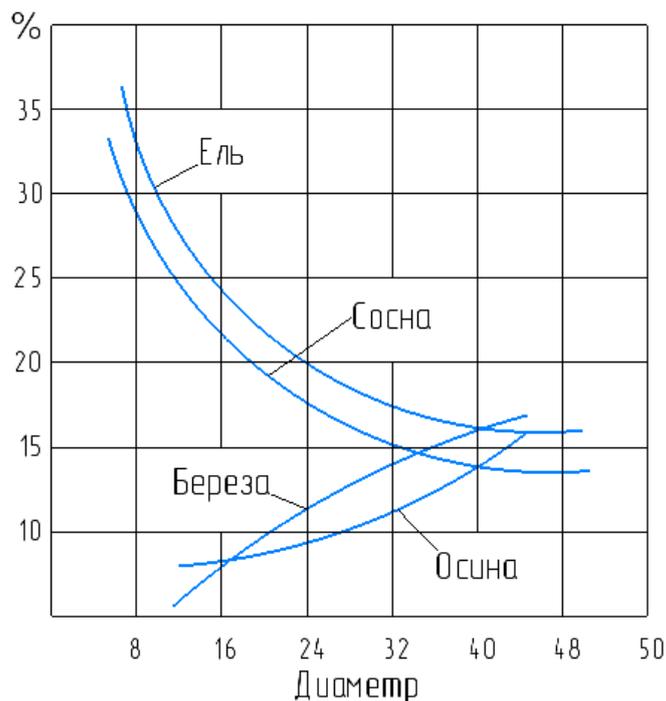
Пнем считается часть ствола, оставшаяся после валки дерева на лесосеке. Так, к примеру, для пнево-корневой системы сосны свойствен стержневой корень, который выступает в роли продолжения стволовой части в земле,

как представлено на рис. 2а. Ель отличается от сосны развитой системой боковых корней, которые повсеместно располагаются в поверхностных слоях почвы, как показано на рис. 2б.

В табл. 1 представлены характеристики пнево-корневой древесины сосны и ели.

Использование пней и корней, оставшихся после валки деревьев, даст возможность повысить выход древесины с одной единицы лесной площади на 15–20 %. В России большее распространение получило использование пневого осмола – просмолившейся ядровой древесины пней и корней хвойных пород таких, как сосна и кедр. Значительную практическую роль имеют лесозаготовка и использование свежих пней сразу же после лесосечных работ. От объема заготавливаемой древесины доля пней составляет 2–3 %, в свою очередь, от объема ствола лесоматериала процент корней составляет 11 %.

Коры в пнево-корневой древесине содержится больше, чем в стволовой, однако различие относительно невелико. Например, процент



**Рис. 3.** Изменение объема порубочных остатков в зависимости от диаметра ствола для различных пород

содержания коры в корневой древесине составляет у сосны 10,4 %, у ели 11,5 %. Наиболее значительное содержание коры отмечается в тонких корнях. Часть коры при разделке, транспортировке и хранении отделяется тем больше, чем длительнее срок хранения сырья.

Значительный спрос на пневно-корневую древесину имеется у лесохимических канифольно-экстракционных заводов, которые обычно перерабатывают свежие сосновые пни, корни и пневый осмол. Пневно-корневая древесина применяется в производстве древесноволокнистых и древесностружечных плит, цементно-древесных материалов, сульфатной древесной массы в целлюлозно-бумажной промышленности. На данных перечисленных производствах пневно-корневая древесина на начальной стадии технологического процесса подвергается измельчению в щепу.

К ограничению в использовании пневно-корневой древесины в качестве технологического сырья относится присутствие особенностей в строении, таких как свилеватость, наклон волокон и т.д. Также данный вид биомассы дерева характерен различными формами и размерами, что делает практически невозможным процесс

окаривания. Это приводит к недопустимому наличию в сырье минеральных включений. В результате из такой древесины сложно произвести щепу требуемого качества.

Как известно, побочным продуктом лесосечных работ являются так называемые порубочные остатки: сучья, ветви, ветки, вершины, биологический и технологический брак. На объем отходов лесозаготовок оказывают влияние такие факторы, как породный состав, возраст и породный состав деревьев. В зрелых деревьях объем отходов лесозаготовок достигает 12–17 % от объема ствола. В результате с одного гектара насаждений получается до 35 м<sup>3</sup> отходов. В разреженной массе непосредственно после лесозаготовительных работ объем отходов с одного гектара достигает 600 м<sup>3</sup>.

Как видно из графической зависимости, представленной на рис. 3, с увеличением диаметра дерева объем порубочных остатков уменьшается у сосны и ели, а у осины и березы увеличивается.

В настоящее время очень активно исследуется вопрос применения порубочных остатков при изготовлении топливных гранул. Сегодня гранулы производятся из продуктов

лесопиления, и их изготовление зависит от получаемых объемов отходов лесопильного производства. Из этого следует, что для увеличения производства топлива и уменьшения зависимости от продуктов лесопиления производителям необходимо начать использование порубочных остатков в качестве сырья. Основными трудностями в обработке порубочных остатков в гранулы являются высокий уровень влаги в остатках и высокие транспортные расходы.

При этом рентабельная сушка считается обязательной, но, для того чтобы организовать процесс сушки, может понадобиться существенное количество энергии.

Следующим направлением использования порубочных остатков является пиролизное производство. Под пиролизом принято понимать температуру процесса, в результате воздействия которой материал мгновенно нагревается более чем на 550 °С при ограниченном доступе воздуха. Далее материал конденсируется в жидкость с теплотворной способностью, соизмеримой с нефтяным топливом. Такая технология считается перспективной, но сложности в производстве связаны с тем, что пиролиз жидкостей является неустойчивым.

Данные качества имеют небольшой диапазон биотопливного применения, так как высокая кислотность является фактором эрозии и коррозии двигателей и турбин.

Из нескольких вариантов, которые существуют для производства моторного топлива с коммерческим потенциалом, газификация биомассы для получения Фишера-Тропша (FT) дизельного топлива до недавнего времени при-

влекает наибольший интерес. Данный метод подразумевает переработку чистого и потенциально углерод-нейтрального моторного топлива, которое применяется непосредственно в транспортных средствах.

Известно, что комбинирование газификации древесины с синтезом Фишера-Тропша не имеет широкого распространения и находится на этапе исследований. Планируется формирование совместных предприятий-заводов нефтеперерабатывающей промышленности и лесного хозяйства в Финляндии. Кроме того, имеется намерение построить вблизи с ними и целлюлозно-бумажный комбинат, для того чтобы увеличить эффективность управления сырьевыми материалами. Перспективы развития FT растений прибывают в большой зависимости от цены на сырую нефть.

Таким образом, как показал анализ результатов исследований, при лесозаготовительных работах неизбежно образуется большое количество отходов в виде порубочных остатков. Несмотря на то, что пнево-корневая древесина, ветви, ветки, сучья, вершины и кора являются ценным сырьем, использование их в основном производстве составляет лишь 25–30 % от всего образующегося объема. Причиной такой ситуации являются удаленность мест образования сырья в виде отходов лесозаготовок от деревоперерабатывающих заводов, сложность в транспортировке и особенности строения древесины. В результате одним из перспективных направлений развития науки и техники является работа над решением проблемы переработки отходов лесозаготовок непосредственно в местах их накопления.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Краевого фонда науки и ООО «Красресурс 24» в рамках научного проекта № 2022052708731.*

### Список литературы

1. Зырянов, М.А. Анализ древесных ресурсов районов Крайнего Севера / М.А. Зырянов, С.О. Медведев, И.Г. Миляева // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 5(131). – С. 166–168.
2. Сулытсон, С.М. Влияние условий произрастания на микроскопическое строение древесины сосны обыкновенной / С.М. Сулытсон // Вестник современных исследований. – 2018. – № 8.3(23). – С. 14–16.
3. Глебова, Ю.А. Древесина как конструкционный строительный материал: породы, особенности строения / Ю.А. Глебова // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – Т. 1. – № 11(28). – С. 222–223.
4. Ломов, В.Д. Строение древесины ели в древостоях разной структуры / В.Д. Ломов,

А.А. Титов // Перспективы устойчивого развития лесопромышленного комплекса РФ : Сборник материалов общероссийской научно-практической конференции. – Мытищи, Московская обл. : Научно-инновационный центр, 2018. – С. 98–100.

5. Анализ связей показателей строения и плотности древесины сосны на объектах ухода в черничном осушенном типе леса / Д.А. Данилов, Н.В. Беляева, Д.А. Зайцев, А.А. Иванов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : Материалы второй Международной научно-технической конференции / Под редакцией В.М. Гедьо. – СПб : Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2017. – С. 64–66.

6. Влияние строения древесины на качество склеивания / А.Н. Чубинский, Д.С. Русаков, М.А. Чубинский, Г.С. Варанкина // Строение, свойства и качество древесины – 2018 : Материалы VI Международного симпозиума имени Б.Н. Уголева, посвященного 50-летию Регионального Координационного совета по современным проблемам древесиноведения. – Красноярск : Издательство Сибирского отделения РАН, 2018. – С. 212–215.

7. Данилов, Д.А. Анатомическое строение и плотность древесины ели и сосны на старопашотных землях Северо-Запада России / Д.А. Данилов, С.Ю. Януш, Д.А. Зайцев // Лесной комплекс в цифровой экономике : Тезисы докладов международного симпозиума. – М. : Научные технологии, 2019. – С. 68–69.

8. Титова, А.С. Строение древесины и ее свойства / А.С. Титова // Современные научные исследования и инновации. – 2018. – № 1(81). – С. 25.

9. Макарова, В.Ю. Роль физико-химических свойств и строения древесины в формировании потребительских свойств древесных композитов / В.Ю. Макарова, В.П. Тищенко // Инновационные наукоемкие технологии : V Международная научно-техническая конференция / Под общ. ред. В.М. Панарина. – Тула: Инновационные технологии, 2018. – С. 3–5.

10. Дробнова, Н.Ю. Строение древесины и ее практическое применение / Н.Ю. Дробнова // Молодой ученый. – 2022. – № 49(444). – С. 533–534.

## References

1. Zyryanov, M.A. Analiz drevesnykh resursov rayonov Kraynego Severa / M.A. Zyryanov, S.O. Medvedev, I.G. Milyayeva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 5(131). – S. 166–168.

2. Sul'tson, S.M. Vliyaniye usloviy proizrastaniya na mikroskopicheskoye stroyeniye drevesiny sosny obyknovennoy / S.M. Sul'tson // Vestnik sovremennykh issledovaniy. – 2018. – № 8.3(23). – S. 14–16.

3. Glebova, YU.A. Drevesina kak konstruktsionnyy stroitel'nyy material: porody, osobennosti stroyeniya / YU.A. Glebova // Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i razrabotki. – 2018. – T. 1. – № 11(28). – S. 222–223.

4. Lomov, V.D. Stroyeniye drevesiny yeli v drevostoyakh raznoy struktury / V.D. Lomov, A.A. Titov // Perspektivy ustoychivogo razvitiya lesopromyshlennogo kompleksa RF : Sbornik materialov obshcherossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Mytishchi, Moskovskaya obl. : Nauchno-innovatsionnyy tsentr, 2018. – S. 98–100.

5. Analiz svyazey pokazateley stroyeniya i plotnosti drevesiny sosny na ob'yektakh ukhoda v chernichnom osushennom tipe lesa / D.A. Danilov, N.V. Belyayeva, D.A. Zaytsev, A.A. Ivanov // Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovaniye : Materialy vtoroy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / Pod redaktsiyey V.M. Ged'o. – SPb : Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskii universitet im. S.M. Kirova, 2017. – S. 64–66.

6. Vliyaniye stroyeniya drevesiny na kachestvo skleivaniya / A.N. Chubinskiy, D.S. Rusakov, M.A. Chubinskiy, G.S. Varankina // Stroyeniye, svoystva i kachestvo drevesiny – 2018 : Materialy VI Mezhdunarodnogo simpoziuma imeni B.N. Ugoleva, posvyashchennogo 50-letiyu Regional'nogo Koordinatsionnogo soveta po sovremennym problemam drevesinovedeniya. – Krasnoyarsk : Izdatel'stvo Sibirskogo otdeleniya RAN, 2018. – S. 212–215.

7. Danilov, D.A. Anatomicheskoye stroyeniye i plotnost' drevesiny yeli i sosny na staropashotnykh

zemlyakh Severo-Zapada Rossii / D.A. Danilov, S.YU. Yanush, D.A. Zaytsev // Lesnoy kompleks v tsifrovoy ekonomike : Tezisy dokladov mezhdunarodnogo simpoziuma. – M. : Nauchnyye tekhnologii, 2019. – S. 68–69.

8. Titova, A.S. Stroyeniye drevesiny i yeye svoystva / A.S. Titova // Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i innovatsii. – 2018. – № 1(81). – S. 25.

9. Makarova, V.YU. Rol' fiziko-khimicheskikh svoystv i stroyeniya drevesiny v formirovaniy potrebiteľskikh svoystv drevesnykh kompozitov / V.YU. Makarova, V.P. Tishchenko // Innovatsionnyye naukoymkiye tekhnologii : V Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya / Pod obshch. red. V.M. Panarina. – Tula: Innovatsionnyye tekhnologii, 2018. – S. 3–5.

10. Drobnova, N.YU. Stroyeniye drevesiny i yeye prakticheskoye primeneniye / N.YU. Drobnova // Molodoy uchenyy. – 2022. – № 49(444). – S. 533–534.

---

© М.А. Зырянов, С.О. Медведев, И.А. Петрова, И.Г. Швецова, 2023

УДК 502.171

М.А. ЗЫРЯНОВ, И.Г. ШВЕЦОВА, С.О. СЕРГАЕВ, В.С. НЕПОМНЯЩИЙ  
Лесосибирский филиал ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет  
науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Лесосибирск

## КОНСТРУКТОРСКИЙ РАСЧЕТ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ ХВОЙНЫХ ПОРОД В КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

*Ключевые слова:* геометрические характеристики; Крайний Север; отрицательная температура; режущий нож.

*Аннотация.* В настоящее время поднимается вопрос о комплексном использовании всей биомассы дерева, в том числе и древесной зелени хвойных пород. В настоящее время крона хвойных деревьев используется очень мало, в основном для производства хвойно-витаминной муки, гранулированного топлива и медицинских препаратов. В большинстве случаев древесную зелень сжигают или подвергают захоронению. Для комплексного использования древесной зелени хвойных пород была разработана конструкция установки, которая позволит осуществлять операции по отделению и измельчению древесной зелени хвойных пород и последующее упаковывание полученного продукта. Конструктивные особенности установки позволяют перемещать ее по территории лесосеки и использовать в климатических условиях Крайнего Севера. За счет того, что будет осуществляться отделение хвои от веток, получаемый продукт будет иметь сниженное количество минеральных и древесных включений.

Цель работы – произвести конструкторские расчеты ножа для измельчения древесной зелени хвойных пород в условиях Крайнего Севера.

Нож универсальной установки, изображенный на рис. 1, является основным элементом, за счет которого измельчается сырье. Для обеспечения работоспособности установки необходимо рассчитать геометрические размеры ножа, к которым относятся длина, ширина и толщина ножа, допускаемое напряжение на изгиб.

Для определения размера ножа необходимо вычислить такие параметры, как длина, ширина и толщина. Длину ножа принимают 0,4–0,5 радиуса ротора или 0,2–0,25 его диаметра, следовательно:

$$l = 0,25 * D_{\text{рот}} \quad (1)$$

Подставляя числовые значения в формулу (1), получим длину ножа:

$$l = 0,25 * 0,64 = 0,16 \text{ м.}$$

Для расчета ширины ножа  $h$  (м) используется формула:

$$h = 0,6 * l. \quad (2)$$

Подставляя числовые значения в формулу (2), получим ширину ножа:

$$h = 0,6 * 0,16 = 0,096 \text{ м.}$$

Для определения такого параметра, как толщина ножа  $b$  (м), используется формула:

$$b = 0,02 * l. \quad (3)$$

Подставляя числовые значения в формулу (3), получим толщину ножа:

$$b = 0,02 * 0,16 = 0,0032 \text{ м.}$$

Масса ножа  $m_{\text{нож}}$  (кг) определяется по формуле:

$$m_{\text{нож}} = (lhb)\rho, \quad (4)$$

где  $\rho$  – плотность стали ( $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$ ).

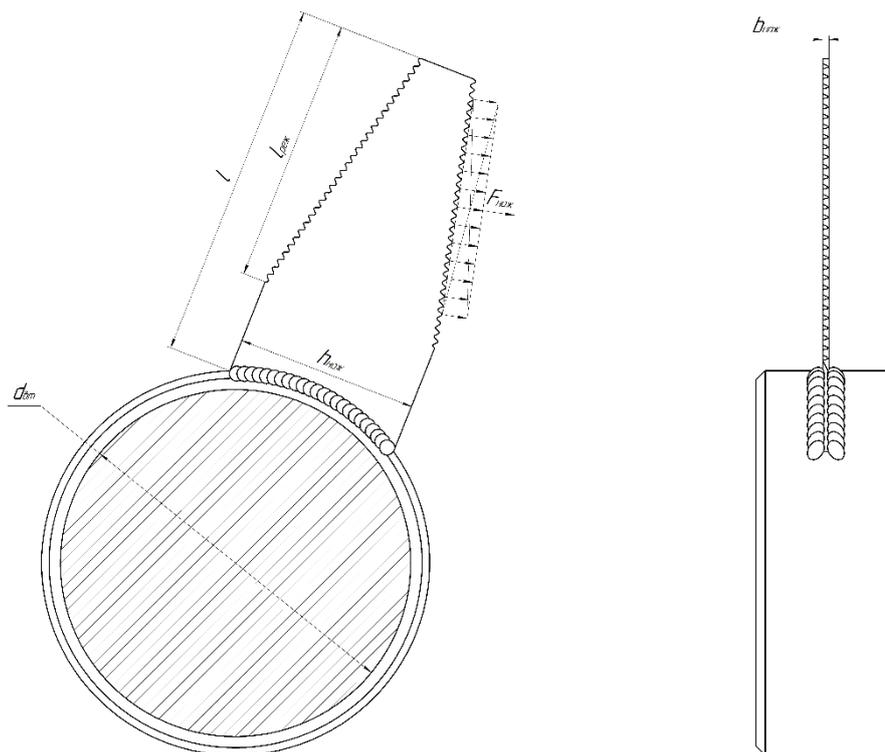


Рис. 1. Схема конструкции ножа:  $l$  – длина ножа, м;  $l_{рез}$  – длина режущей кромки ножа, м;  $h_{нож}$  – ширина ножа, м;  $b$  – толщина ножа, м

Подставляя числовые значения в формулу (4), получим массу ножа:

$$m_{нож} = (0,16 * 0,096 * 0,0032) * 7\ 850 = 0,193 \text{ кг.}$$

Допускаемые напряжения на изгиб для ножей, изготовленных из легированных сталей обычно принимают  $[\sigma_{изг}] = 120 \text{ МПа}$ . Напряжения на изгиб определяются по формуле:

$$[\sigma_{изг}] = M/W_x, \quad (5)$$

где  $M$  – изгибающий момент, Н \* мм;  $W_x$  – момент сопротивления сечения, мм<sup>3</sup>.

Изгибающий момент  $M$  (Н \* мм) определяется по формуле:

$$M = F_{рез} * l_{рез}. \quad (6)$$

Подставляя числовые значения в формулу (6), получим изгибающий момент:

$$M = 4\ 975,15 * 80 = 398\ 011,76 \text{ Н * мм.}$$

Момент сопротивления сечения  $W_x$  (мм<sup>3</sup>) определяется по формуле:

$$W_x = \frac{l_{рез}^2 * b_{нож}}{6}. \quad (7)$$

Подставляя числовые значения в формулу (7), получим момент сопротивления сечения:

$$W_x = \frac{80^2 * 3,2}{6} = 3413,33 \text{ мм}^3.$$

Подставляя числовые значения в формулу (5), получим напряжения на изгиб:

$$[\sigma_{изг}] = 398\ 011,76 / 3\ 413,33 = 116,61 \text{ МПа.}$$

Проверяя расчетные напряжения с базовыми (116,61 МПа < 120 МПа), можно сделать вывод о том, что рассчитанная конструкция ножа является оптимальной.

Для того чтобы рассчитать клиноременную передачу, необходимо определить, что основными размерами клиновых ремней являются расчетная ширина, по которой назначают размеры канавок шкивов, и расчетная длина ремня на уровне нейтральной линии, по которой определяют межосевое расстояние.

Клиновья форма ремня обеспечивает лучшее сцепление его со шкивом, что позволяет уменьшить (по сравнению с плоскоремной передачей) натяжение ремня и действие сил на валы и опоры, снизить минимальное значение диаметров шкивов и повысить передаточное отношение.

Угловые скорости валов определяются по формулам:

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30}; \quad (8)$$

$$\omega_2 = \frac{\pi n_2}{30}, \quad (9)$$

где  $n_1$  – частота вращения электродвигателя, об/мин;  $n_2$  – частота вращения измельчителя, об/мин.

Подставляя числовые значения в формулы (8) и (9), получим угловые скорости валов:

$$\omega_1 = \frac{\pi 3000}{30} = 314 \text{ рад/с};$$

$$\omega_2 = \frac{\pi 2750}{30} = 287,83 \text{ рад/с}.$$

Общий коэффициент полезного действия (КПД) привода определяется по формуле:

$$\eta = \eta_1 \eta_2, \quad (10)$$

где  $\eta_1$  – КПД ременной передачи ( $\eta_1 = 0,96$ );  $\eta_2$  – КПД пары подшипников ( $\eta_2 = 0,99$ ).

Подставляя числовые значения в формулу (10), получим общий КПД привода:

$$\eta = 0,96 * 0,99 = 0,95.$$

Мощность, передаваемая валом, определяется по формулам:

$$P_1 = P_{дв}; \quad (11)$$

$$P_2 = P_{дв} * \eta. \quad (12)$$

Подставляя числовые значения в формулу (11) и (12), получим мощность, передаваемую валом:

$$P_1 = 6 \text{ кВт};$$

$$P_2 = 6 * 0,95 = 5,85 \text{ кВт}.$$

Крутящие моменты на валах определяются по формулам:

$$T_1 = \frac{9550 P_1}{n_1}; \quad (13)$$

$$T_2 = \frac{9550 P_2}{n_2}. \quad (14)$$

Подставляя числовые значения в формулы (13) и (14), получим крутящие моменты на валах:

$$T_1 = \frac{9550 * 6}{3000} = 19,1 \text{ Н*м};$$

$$T_2 = \frac{9550 * 5,85}{2500} = 20,32 \text{ Н*м}.$$

Выбираем сечение ремня малого шкива ГОСТ 1284.1-89: сечение –  $a$ ; диаметр шкива  $d_1 = 95,5$  мм;  $W_p = 11$  мм;  $W = 13$  мм;  $h = 8$  мм; масса 1 м длины – 0,3 кг.

Диаметр шкива  $d_2$  (мм) определяется по формуле:

$$d_2 = u d_1, \quad (15)$$

где  $u$  – передаточное отношение.

Передаточное отношение  $u$  определяется по формуле:

$$u = n_1/n_2. \quad (16)$$

Подставляя числовые значения в формулу (16), получим передаточное отношение:

$$u = 3000/2750 = 1,1.$$

Подставляя числовые значения в формулу (15), получим диаметр шкива  $d_2$ :

$$d_2 = 1,1 * 95,5 = 104,18 \text{ мм}.$$

Межосевое расстояние определяется по формулам:

$$a_{min} = 0,55(d_1 + d_2) + h; \quad (17)$$

$$a_{max} = d_1 + d_2. \quad (18)$$

Подставляя числовые значения в формулы (17) и (18), получим межосевое расстояние:

$$a_{min} = 0,55(95,5 + 104,18) + 8 = 117,83 \text{ мм};$$

$$a_{max} = 95,5 + 104,18 = 199,68 \text{ мм}.$$

Расчетная длина ремня  $L_p$  (м) определяется по формуле:

$$L_p = 2a_{max} + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_{max}}. \quad (19)$$

Подставляя числовые значения в формулу (19), получим расчетную длину ремня:

$$L_p = 2 * 199,68 + \frac{\pi}{2}(95,5 + 104,18) + \frac{(104,18 - 95,5)^2}{4 * 199,68} = 712,96 \text{ мм}.$$

Принимаем стандартную длину по ГОСТ 1284.1-89  $L_p = 800$  мм.

Скорость ремня  $v_p$  (м/с) определяется по формуле:

$$v_p = \frac{\omega_1 d_1}{2 * 1000}. \quad (20)$$

Подставляя числовые значения в формулу (20), получим расчетную скорость ремня:

$$v_p = \frac{314 * 95,5}{2 * 1000} = 14,99 \text{ м/с}.$$

Угол обхвата ремня малого шкива  $\alpha$  (°) определяется по формуле:

$$\alpha = 180 - 57 \frac{(d_2 - d_1)}{a_{max}}. \quad (21)$$

Подставляя числовые значения в формулу (21), получим угол обхвата ремня малого шкива:

$$\alpha = 180 - 57 \frac{(104,18 - 95,5)}{199,68} = 177,52^\circ.$$

Определяем значение номинальной мощно-

сти, передаваемой одним трехручьевым ремнем ( $P_o = 6,81$  кВт).

Допускаемую мощность на один клиновой ремень  $P_{доп}$  (кВт) определяем по формуле:

$$P_{доп} = P_o * C_\alpha * C_p * C_L * C_z, \quad (22)$$

где  $C_\alpha$  – коэффициент, учитывающий влияние угла обхвата малого шкива;  $C_p$  – коэффициент, учитывающий влияние режима работы (принимаем  $C_p = 1,2$ );  $C_L$  – коэффициент, учитывающий влияние длины ремня, принимают в зависимости от отношения расчетной длины  $L_p$  к базовой длине  $L_o$ ;  $C_z$  – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки по ремням (принимаем  $C_z = 0,95$ ).

Коэффициенты  $C_\alpha$  и  $C_L$  рассчитываются по формулам:

$$C_\alpha = 1 - 0,003(180 - \alpha); \quad (23)$$

$$C_L = 0,3 * L_p/L_o + 0,7. \quad (24)$$

Подставляя числовые значения в формулы (23) и (24), получим числовые значения коэффициентов  $C_\alpha$  и  $C_L$ :

$$C_\alpha = 1 - 0,003(180 - 177,52) = 0,99;$$

$$C_L = 0,3 * 800/712,96 + 0,7 = 1,04.$$

Подставляя числовые значения в формулу (22), получим допускаемую мощность на один клиновой ремень:

$$P_{доп} = 6,81 * 0,99 * 1,2 * 1,04 * 0,95 = 7,98 \text{ кВт}.$$

Требуемое число ремней  $z$  (шт.) определяется по формуле:

$$z = P/P_{доп}. \quad (25)$$

Подставляя числовые значения в формулу (25), получим допускаемую мощность на один клиновой ремень:

$$z = 7,5/7,98 = 0,75 \text{ шт}.$$

Таким образом, требуется один трехручьевый ремень. Расчет вала измельчит.

На кинематической схеме (рис. 2) узла измельчения древесной зелени приведены силы,

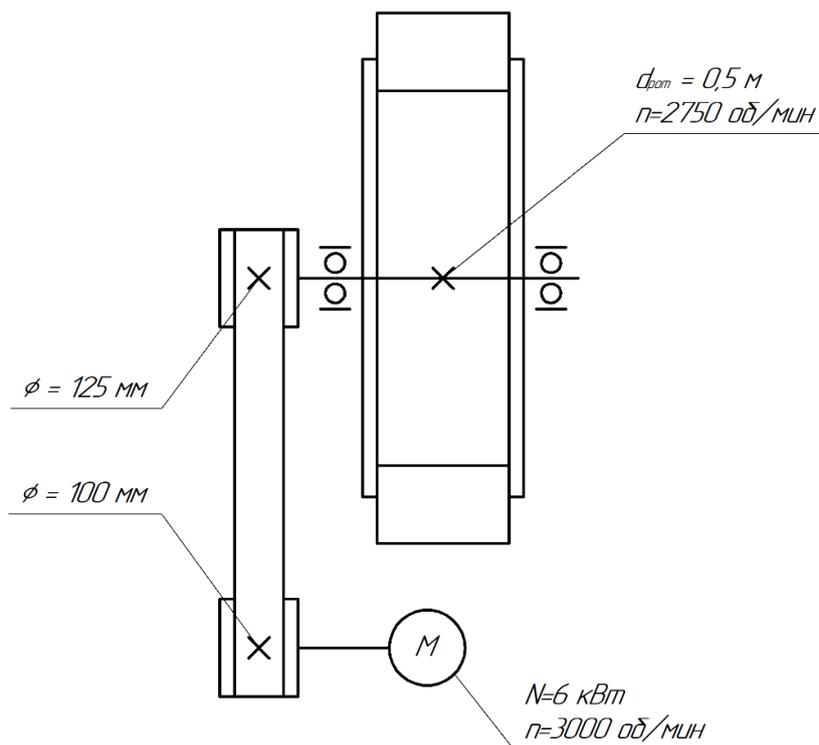


Рис. 2. Кинематическая схема размалывающей установки

действующие на вал. Представим данные силы на рис. 2.

Крутящий момент на валу  $M_{кр}$  (Н \* м) определяется по формуле:

$$M_{кр} = 9\,736 * N/n \text{ Н * м}, \quad (26)$$

где  $N$  – мощность ведущей детали, кВт ( $N = 5,85$  кВт);  $n$  – число оборотов детали, об/мин ( $n = 2\,750$  об/мин).

Определим по формуле (26) величину крутящего момента на валу:

$$M_{кр} = 9\,736 * 7,128/2\,750 = 20,71 \text{ Н * м}.$$

Натяжение ветви ремня  $t$  (Н) определяется по формуле:

$$t = M_{кр}/D_2, \quad (27)$$

где  $D_2$  – диаметр шкива, м ( $D_2 = 0,125$  м).

Подставляя значения в формулу (27), получим:

$$t = 20,71/0,125 = 165,69 \text{ Н}.$$

Из теории передач установлено, что для

клиноременной передачи натяжение ветви ремня  $T$  определяется по формуле:

$$T = 3t. \quad (28)$$

Подставляя значения в формулу (28), получим:

$$T = 3 * 165,69 = 497,07 \text{ Н}.$$

Сила, которую оказывает шкив на вал  $F_{шк}$  (Н), определяется по формуле:

$$F_{шк} = T + t. \quad (29)$$

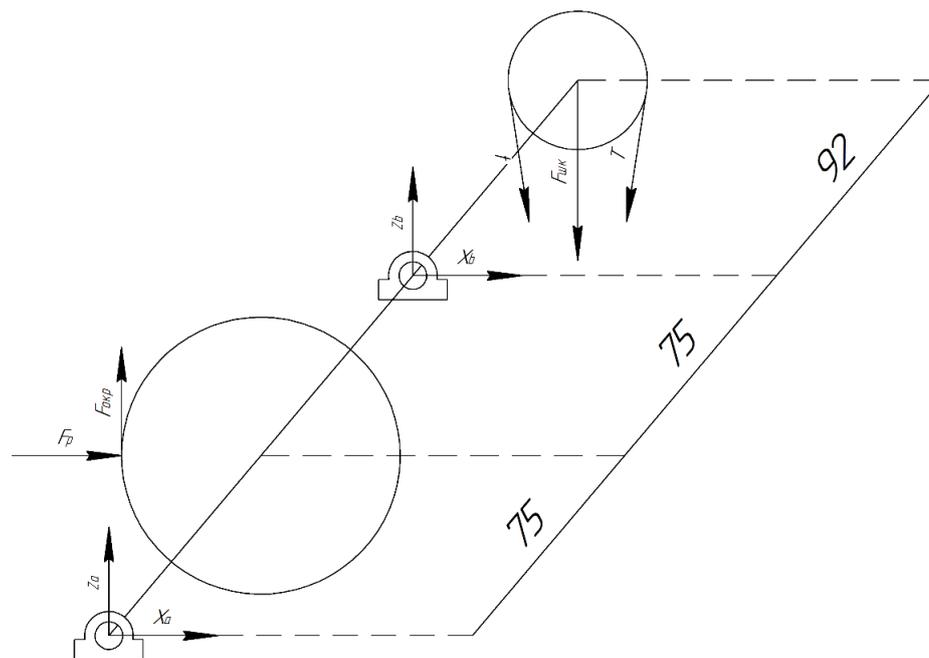
Подставляя числовые значения в формулу (29), получим:

$$F_{шк} = 497,07 + 165,69 = 662,76 \text{ Н}.$$

Окружная  $F_{окр}$  (Н) и радиальная  $F_p$  (Н) силы ротора определяются по формулам:

$$F_{окр} = \frac{2M_{кр}}{d_{рот}} \text{ Н}; \quad (30)$$

$$F_p = F_{окр} \text{tg}(\alpha) \text{ Н}, \quad (31)$$



**Рис. 3.** Схема сил, действующих на вал:  $Z_{a,b}$ ,  $X_{a,b}$  – силы реакции опор, Н;  $F_p$  – радиальная сила ротора, Н;  $F_{окр}$  – окружная сила ротора, Н;  $T$  – сила натяжения ведущей ветви ремня, Н;  $t$  – сила натяжения набегающей ветви ремня, Н

где  $d_{рот}$  – диаметр ротора, м ( $d_{рот} = 0,65$  м);  $\alpha$  – угол поворота вала за одну секунду, рад.

Угол поворота вала за одну секунду  $\alpha$  (рад) определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{\pi n}{30}. \quad (32)$$

Подставляя числовые значения в формулу (32), получим угол поворота вала за одну секунду:

$$\alpha = \frac{3,14 * 2750}{30} = 287,83 \text{ рад.}$$

Подставляя числовые значения в формулу (30) и (31), получим значения окружной и радиальной силы ротора:

$$F_{окр} = \frac{2 * 20,71}{0,5} = 82,85 \text{ Н;}$$

$$F_p = 82,85 \text{tg}(261,67) = 208,87 \text{ Н.}$$

Спроецировав силы на плоскость  $YZ$  (рис. 4), определяем реакции качения в точках  $A$  и  $B$ :

$$\sum M_{xa} = 0: -F_{шк}(92 + 75 + 75) + Z_B(75 + 75) + F_{окр} * 75 = 0. \quad (33)$$

Выразив  $Z_B$  из выражения (33), получим:

$$Z_B = \frac{F_{шк}(92 + 75 + 75) - F_{окр} * 75}{75 + 75} \text{ Н.} \quad (34)$$

Подставляя значения в формулу (34), получим:

$$Z_B = \frac{662,76(92 + 75 + 75) - 82,85 * 75}{75 + 75} = -1389,31 \text{ Н.}$$

$$\sum M_{xb} = 0: -F_{шк} 92 - F_{окр} 75 - Z_A(75 + 75) = 0. \quad (35)$$

Выразив  $Z_A$  из выражения (35), получим:

$$Z_A = \frac{-F_{шк} 92 - F_{окр} 75}{75 + 75} \text{ Н.} \quad (36)$$

Подставляя значения в формулу (36),

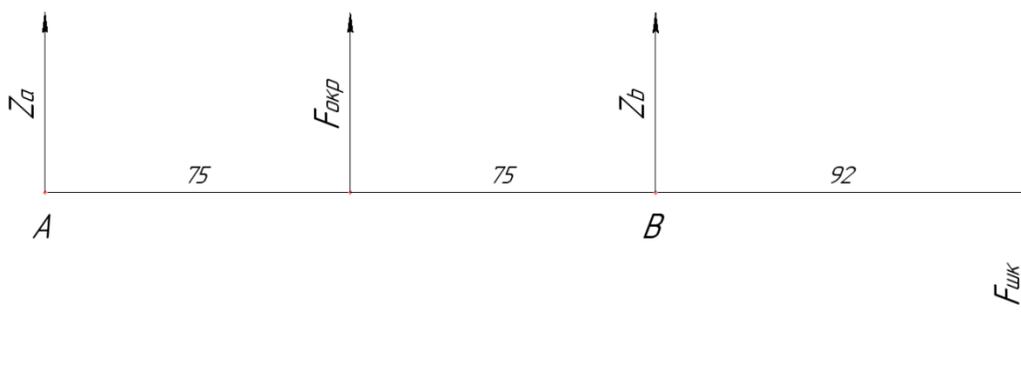


Рис. 4. Проекция сил, действующих на вал, на плоскость YZ

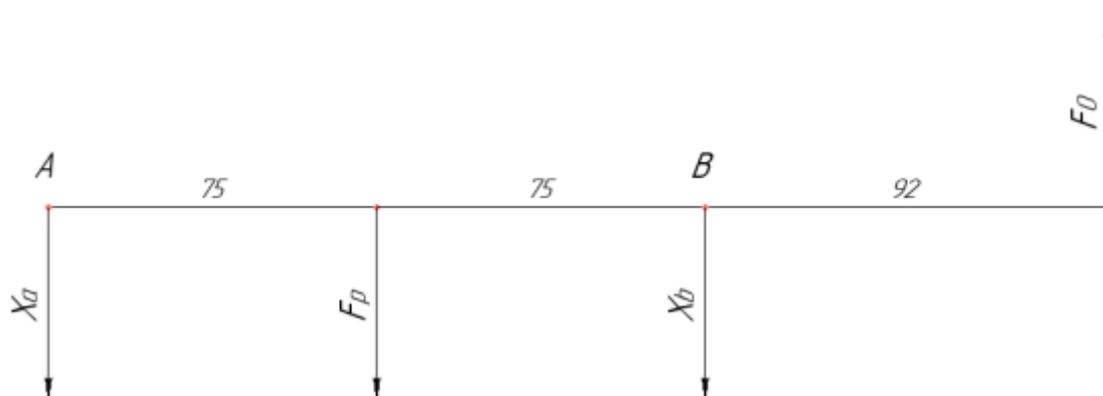


Рис. 5. Проекция сил, действующих на вал, на плоскость YX

получим:

$$Z_A = \frac{-662,76 * 92 - 82,85 * 75}{75 + 75} = 470,99 \text{ Н.}$$

Проверим правильность значений найденных реакций:

$$\sum F_z = 0: Z_A + Z_B + F_{окр} - F_{шк} = 0. \quad (37)$$

Подставляя значения в формулу (37), получим:

$$470,99 - 1\,389,31 + 82,85 + 662,75 = 0;$$

$$0 = 0.$$

Спроецировав силы на плоскость YX, определяем реакции качения в точках A и B:

$$\sum M_{ya} = 0: -X_b(75 + 75) - F_p * 75 = 0. \quad (38)$$

Если выразить  $X_b$  из выражения (38), получим:

$$X_b = \frac{-F_p * 75}{75 + 75} \text{ Н.} \quad (39)$$

Подставляя значения в формулу (39), получим:

$$X_b = \frac{208,87 * 75}{75 + 75} = 104,43 \text{ Н.}$$

$$\sum M_{yb} = 0: F_{окр} * 75 + X_a(75 + 75) = 0. \quad (40)$$

Если выразить  $X_a$  из выражения (40), получим:

$$X_a = \frac{-F_{окр} * 75}{75 + 75} \text{ Н.} \quad (41)$$

Подставляя значения в формулу (41), получим:

$$X_a = \frac{208,87 * 75}{75 + 75} = 104,43 \text{ Н.}$$

Проверим правильность значений найденных реакций:

$$\sum F_x = 0: -X_a - F_p - X_b = 0. \quad (42)$$

Подставляя значения в формулу (42), получим:

$$104,43 + 104,43 - 208,87 = 0;$$

$$0 = 0.$$

Найдем величины изгибающих моментов в горизонтальной плоскости  $M_1^x, M_2^x, M_3^x$  (Н \* м) и в вертикальной плоскости  $M_1^y, M_1^z, M_1^y$  (Н \* м) по формулам:

Сечение 1 – 1 ( $0 \leq z \leq 0,075$  м);

$$M_1^z = X_b * 0,075 \text{ Н * м.} \quad (43)$$

Подставляя значения в формулу (43), получим:

$$M_1^z = 104,43 * 0,075 = 7,83 \text{ Н * м;}$$

Сечение 2 – 2 ( $0 \leq z \leq 0,15$  м); (44)

$$M_2^z = X_b(0,075 + 0,075) - F_{\text{окр}} * 0,075 \text{ Н * м.}$$

Подставляя значения в формулу (44), получим:

$$M_2^z = 104,43(0,075 + 0,075) - 208,87 * 0,075 = 31,33 \text{ Н * м;}$$

Сечение 3 – 3 ( $0 \leq z \leq 0,242$  м); (45)

$$M_3^z = X_b * 0,242 - F_p * 0,17 - X_a * 0,075 \text{ Н * м.}$$

Подставляя значения в формулу (45), получим:

$$M_3^z = 104,43 * 0,242 - 208,87 * 0,17 + 104,43 * 0,075 = 50,55 \text{ Н * м;}$$

Сечение 1 – 1 ( $0 \leq y \leq 0,075$  м); (46)

$$M_1^y = Z_B * 0,075 \text{ Н * м.}$$

Подставляя значения в формулу (46), получим:

$$M_1^y = -1 389,31 * 0,075 = -104,19 \text{ Н * м;}$$

Сечение 2 – 2 ( $0 \leq y \leq 0,15$  м); (47)

$$M_2^y = Z_B * 0,15 - F_{\text{окр}} * 0,075 \text{ Н * м.}$$

Подставляя значения в формулу (47), получим:

$$M_2^y = -1 389,31 * 0,15 - 82,85 * 0,075 = -214,61 \text{ Н * м;}$$

Сечение 3 – 3 ( $0 \leq y \leq 0,242$  м); (48)

$$M_3^y = Z_B * 0,242 - F_{\text{окр}} * 0,17 - Z_a * 0,092 \text{ Н * м.}$$

Подставляя значения в формулу (48), получим:

$$M_3^y = -1 389,31 * 0,242 - 82,85 * 0,17 + 470,99 * 0,092 = -385,37 \text{ Н * м.}$$

Приведенный момент  $M_{\text{прив}}$  (Н \* м) определяется по формуле:

$$M_{\text{прив}} = \sqrt{M_{\text{кр}}^2 + M_{\text{рез}}^2} \text{ Н * м.} \quad (49)$$

Результирующий момент  $M_{\text{рез}}$  (Н \* м) определяется по формуле:

$$M_{\text{рез}} = \sqrt{M^z^2 + M^y^2} \text{ Н * м.} \quad (50)$$

Подставляя значения в формулу (50), определим величины результирующих моментов:

$$M_{\text{рез1}} = \sqrt{7,83^2 + (-104,19)^2} = 104,49 \text{ Н * м;}$$

$$M_{\text{рез2}} = \sqrt{31,33^2 + (-214,61)^2} = 216,88 \text{ Н * м.}$$

Подставляя значения в формулу (49), получим величины приведенных моментов:

$$M_{\text{прив1}} = \sqrt{20,71^2 + 104,49^2} = 106,52 \text{ Н * м;}$$

$$M_{\text{прив2}} = \sqrt{20,71^2 + 216,88^2} = 217,87 \text{ Н * м.}$$

Эпюры нагружения вала представлены

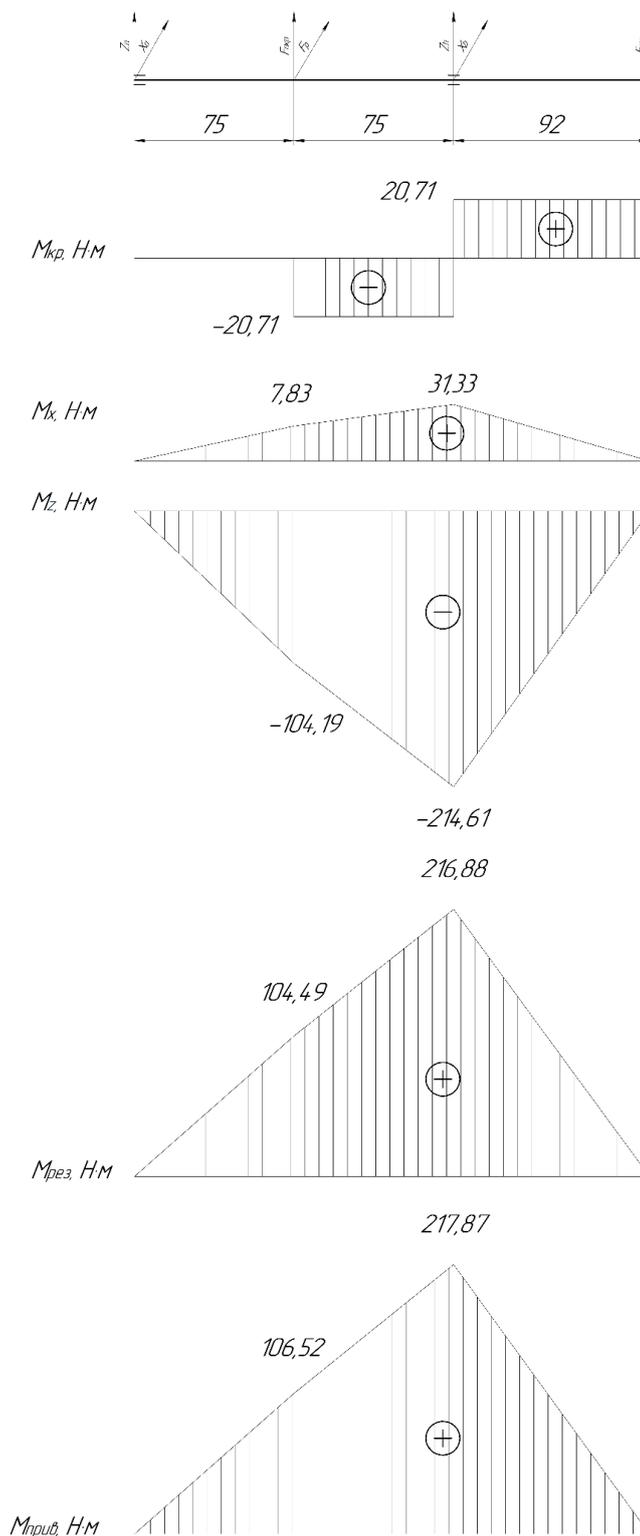


Рис. 5. Эпюры напряжений вала

на рис. 6.

Согласно условию прочности имеем выражение:

$$\frac{M_{прив}}{W_x} \leq [\sigma_y], \quad (51)$$

где  $W_x$  – осевой момент сопротивления поперечного сечения,  $\text{см}^3$ ;  $[\sigma_y]$  – допускаемое условное напряжение, МПа.

Валы редукторов рекомендуется изготавливать из конструкционных углеродистых и слабо легированных марок стали (стали 40, 45, 40Х, 40ХН). Для повышения механических свойств обычно вводят общую термообработку до твердости НВ 230-260.

Допускаемое условное напряжение определяется по формуле:

$$[\sigma_y] = \frac{\sigma_B}{K_y}, \quad (52)$$

где  $\sigma_B$  – предел прочности материала,  $\sigma_B = 630$  МПа для стали 45;  $K_y$  – коэффициент запаса прочности, принимаем  $K_y = 10$ .

Подставляя значения в формулу (52), получим:

$$[\sigma_y] = \frac{630}{10} = 63 \text{ МПа.}$$

Выразив осевой момент сопротивления поперечного сечения из формулы (52), получим:

$$W_x = \frac{M_{\text{прив}}}{[\sigma_y]}. \quad (53)$$

Подставляя значения в формулу (53), получим:

$$W_{x1} = \frac{217,87}{63} = 3,45 \text{ см}^3.$$

Диаметр сечения вала  $d$  (мм) определяется по формуле:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32W_x}{\pi}}. \quad (54)$$

Подставляя значения в формулу (54),

получим:

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{32 * 3,45}{3,14}} = 32,78 \text{ мм.}$$

Полученный диаметр следует округлить до ближайшего стандартного значения. Согласно ГОСТ 6636-69  $d_1 = 36$  мм.

Определим следующий диаметр вала относительно второго приведенного момента. Осевой момент сопротивления поперечного сечения, согласно формуле (53), будет равен:

$$W_{x2} = \frac{106,52}{63} = 1,69 \text{ см}^3.$$

Подставляя значения в формулу (54), получим:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{32 * 1,69}{3,14}} = 25,82 \text{ мм.}$$

Полученный диаметр следует округлить до ближайшего стандартного значения. Согласно ГОСТ 6636-69  $d_2 = 28$  мм.

В ходе исследований и конструкторских расчетов были определены оптимальные динамические воздействия и геометрические характеристики ножей. Сила воздействия каждого ножа составит  $F_{\text{нож}} = 142,15$  Н, общая сила резания –  $F_{\text{рез}} = 4\,975,15$  Н, скорость резания –  $V_{\text{рез}} = 71,96$  м/с, мощность узла измельчения –  $N = 5,85$  кВт, радиус ротора –  $R_{\text{рот}} = 0,25$  м, длина ножа –  $l = 0,16$  м, ширина ножа –  $h = 0,096$  м, толщина ножа –  $b = 0,0032$  м, масса ножа –  $m_{\text{нож}} = 0,193$  кг, диаметры шкивов составят  $D_1 = 0,1$  м и  $D_2 = 0,125$  м, диаметры шеек вала будут равны  $d_1 = 36$  мм и  $d_2 = 28$  мм. В результате проведенных расчетов видно, что предложенная конструкция рабочих органов позволит производить хвойную муку в условиях Крайнего Севера.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке «Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках реализации научного проекта №2022110509022 «Разработка инновационной технологии и оборудования для переработки древесной зелени хвойных пород в условиях лесозаготовительных работ Крайнего Севера».*

## Список литературы

1. Булаев, Е.В. Анализ силовых факторов процесса ножевого размола / Е.В. Булаев, М.А. Зырянов, С.В. Сыромятников // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2018. – С. 137–139.
2. Совершенствование конструкции мельницы для производства древесной муки из порубочных остатков в условиях лесозаготовительных работ / М.А. Зырянов, А.П. Мохирев, А.Н. Давыденко, Е.В. Булаев // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2020. – № 10(112). – С. 22–26.
3. Исследование отдельных подходов к конструированию устройства для переработки порубочных остатков / М.А. Зырянов, В.Ю. Швецов, А.П. Мохирев, С.О. Медведев // Universum: технические науки. – 2020. – № 11-2(80). – С. 60–63.
4. Мартенс, Л.К. Техническая энциклопедия: том 12 / Л.К. Мартенс – М. : Книга по Требованию, 2011. – 486 с.
5. Машины и аппараты химических производств : учеб.-метод. комплекс. В 2-х ч. Ч. 2. Оборудование для производства полимерных и строительных материалов / сост. А.В. Митинова, О.Н. Жарковой. – Новополюцк : ПГУ, 2008. – 280 с.
6. Горлушко, Д.А. Машины и аппараты для переработки минерального сырья: конспект лекций / Д.А. Горлушко. – Томск : Томский политехнический университет, 2011. – 82 с.
7. Родичев, В.А. Тракторы: учебник для нач. проф. образования / В.А. Родичев. – 11-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 288 с.
8. Хакимзянов, Р.Р. Тракторы и автомобили: Учеб. пособие / Р.Р. Хакимзянов. – Саратов : ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2016. – 67 с.
9. Расчет клиноременной передачи: методические указания к курсовому проектированию по деталям машин для студентов всех форм обучения / сост. И.Г. Левитский. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2008. – 19 с.
10. Зырянов, М.А. Исследование процесса производства древесной муки из порубочных остатков / М.А. Зырянов, В.Ю. Швецов, И.Г. Милыева // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 3(117). – С. 27–33.

## References

1. Bulayev, Ye.V. Analiz silovykh faktorov protsessa nozhevogo razmola / Ye.V. Bulayev, M.A. Zyryanov, S.V. Syromyatnikov // Molodyye uchenyye v reshenii aktual'nykh problem nauki : sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh. – Krasnoyarsk : Sibirskiy gosudarstvennyy universitet nauki i tekhnologiy imeni akademika M.F. Reshetneva, 2018. – S. 137–139.
2. Sovershenstvovaniye konstruksii mel'nitsy dlya proizvodstva drevesnoy muki iz porubochnykh ostatkov v usloviyakh lesozagotovitel'nykh rabot / M.A. Zyryanov, A.P. Mokhirev, A.N. Davydenko, Ye.V. Bulayev // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2020. – № 10(112). – S. 22–26.
3. Issledovaniye ot del'nykh podkhodov k konstruirovaniyu ustroystva dlya pererabotki porubochnykh ostatkov / M.A. Zyryanov, V.YU. Shvetsov, A.P. Mokhirev, S.O. Medvedev // Universum: tekhnicheskkiye nauki. – 2020. – № 11-2(80). – S. 60–63.
4. Martens, L.K. Tekhnicheskaya entsiklopediya: tom 12 / L.K. Martens – M. : Kniga po Trebovaniyu, 2011. – 486 s.
5. Mashiny i apparaty khimicheskikh proizvodstv : ucheb.-metod. kompleks. V 2-kh ch. CH. 2. Oborudovaniye dlya proizvodstva polimernykh i stroitel'nykh materialov / sost. A.V. Mitinova, O.N. Zharkovoy. – Novopolotsk : PGU, 2008. – 280 s.
6. Gorlushko, D.A. Mashiny i apparaty dlya pererabotki mineral'nogo syr'ya: konspekt lektsiy / D.A. Gorlushko. – Tomsk : Tomskiy politekhnicheskiiy universitet, 2011. – 82 s.

7. Rodichev, V.A. Traktory: uchebnik dlya nach. prof. obrazovaniya / V.A. Rodichev. – 11-ye izd., ster. – M. : Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2013. – 288 s.
8. Khakimzyanov, R.R. Traktory i avtomobili: Ucheb. posobiye / R.R. Khakimzyanov. – Saratov : FGBOU VO «Saratovskiy GAU», 2016. – 67 s.
9. Raschet klinoremennoy peredachi: metodicheskiye ukazaniya k kursovomu proyektirovaniyu po detalyam mashin dlya studentov vseh form obucheniya / sost. I.G. Levitskiy. – Khabarovsk : Izd-vo Tikhookean. gos. un-ta, 2008. – 19 s.
10. Zyryanov, M.A. Issledovaniye protsessa proizvodstva drevesnoy muki iz porubochnykh ostatkov / M.A. Zyryanov, V.YU. Shvetsov, I.G. Milyayeva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2021. – № 3(117). – S. 27–33.

---

© М.А. Зырянов, И.Г. Швецова, С.О. Сергаев, В.С. Непомнящий, 2023

УДК 674.8

М.А. ЗЫРЯНОВ, М.М. ГЕРАСИМОВА, И.Г. ШВЕЦОВА, В.С. НЕПОМНЯЩИЙ  
Лесосибирский филиал ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет  
науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Лесосибирск

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ ОТХОДОВ ЛЕСОЗАГОТОВОК К УТИЛИЗАЦИИ

*Ключевые слова:* древесные отходы; лесозаготовительное оборудование; комплексная переработка; математическое моделирование; прибыль; природно-производственные условия; производительность.

*Аннотация.* В лесах Красноярского края преобладающими являются хвойные породы. Как правило, крона хвойных деревьев практически не используется, но при ее комплексной переработке можно получать широкий спектр продукции. В связи с этим в настоящее время является актуальным вопрос о комплексной переработке всей древесной биомассы. Для разрешения данного вопроса был рассмотрен технологический процесс ее переработки. Методом исследования является аналитический метод изучения вопроса о комплексной переработке древесной биомассы с применением составленной информационно-логической модели технологического процесса мобильной установки для более наглядного представления. В ходе исследований получены уравнения зависимости производительности мобильной установки при благоприятных и неблагоприятных условиях. Применение разработанных моделей в практической деятельности позволит определить объемы переработки древесной зелени, что позволит планировать процесс ее транспортировки с лесосеки и направления дальнейшего использования.

Цель работы – произвести анализ производительности мобильной установки для переработки древесной зелени хвойных пород для дальнейшего использования.

В лесах Красноярского края преобладающими являются хвойные породы. Как правило, крона хвойных деревьев практически не ис-

пользуется. В Российской Федерации средний запас древесной зелени хвойных пород на 1 га лесопокрытой площади (спелых насаждений) составляет 10–13 т, общий запас превышает 3 млрд т, из которых, по оценкам экспертов, более 30 млн т являются экономически доступными [1].

Древесная зелень хвойных пород – это смесь хвои, коры, ветвей и побегов древесины. Она имеет в своем составе витамины  $K$ ,  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_6$ ,  $P$ , аскорбиновую кислоту, содержит дубильные вещества, эфирные масла, каротин, белки, жиры, микроэлементы и другие минеральные вещества [1]. При ее комплексной переработке можно получать широкий спектр продукции медицинского, парфюмерно-косметического и пищевого назначения, кормовые добавки для сельскохозяйственных животных, хвойно-витаминную муку [2–6].

При современных технологиях лесозаготовок в основном используется стволовая часть древесины, которая составляет до 69 %, оставшиеся 31 % составляют отходы, 17 % из которых составляет древесная зелень [7]. В большинстве случаев она остается на лесосеке, что представляет собой потери в производстве товаров для народного хозяйства. В связи с этим в настоящее время является актуальным вопрос о комплексной переработке всей древесной биомассы, в том числе и кроны.

Для производства вышеуказанной продукции в лесозаготовительном процессе необходимы следующие операции: заготовка и переработка древесной зелени.

В условиях сокращения объемов сплошных рубок и расширения выборочных и постепенных рубок необходимо применение более совершенной технологии и техники, отвечающей лесоводственным и экологическим требованиям. С наибольшей производительностью ме-

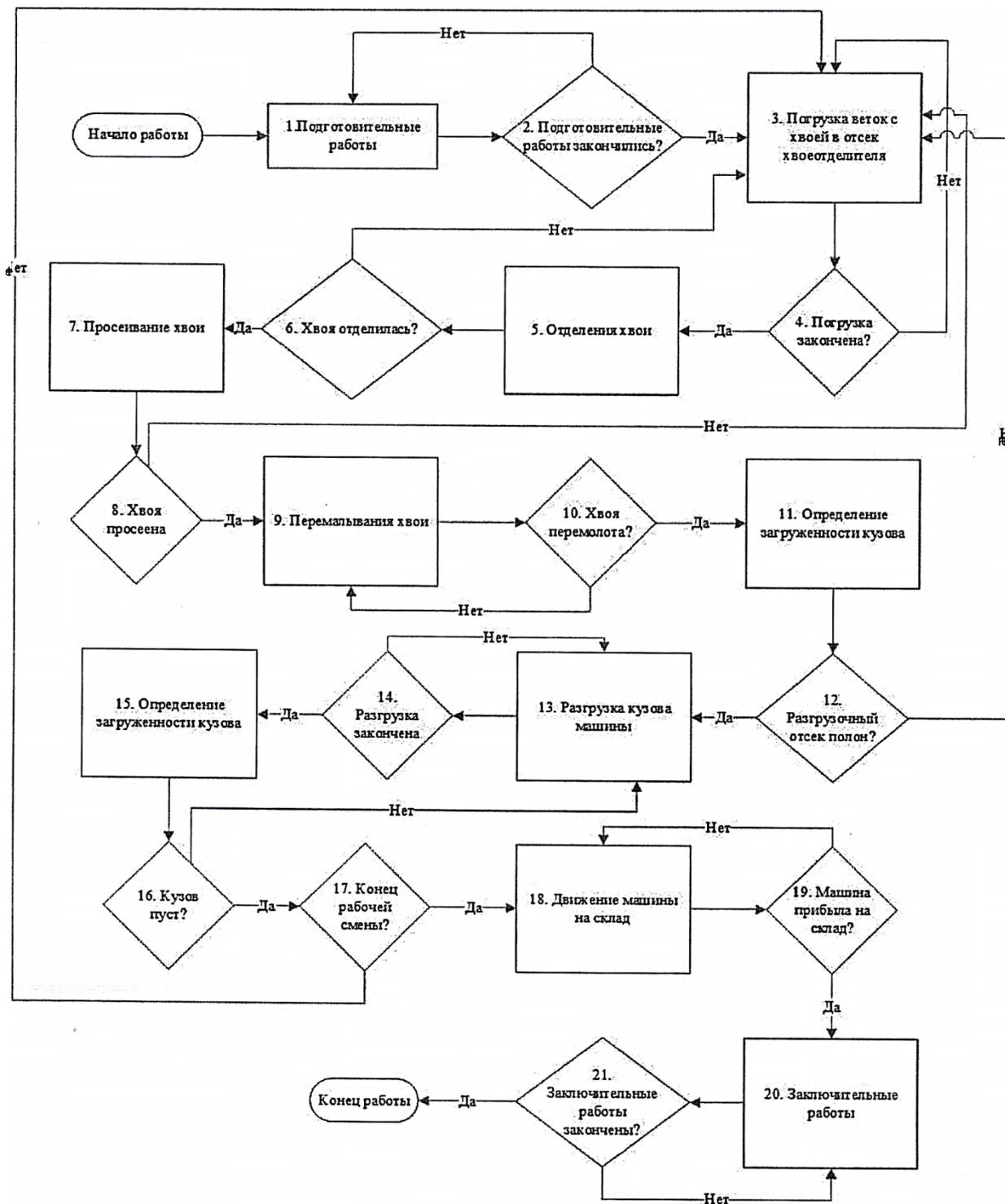


Рис. 1. Информационно-логическая модель технологического процесса мобильной установки [7]

ханизировать эти виды рубок, учитывая современные экологические требования, возможно с применением сортиментной технологии лесозаготовок [7].

Технологический процесс при производстве основной продукции (сортиментов) включает в себя следующие операции: валка – трелевка сортиментов – сортировка и штабелевка – погруз-

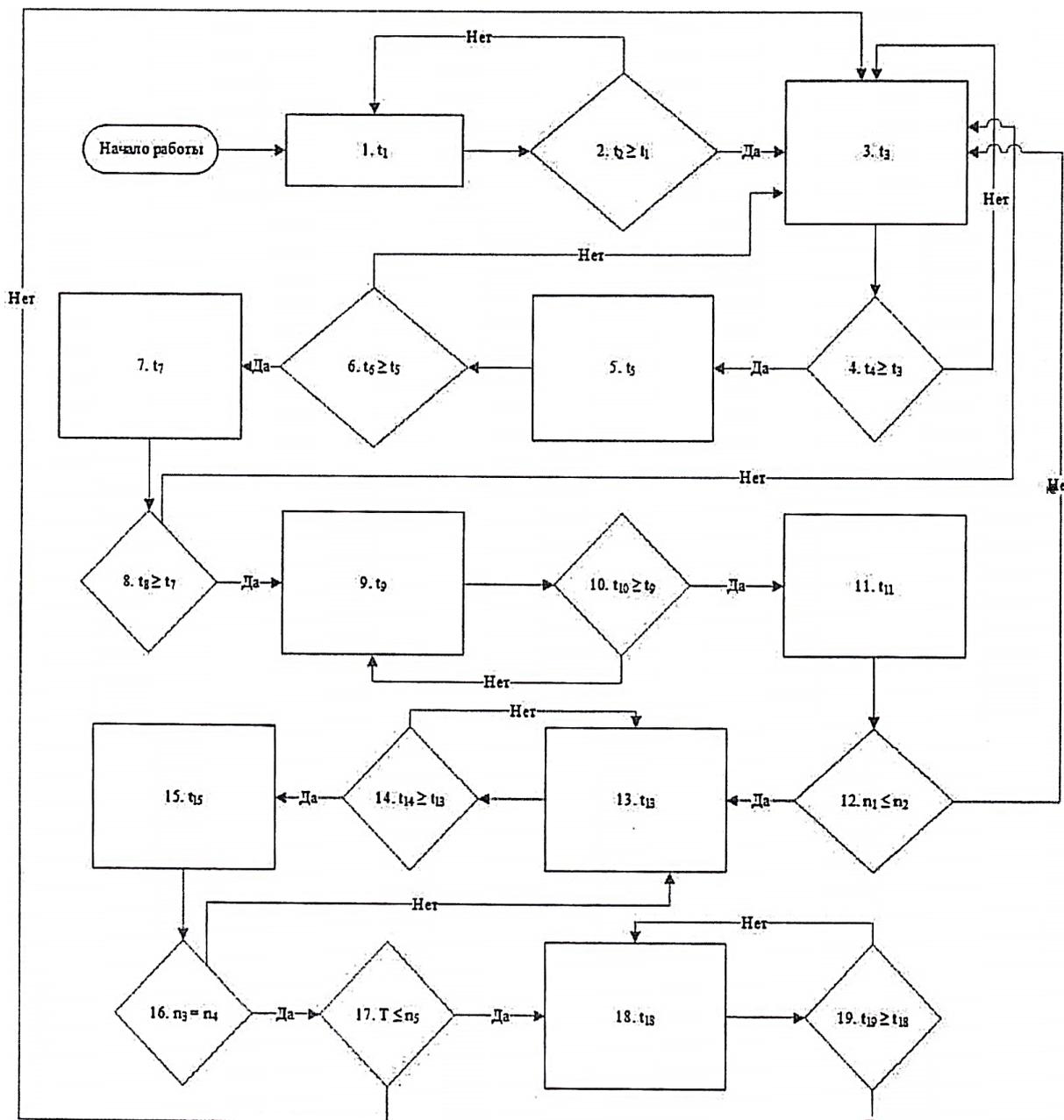


Рис. 2. Блок-схема технологического процесса мобильной установки [7]

ка. Операции по производству второстепенной дополнительной продукции – хвойного полуфабриката: трелевка порубочных остатков – сортировка – отделение ветвей от сучьев – погрузка в установку для переработки – упаковка.

В данном случае валка подразумевает комплекс операций (валка – обрезка сучьев – раскряжевка хлыстов), так как производится при помощи валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины (харвестера марки *JohnDeere* – 1 270). Трелевка и укладка в штабели осуществляется

форвардером *JohnDeere*, погрузка сортиментов – лесопогрузчиком Амкордор 352 Л.

На лесосеке наряду с заготовкой древесины при сплошнолесосечной технологии могут перерабатываться лесосечные отходы с использованием мобильной установки. Операция измельчения древесной зелени может выполняться на делянке, на погрузочной площадке у лесовозной дороги или на территории предприятия-потребителя.

В случае получения на лесосеке дополни-

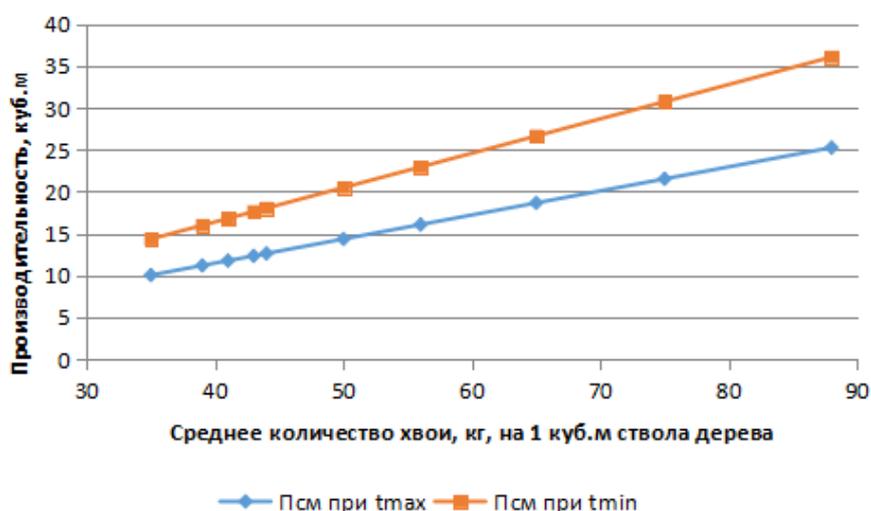


Рис. 3. Зависимость сменной производительности мобильной установки от среднего количества хвои на 1 м<sup>3</sup> ствола дерева при благоприятных и неблагоприятных условиях [7]

тельной продукции трелевка и сортировка порубочных остатков осуществляются грузовой платформой *VLA* на базе форвардера *Ponsse Elephant*. Сучья и тонкомерные деревья загружаются в приемную часть мобильной установки для измельчения древесной зелени комлем вперед, после чего они захватываются ребристыми вальцами, которые подают их в рабочую зону барабана, где хвоя отделяется от веток. При дальнейшем движении очищенные ветки выводятся наружу, а хвоя под действием силы тяжести подается в узел резания. Попавшая туда древесная зелень отбрасывается вращающимся ротором, который создает воздушный поток к стенкам рабочей камеры и увлекается ножами в круговое движение. Ножи ударяют частицы своей рабочей поверхностью и измельчают их. Измельченное сырье, размеры которого меньше размера ячеек сита, выводится из зоны резания и по поворотному механизму попадает в мешок, который стоит на весах. Весы рычажно соединены с поворотным механизмом, который определяет, в какой из двух мешков будет поступать измельченная хвоя. Через горловину мешка пропущена лента, соединенная с вакуумно-упаковочной машиной. Когда мешок полностью заполнен, поворотный механизм поворачивается и начинается заполнение второго мешка, в это время вакуумно-упаковочная машина первого мешка затягивает ленту, откачивает воздух и запаивает мешок. Полученные мешки транспор-

тируются на верхний склад, откуда направляются к потребителю [8].

Для наглядности представления последовательности операций составлена информационно-логическая модель технологического процесса мобильной установки, установленной на верхнем складе (рис. 1), на основании которой получена блок-схема, отображающая процесс ее функционирования (рис. 2). В прямоугольниках отображено время выполнения основных операций, в ромбах – условие перехода от одной операции к другой ( $t_i \geq t_{i-1}$ );  $n_1$  – количество ветвей с хвоей;  $n_2$  – максимально возможный объем ветвей для погрузки;  $n_3$  – объем выгруженных порубочных остатков;  $n_4$  – объем погруженных порубочных остатков;  $n_5$  – время на выполнение основных работ [7].

В статье [7] приведена формула для вычисления сменной производительности мобильной установки:

$$P_{cm} = V_{cp} * \varphi * N_{cp/cm},$$

где  $V_{cp}$  – среднее количество хвои на одной ветви, м<sup>3</sup>;  $\varphi$  – коэффициент использования рабочего времени, 0,8;  $N_{cp/cm}$  – количество обрабатываемых веток с хвоей за смену, шт.

Наибольшее влияние на производительность установки оказывает среднее количество хвои на 1 м<sup>3</sup> ствола. На рис. 3 приведена за-

зависимость производительности от этого фактора при благоприятных и неблагоприятных условиях.

Анализ графика показывает, что зависимость производительности (показатель  $y$ ) от среднего количества хвои (фактор  $x$ ) является линейной:  $y = kx + b$ . Известно, что при  $x = 41$   $y = 16,80143$  и при  $x = 43$   $y = 17,62101$ . Подставим эти значения в уравнение линейной зависимости и составим систему уравнений:

$$\begin{cases} 41k + b = 16,80143, \\ 43k + b = 17,62101. \end{cases}$$

В результате решения системы получена искомая зависимость при  $t_{min}$ :

$$y = 0,40797x + 0,0004.$$

При  $x = 35$   $y = 10,04463$  и при  $x = 39$ ,  $y = 11,19259$ . После подстановки этих значений в уравнение линейной зависимости получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} 35k + b = 10,04463; \\ 39k + b = 11,19259, \end{cases}$$

решая которую, найдем искомую зависимость при  $t_{max}$ :

$$y = 0,28699x - 0,00002.$$

На основании полученных зависимостей можно определить количество переработанной древесной зелени, что позволит планировать процесс ее транспортировки с лесосеки и направления дальнейшего использования.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке «Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках реализации научного проекта №2022110509022 «Разработка инновационной технологии и оборудования для переработки древесной зелени хвойных пород в условиях лесозаготовительных работ Крайнего Севера».*

#### Список литературы

1. Сергеева, Г.С. Комплексная переработка древесной зелени / Г.С. Сергеева // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов: XVI международная научно-практическая конференция: в 3 частях. – Чита : Забайкальский государственный университет, 2016. – С. 53–57.
2. Кошелев, М.Д. Глубокая переработка экстракта древесной зелени пихты сибирской с получением препарата хлорофилла / М.Д. Кошелев, В.И. Роцин // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : Материалы IV научно-технической конференции. – СПб : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2019. – С. 296–299.
3. Каримов, И.Р. Переработка древесной зелени в кормовой продукт / И.Р. Каримов, Л.И. Гизатуллина, Р.Р. Фахрутдинов // Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург : Общество с ограниченной ответственностью «ОМЕГА САЙНС», 2019. – С. 70–71.
4. Полянова, В.В. Переработка древесной зелени хвойных деревьев в условиях Красноярского края / В.В. Полянова, Г.С. Миронов // Перспективы развития лесопромышленного комплекса России : Сборник статей Региональной научно-практической конференции. – Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2019. – С. 87–91.
5. Кормовая добавка для высокопродуктивных коров на основе древесной зелени / В.П. Короткий, В.А. Рыжов, Е.С. Рыжова, В.И. Роцин // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : Материалы третьей международной научно-технической конференции / Под редакцией В.М. Гедьо. Том 2. – СПб : Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 2018. – С. 95–98.
6. Комплексная переработка отходов лесозаготовок для получения ценных продуктов / А.В. Кучин, Н.Н. Скрипова, Н.Н. Никонова [и др.] // Утилизация отходов производства и потребления: инновационные подходы и технологии : Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Киров : Вятский государственный универси-

тет, 2019. – С. 167–170.

7. Морозов, В.И. Технологический процесс заготовки и переработки древесной зелени хвойных пород / В.И. Морозов, Н.А. Петрушева // Лесотехнический журнал. – 2019. – № 3. – С. 131–139.

8. Борин, К.В. Мобильная установка для измельчения древесной зелени в условиях лесосеки / К.В. Борин, Н.А. Петрушева // Лесотехнический журнал. – 2019. – Т. 9. – № 3(35). – С. 140–148.

### References

1. Sergeyeva, G.S. Kompleksnaya pererabotka drevesnoy zeleni / G.S. Sergeyeva // Kulaginskiye chteniya: tekhnika i tekhnologii proizvodstvennykh protsessov: XVI mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya: v 3 chastyakh. – Chita : Zabaykal'skiy gosudarstvennyy universitet, 2016. – S. 53–57.

2. Koshelev, M.D. Glubokaya pererabotka ekstrakta drevesnoy zeleni pikhty sibirskoy s polucheniyem preparata khlorofilla / M.D. Koshelev, V.I. Roshchin // Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovaniye : Materialy IV nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. – SPb : Sankt-Peterburgskiy politekhnicheskii universitet Petra Velikogo, 2019. – S. 296–299.

3. Karimov, I.R. Pererabotka drevesnoy zeleni v kormovoy produkt / I.R. Karimov, L.I. Gizatullina, R.R. Fakhrutdinov // Vzaimodeystviye nauki i obshchestva: problemy i perspektivy: sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Yekaterinburg : Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «OMEGA SAYNS», 2019. – S. 70–71.

4. Pol'yanova, V.V. Pererabotka drevesnoy zeleni khvoynykh derev'yev v usloviyakh Krasnoyarskogo kraya / V.V. Pol'yanova, G.S. Mironov // Perspektivy razvitiya lesopromyshlennogo kompleksa Rossii : Sbornik statey Regional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Krasnoyarsk : Sibirskiy gosudarstvennyy universitet nauki i tekhnologii imeni akademika M.F. Reshetneva, 2019. – S. 87–91.

5. Kormovaya dobavka dlya vysokoproduktivnykh korov na osnove drevesnoy zeleni / V.P. Korotkiy, V.A. Ryzhov, Ye.S. Ryzhova, V.I. Roshchin // Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovaniye : Materialy tret'yey mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii / Pod redaktsiyey V.M. Ged'o. Tom 2. – SPb : Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskii universitet im. S.M. Kirova, 2018. – S. 95–98.

6. Kompleksnaya pererabotka otkhodov lesozagotovok dlya polucheniya tsennykh produktov / A.V. Kuchin, N.N. Skripova, N.N. Nikonova [i dr.] // Utilizatsiya otkhodov proizvodstva i potrebleniya: innovatsionnyye podkhody i tekhnologii : Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. – Kirov : Vyatskiy gosudarstvennyy universitet, 2019. – S. 167–170.

7. Morozov, V.I. Tekhnologicheskii protsess zagotovki i pererabotki drevesnoy zeleni khvoynykh porod / V.I. Morozov, N.A. Petrusheva // Lesotekhnicheskii zhurnal. – 2019. – № 3. – S. 131–139.

8. Borin, K.V. Mobil'naya ustanovka dlya izmel'cheniya drevesnoy zeleni v usloviyakh lesoseki / K.V. Borin, N.A. Petrusheva // Lesotekhnicheskii zhurnal. – 2019. – Т. 9. – № 3(35). – S. 140–148.

УДК 502.171

М.А. ЗЫРЯНОВ, И.Г. ШВЕЦОВА, В.С. НЕПОМНЯЩИЙ, П.В. СТУПАК  
Лесосибирский филиал ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет  
науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Лесосибирск

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ НОЖЕЙ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ ХВОЙНЫХ ПОРОД ДРЕВЕСИНЫ

*Ключевые слова:* инновационная установка; лесосечные отходы; размол; хвоя.

*Аннотация.* В настоящее время используется всего около 700 тыс. т древесных отходов, что составляет не более 4 % от образующегося количества потенциального сырья, которое можно было бы использовать на деревоперерабатывающих предприятиях. Анализ процессов образования и использования лесосечных отходов показал, что на сегодняшний день древесная зелень хвойных пород нашла свое применение как сырье для производства хвойной муки, которую производят непосредственно на лесосеке.

Цель исследования – проанализировать работу мобильной машины для измельчения древесной зелени хвойных пород в климатических условиях Крайнего Севера.

Основным элементом установки, выполняющим работу по измельчению древесной зелени, является нож. Ножи привариваются к ступицам, которые насаживаются на оси. Расстояние между ножами регулируется шириной ступиц. Оси, в свою очередь, с помощью концевых шайб фиксируются между крышками ротора. Передача крутящего момента ротору (рис. 1), закрепленному на валу, происходит за счет ременной передачи.

В процессе работы измельчителя под действием центробежной силы ножи принимают рабочее положение и воздействуют на древесную зелень. Чтобы наблюдалось измельчение, сила резания ножа должна быть больше силы сопротивления древесной зелени, а подача сырья должна быть равномерной и не превосходить силу инерции ножей, в противном случае ножи будут отклоняться от своей оси и процесс

измельчения прекратится.

Измельчение сырья в универсальной дробилке условно можно разделить на три зоны. Сырье, попавшее в корпус дробилки, под действием первичного удара ножей, увлекается в круговое движение. В результате каждого последующего взаимодействия между ножами и сырьем происходит процесс уменьшения геометрических размеров сырья. Данный процесс происходит до тех пор, пока размеры сырья не станут меньше размеров сита установки.

Исходя из условий, что ротор дробилки включает в себя пять осей, на каждой оси крепятся семь ножей, размер ячеек сита составляет 3 мм. В зависимости от входного положения сырья степень измельчения может составлять 30–50 %, а значит, чтобы измельчаемое сырье смогло пройти через сито, потребуется около десяти ударов или два полных оборота ротора. Необходимо учесть тот факт, что сырье загружается с боку установки, следовательно, первичное измельчение будут осуществлять ближние к загрузочному патрубку ножи, среднее измельчение будут осуществлять центральные ножи, доизмельчение – дальние от загрузочного патрубка ножи. Таким образом, можно выделить три зоны:

- зона грубого измельчения, в которой три крайних ножа за два первых удара измельчают сырье приблизительно на 50 % (от 100 мм до 49 мм);

- зона среднего измельчения, где следующие два ножа за четыре удара измельчают сырье приблизительно на 25 % (от 49 мм до 11,76 мм);

- зона доизмельчения, в которой последние два ножа за четыре удара измельчают сырье приблизительно 25 % (от 11,76 мм до 2,82 мм).

В первой (грубой) зоне процесса измельчения (рис. 2а) будет происходить первичное из-

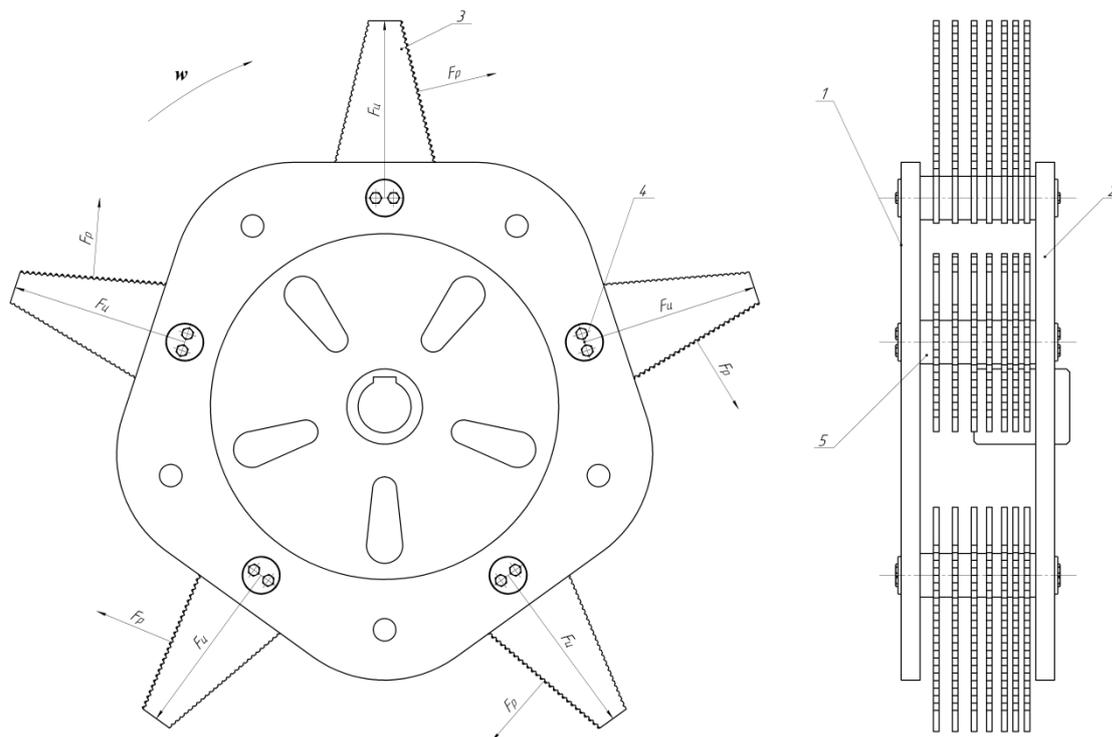


Рис. 1. Схема ротора универсальной дробилки: 1 – передняя крышка ротора; 2 – задняя крышка ротора; 3 – нож, приваренный к ступице; 4 – концевая шайба; 5 – ось;  $F_p$  – сила резания, Н;  $F_{ц}$  – центробежная сила, Н;  $\omega$  – угловая скорость,  $c^{-1}$

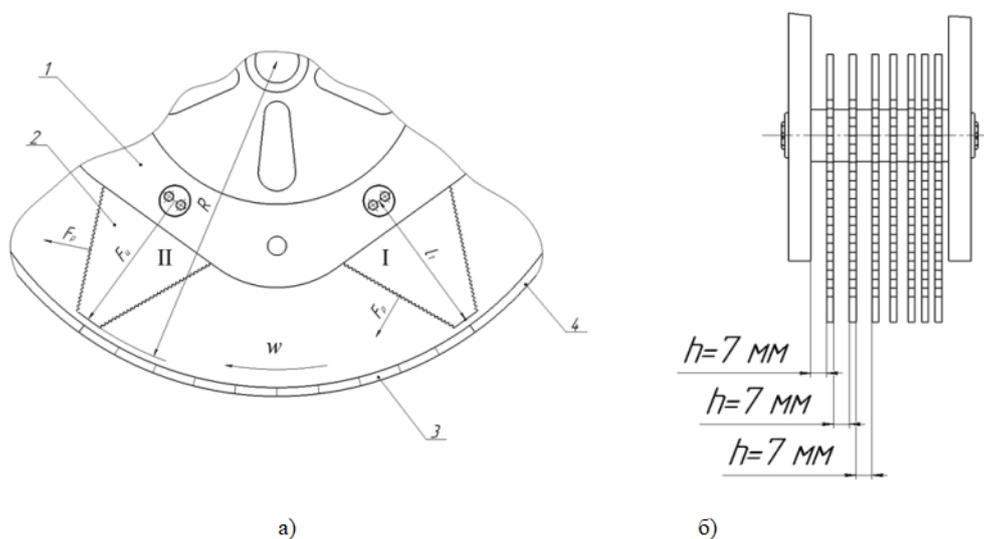


Рис. 2. а) Схема действующих сил в первой зоне измельчения: 1 – ротор; 2 – нож; 3 – сито; 4 – корпус. б) Расстояние между ножами в первой зоне измельчения

мельчение сырья, ввиду этого расстояние между ближними к загрузочному патрубку ножами

максимальное и составляет 7 мм (рис. 2б). Процесс происходит приблизительно в течение

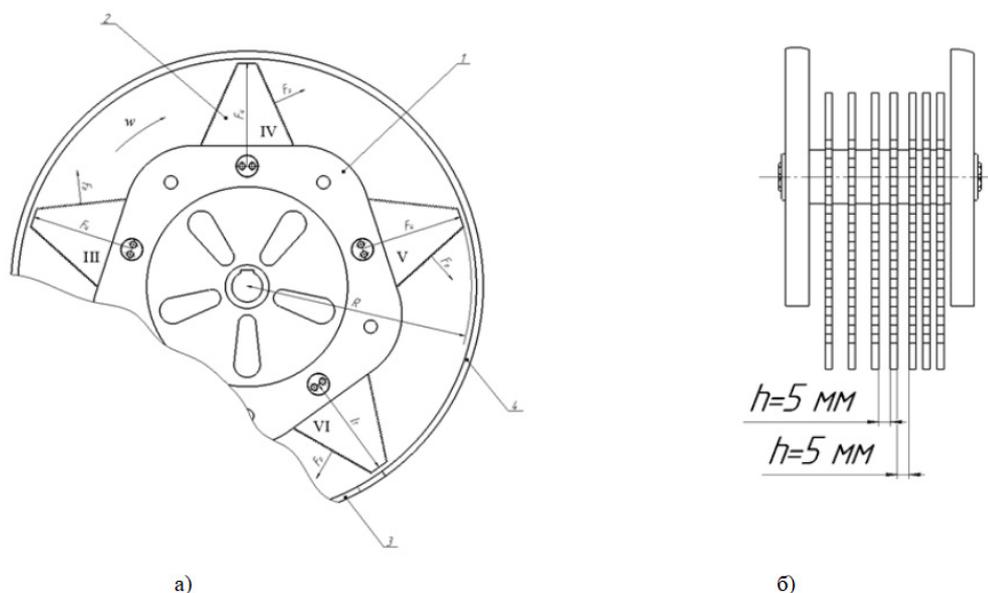


Рис. 3. а) Схема действующих сил во второй зоне измельчения: 1 – ротор; 2 – нож; 3 – сито; 4 – корпус. б) Расстояние между ножами во второй зоне измельчения

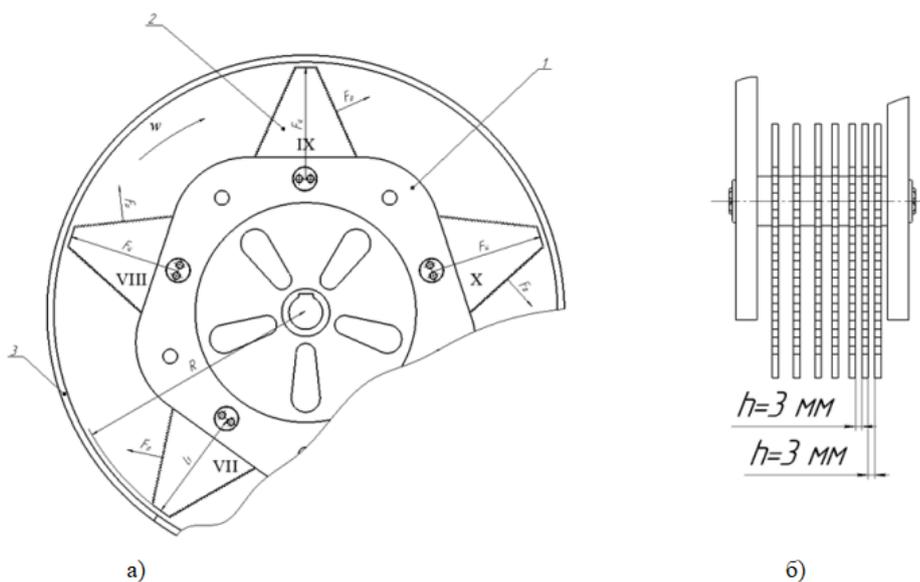


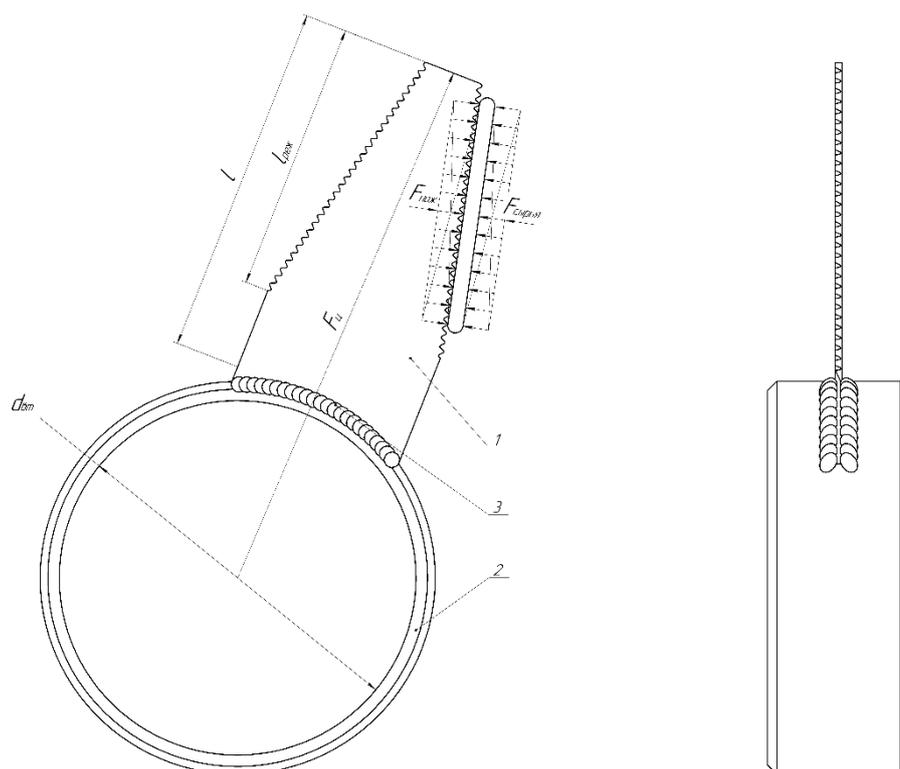
Рис. 4. а) Схема действующих сил в третьей зоне измельчения: 1 – ротор; 2 – нож; 3 – сито; 4 – корпус. б) Расстояние между ножами в третьей зоне измельчения

двух ударов. В первой зоне будут действовать следующие силы: сила резания  $F_{рез}$ , сила сопротивления внедрению ножа в измельчаемое сырье  $F_{сопр}$  и центробежная сила  $F_{ц}$ .

Во второй (средней) зоне процесса измельчения (рис. 3а) будут измельчаться разрушенные частицы, ввиду чего расстояние между

3, 4 и 5 ножами уменьшается до 5 мм (рис. 3б). Процесс происходит приблизительно в течение четырех ударов. Во второй зоне будут действовать следующие силы: сила резания  $F_{рез}$ , сила сопротивления внедрению ножа в измельчаемое сырье  $F_{сопр}$  и центробежная сила  $F_{ц}$ .

В третьей зоне процесса измельчения



**Рис. 5.** Схема ножа универсальной дробилки: 1 – тело ножа; 2 – ступица; 3 – сварной шов;  $F_{\text{нож}}$  – сила воздействия ножа на измельчаемое сырье, Н;  $F_{\text{сырья}}$  – сила сопротивления внедрению ножа в измельчаемое сырье, Н;  $F_{\text{ц}}$  – центробежная сила, Н;  $l$  – длина ножа, м;  $l_{\text{рез}}$  – длина режущей кромки ножа, м

(рис. 4а) будет происходить окончательное измельчение сырья. Процесс происходит на двух дальних от загрузочного патрубка ножах, расстояние между 5, 6 и 7 ножами уменьшается до 3 мм (рис. 4б). Измельчение происходит приблизительно в течение четырех ударов. Измельченное сырье, обладая размерами меньшими, чем размеры ячеек сита, отводится из установки. В третьей зоне будут действовать следующие силы: сила резания  $F_{\text{рез}}$ , сила сопротивления внедрению ножа в измельчаемое сырье  $F_{\text{сопр}}$  и центробежная сила  $F_{\text{ц}}$ .

Назначение сил, действующих в трех зонах процесса измельчения:

- сила резания  $F_{\text{рез}}$  – основная сила, за счет которой происходит измельчение древесной зелени хвойных пород;

- сила сопротивления внедрению ножа в измельчаемое сырье  $F_{\text{сопр}}$  возникает непосредственно в момент контакта древесной зелени и поверхности ножей, стремится выгнуть нож противоположно направлению его движения;

- центробежная сила  $F_{\text{ц}}$  – за счет данной

силы ножи принимают рабочее положение.

Древесная зелень измельчается под многократным ударным воздействием ножей (рис. 5). Ввиду того, что в процессе измельчения древесная зелень не фиксируется, а перемещается в воздушно-продуктовом слое, для преодоления силы сопротивления резанию необходимо поддерживать радиус затупления в диапазоне  $\rho = 5 - 20$  мкм. В случаях когда радиус затупления превышает данный диапазон, будет наблюдаться снижение выхода продукции, так как размер измельченных частиц не будет соответствовать размеру ячеек сепаратора.

Ввиду того, что нож приваривается к ступице, прочность сварного соединения должна быть не ниже прочности основного металла. Прочность сварного соединения характеризуется величиной фактических напряжений, возникающих в нем от действующих усилий. Чтобы соединение было прочным, фактические напряжения должны быть ниже тех, при которых металл шва разрушается. Расчетное напряжение, т.е. напряжение от расчетных усилий, не должно превышать расчетного сопротивления метал-

ла  $R$ , т.е.  $\sigma \leq R$ . Расчетное напряжение всегда ниже предела текучести данного металла. Отношение предела текучести  $\sigma_T$  к расчетному напряжению  $\sigma$  называется запасом прочности. Для стальных изделий запас прочности по пределу текучести обычно равен  $n_3 = 1,2 - 1,6$ .

Таким образом, процесс измельчения хвои

при помощи разработанных ножей проходит в три этапа, где каждый из этапов имеет свои особенности. Использование предложенной конструкции ножей позволит получать полуфабрикат из древесной зелени хвойных пород с заданными гранулометрическими характеристиками.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке «Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках реализации научного проекта №2022110509022 «Разработка инновационной технологии и оборудования для переработки древесной зелени хвойных пород в условиях лесозаготовительных работ Крайнего Севера».*

### Список литературы

1. Булаев, Е.В. Анализ силовых факторов процесса ножевого размола / Е.В. Булаев, М.А. Зырянов, С.В. Сыромятников // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2018. – С. 137–139.
2. Совершенствование конструкции мельницы для производства древесной муки из порубочных остатков в условиях лесозаготовительных работ / М.А. Зырянов, А.П. Мохирев, А.Н. Давыденко, Е.В. Булаев // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2020. – № 10(112). – С. 22–26.
3. Исследование отдельных подходов к конструированию устройства для переработки порубочных остатков / М.А. Зырянов, В.Ю. Швецов, А.П. Мохирев, С.О. Медведев // Universum: технические науки. – 2020. – № 11-2(80). – С. 60–63.
4. Study of the process of processing felling residues in the conditions of logging operations / M.A. Zyryanov, S.O. Medvedev, A.U. Vititnev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Vol. Volume 677. – Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 52012.
5. Zyryanov, M. Improving logging process efficiency in the context of rational natural resource management / M. Zyryanov, V. Shvetsov, I. Milyaeva, E. Dozhdev // E3S Web of Conferences, 2021.
6. Зырянов, М.А. Разработка инновационных технологий по переработке лесосечных отходов в условиях лесозаготовок / М.А. Зырянов, И.Г. Миляева, В.Ю. Швецов // Эколого-ресурсосберегающие технологии в науке и технике : материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2021. – С. 82–86.
7. Зырянов, М.А. Исследование процесса производства древесной муки из порубочных остатков / М.А. Зырянов, В.Ю. Швецов, И.Г. Миляева // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 3(117). – С. 27–33.
8. Исследование процесса переработки порубочных остатков в условиях лесозаготовительных работ / В.Ю. Швецов, М.А. Зырянов, И.Г. Миляева, Е.Н. Дождев // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 4(118). – С. 56–59.

### References

1. Bulayev, Ye.V. Analiz silovykh faktorov protsessa nozhevogo razmola / Ye.V. Bulayev, M.A. Zyryanov, S.V. Syromyatnikov // Molodyye uchenyye v reshenii aktual'nykh problem nauki : sbornik materialov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh. – Krasnoyarsk: Sibirskiy gosudarstvennyy universitet nauki i tekhnologiy imeni akademika M.F. Reshetneva, 2018. – S. 137–139.
2. Sovershenstvovaniye konstruktсии mel'nitsy dlya proizvodstva drevesnoy muki iz

porubochnykh ostatkov v usloviyakh lesozagotovitel'nykh rabot / M.A. Zyryanov, A.P. Mokhitev, A.N. Davydenko, Ye.V. Bulayev // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2020. – № 10(112). – S. 22–26.

3. Issledovaniye otchel'nykh podkhodov k konstruirovaniyu ustroystva dlya pererabotki porubochnykh ostatkov / M.A. Zyryanov, V.YU. Shvetsov, A.P. Mokhitev, S.O. Medvedev // Universum: tekhnicheskiye nauki. – 2020. – № 11-2(80). – S. 60–63.

6. Zyryanov, M.A. Razrabotka innovatsionnykh tekhnologiy po pererabotke lesosechnykh otchodov v usloviyakh lesozagotovok / M.A. Zyryanov, I.G. Milyayeva, V.YU. Shvetsov // Ekologo-resursosberegayushchiye tekhnologii v nauke i tekhnike : materialy Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. – Voronezh : Voronezhskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskii universitet im. G.F. Morozova, 2021. – S. 82–86.

7. Zyryanov, M.A. Issledovaniye protsessa proizvodstva drevesnoy muki iz porubochnykh ostatkov / M.A. Zyryanov, V.YU. Shvetsov, I.G. Milyayeva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2021. – № 3(117). – S. 27–33.

8. Issledovaniye protsessa pererabotki porubochnykh ostatkov v usloviyakh lesozagotovitel'nykh rabot / V.YU. Shvetsov, M.A. Zyryanov, I.G. Milyayeva, Ye.N. Dozhdev // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2021. – № 4(118). – S. 56–59.

---

© М.А. Зырянов, И.Г. Швецова, В.С. Непомнящий, П.В. Ступак, 2023

УДК 674.8

В.С. НЕПОМНЯЩИЙ, С.О. СЕРГАЕВ, М.А. ЗЫРЯНОВ

*Лесосибирский филиал ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Лесосибирск*

## МОБИЛЬНОЕ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

*Ключевые слова:* древесина; мобильное устройство; мобильность; отходы.

*Аннотация.* На сегодняшний день в нашей стране затруднен выезд на дороги общего пользования лесовозам с хлыстами. На данный момент без государственной поддержки предприятиям, которые занимаются лесопереработкой, не выгодно создавать специальные дороги, поэтому вывозка хлыста существенно упала. В результате целесообразно перерабатывать порубочные остатки на местах лесозаготовительных работ, на основе рассмотренных мобильных устройств выявить их достоинства по сравнению со стационарными устройствами. Для осуществления поставленной цели необходимо рассмотреть мобильные устройства, которые способны перерабатывать сырье в местах его появления. Основные направления исследований – это изучение научной литературы по теме работы. Итог данного исследования заключается в том, что мобильные установки найдут свое применение в местах, затрудненных для транспортировки сырья.

Так как лесозаготовительные предприятия находятся в среднем около 200 километров от выделенных лесосек, то вывозка значительно превышает себестоимость заготовленной древесины. Таким образом, зарождается большой спрос на мобильные установки для переработки лесозаготовительных остатков на лесосеках. В широком понимании мобильной можно назвать установку, которую легко переместить к месту расположения сырья, которая не требует работ по установке (возведения фундамента, прокладки коммуникаций) и имеет собственный независимый привод. Главное отличие мобильных устройств от стационарных

станков заключается в том, что они перемещаются при помощи колесной платформы, которая может быть в виде автомобильного прицепа.

Рассмотрим мобильный станок с вертикальным расположением пил. Данный станок имеет нижнюю и верхнюю пилы, которые перемещаются по направляющим с помощью винтовых передач и маховиков. Конструкция перемещается по двум направляющим. Материал, подверженный обработке, перемещают на двух опорах винтовой передачей маховиком и фиксируют зажимами. После регулировки бревна устанавливают нужное расстояние между пилами. Далее запускается электродвигатель, а оператор перемещает телегу с заготовкой к пильному полотну. После выполнения всех действий оператор возвращает тележку в исходное положение. Минус данной конструкции заключается в том, что телега, которая перемещается с обрабатываемым материалом, перемещается с кабелем питания электродвигателя, из-за такого расположения питания создается дополнительная опасность: изоляция кабеля может повредиться. Но также имеются достоинства данной установки. Пильное полотно расположено достаточно низко, таким образом, увеличивается устойчивость данного станка. Эффективность данной установки достигается тем, что в условиях лесосеки получается готовая продукция.

Рассмотрим мобильный измельчитель щепы. Такое устройство чаще всего работает за счет бензиновых, дизельных двигателей. А также работает от вала отбора мощности. Бензиновые двигатели устанавливаются чаще, нежели другие виды двигателей, за счет невысокой цены и небольшого веса. Дизельные двигатели ставятся реже за счет большей цены по сравнению с бензиновыми аналогами. Но в то же время данные двигатели потребляют меньше топлива. Работа от вала отбора мощности

существенно уменьшает стоимость устройства, так как установка двигателя в оборудование не требуется. Но такие устройства можно использовать лишь в навесном варианте. В такие измельчители устанавливают рабочие механизмы следующих видов: ножевой, барабанный, фрезерный. Это позволяет эффективно измельчать щепу. Также данная машина позволяет измельчать не только древесину, но и опавшие листья, хвою и т.д. Данное устройство позволяет получать переработанную щепу, которая не превышает размеров 50–70 мм.

Рассмотрим еще один вариант мобильного оборудования в виде окорочной установки. В мобильной окорочной установке накопитель приемного устройства оборудован расположенными вдоль днища или образующими поворотно-управляемыми сбрасывателями, обеспечивающими сброс окоренных лесоматериалов в зону штабелирования. Накопитель протяги-

вающего устройства неокоренных лесоматериалов в окорочный станок имеет форму поворотно-управляемого в плоскости базирования многозвенника, оси поворота которого перпендикулярны продольной оси протягивающего и приемного устройств. В устройстве находится приемник отходов с выносимым конвейером. Установка имеет большую производительность за счет независимости работы технологических узлов в режиме загрузки, подачи и выгрузки лесоматериалов, что позволяет повысить автоматизацию режима работы.

Таким образом, мобильные установки позволяют перерабатывать сырье на местах его образования. Это значительно экономит финансовые расходы на перевозку сырья из места заготовки в место переработки, поскольку оборудование благодаря мобильности непосредственно находится на месте заготовки сырья, что позволит сократить транспортные расходы.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке «Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках реализации научного проекта № 2022110208998 «Мобильное устройство для отделения хвои в условиях лесозаготовительных работ».*

### Список литературы

1. Буглаев, А.М. Мобильные круглопильные станки для распиловки тонкомерной древесины / А.М. Буглаев, В.П. Громыкин, В.В. Сиваков // Деревообаб. пром-сть. – 1998. – № 6. – С. 6–8.
2. Маковский, Н.В. Теория и конструкция деревообрабатывающих машин: учеб. для вузов / Н.В. Маковский, В.В. Амалитский, Г.А. Комаров, В.М. Кузнецов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Лесн. пром-сть, 1990. – 608 с.
3. Пат. 2122940 РФ. Устройство для ориентации дисковой пилы / А.М. Буглаев, Е.А. Памфилов, В.П. Громыкин; заявитель и патентообладатель БГИТА. – № 97110473/13; 18.06.97; опубл. 10.12.98, Бюл. № 34. – 3 с.
4. Пат. 2171741 РФ. Станок для обработки бревен / А.М. Буглаев, Е.А. Памфилов, Р.А. Машков; заявитель и патентообладатель БГИТА. – № 99113664; опубл. 10.08.01, Бюл. № 22. – 3 с.
5. Перспективные направления развития технологических процессов лесосечных работ / И.В. Григорьев, О.И. Григорьева, А.И. Никифорова, В.М. Глуховский // Труды БГТУ. №2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2016. – № 2(184). – С. 109–116.
6. Мобильные рубительные машины и измельчители биомассы // Леспром [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=1223>.
7. Зырянов, М.А. Анализ древесных ресурсов районов Крайнего Севера / М.А. Зырянов, С.О. Медведев, И.Г. Миляева // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 5(131). – С. 166–168.

### References

1. Buglayev, A.M. Mobil'nyye kruglopil'nyye stanki dlya raspilovki tonkomernoy drevesiny / A.M. Buglayev, V.P. Gromykin, V.V. Sivakov // Derevoobrab. prom-st'. – 1998. – № 6. – S. 6–8.
2. Makovskiy, N.V. Teoriya i konstruktsiya derevoobratyvyayushchikh mashin: ucheb. dlya vuzov / N.V. Makovskiy, V.V. Amalitskiy, G.A. Komarov, V.M. Kuznetsov. – 3-ye izd., pererab. i dop. –

М. : Lesn. prom-st', 1990. – 608 s.

3. Pat. 2122940 RF. Ustroystvo dlya oriyentatsii diskovoy pily / A.M. Buglayev, Ye.A. Pamfilov, V.P. Gromykin; zayavitel' i patentoobladatel' BGITA. – № 97110473/13; 18.06.97; opubl 10.12.98, Byul. № 34. – 3 s.

4. Pat. 2171741 RF. Stanok dlya obrabotki breven / A.M. Buglayev, Ye.A. Pamfilov, R.A. Mashkov; zayavitel' i patentoobladatel' BGITA. – № 99113664; opubl. 10.08.01, Byul. № 22. – 3 s.

5. Perspektivnyye napravleniya razvitiya tekhnologicheskikh protsessov lesosechnykh rabot / I.V. Grigor'yev, O.I. Grigor'yeva, A.I. Nikiforova, V.M. Glukhovskiy // Trudy BGTU. №2. Lesnaya i derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost'. – 2016. – № 2(184). – S. 109–116.

6. Mobil'nyye rubitel'nyye mashiny i izmel'chiteli biomassy // Lesprom [Electronic resource]. – Access mode : <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=1223>.

7. Zyryanov, M.A. Analiz drevesnykh resursov rayonov Kraynego Severa / M.A. Zyryanov, S.O. Medvedev, I.G. Milyayeva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : TMBprint. – 2022. – № 5(131). – S. 166–168.

---

© В.С. Непомнящий, С.О. Сергаев, М.А. Зырянов, 2023

УДК 533.69.046

Л.Г. ЧЕРНЫХ, С.Н. СТЕПАНОВ, И.Н. ХРУСТАЛЕВА  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого», г. Санкт-Петербург

## РАСЧЕТ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПЕРВИЧНОГО ПРОФИЛЯ С УЧЕТОМ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ

*Ключевые слова:* измерение; первичный профиль; профилограмма; тонкое точение; шероховатость поверхности.

*Аннотация.* В данной работе, целью которой является повышение эффективности обеспечения качества поверхности деталей, на основе математической модели расчета первичного профиля текстуры поверхности при тонком точении освещены результаты расчета систематической составляющей первичного профиля поверхности тонкостенных машиностроительных деталей. Для описания текстуры поверхности, полученной при тонком точении, в статье рассмотрена композиционная математическая модель с учетом относительных колебаний [1–4].

Данная модель представлена как след от периодически перемещающегося режущего инструмента по обрабатываемой поверхности (в зависимости от профиля режущего инструмента и режимов резания).

### Методика исследования

Если длина волны  $L$  на обработанной поверхности соизмерима с базовой длиной, то относительные колебания будут напрямую влиять на величину шероховатости поверхности [1–2].

Для математического описания систематической составляющей, зависящей от относительных колебаний режущего инструмента и обрабатываемой поверхности при различных формах режущей кромки, рассмотрим часть участка профиля длиной  $L$ , расположенного между двумя положениями резца на расстоянии, равном подаче  $S$ .

Рассмотрим общий случай, когда в обра-

зовании систематической составляющей профиля участвуют вершина резца с радиусом  $r$ , главная и вспомогательные режущие кромки с углами  $j$ .

В расчете систематической составляющей общего случая [1–4] (рис. 1) участвуют:

- $X, Z$  – текущие координаты точки систематической составляющей профиля;
- $X_A, Z_A, X_A^1, Z_A^1$  – абсциссы и ординаты центров окружностей, описывающих впадины систематической составляющей профиля при начальном и конечном положениях резца;
- $b_1, b_2$  – начальные координаты прямых ВС и СД, при  $X = 0$ ;
- $X_B, X_D, Z_B, Z_D$  – абсциссы и ординаты точек касания окружностей впадин с боковыми сторонами выступов систематической составляющей;
- $X_0, Z_0$  – условное начало координат впадин первичного профиля;
- $X_E, Z_E$  – абсциссы и ординаты впадин первичного профиля со сдвигом на величину подачи  $S$ .

Кривая ОВСДЕ, описывающая часть систематической составляющей на длине, равной подаче, может быть представлена в виде системы уравнений (1), (2), (3), (4):

$$\begin{cases} (X - X_A)^2 + (Z - Z_A) = r^2, 0 \leq X \leq X_B; \\ Z = K_1 X + b_1, X_B \leq X \leq X_C; \\ Z = K_2 X + b_2, X_C \leq X \leq X_D; \\ (X - X_2^1)^2 + (Z - Z_A^1)^2 = r^2, X_D \leq X \leq X_E, \end{cases} \quad (1-4)$$

где  $X, Z$  – текущие координаты точки систематической составляющей профиля;  $X_A, Z_A, X_A^1, Z_A^1$  – абсциссы и ординаты центров окружностей, описывающих впадины систематической составляющей профиля при начальном и конеч-

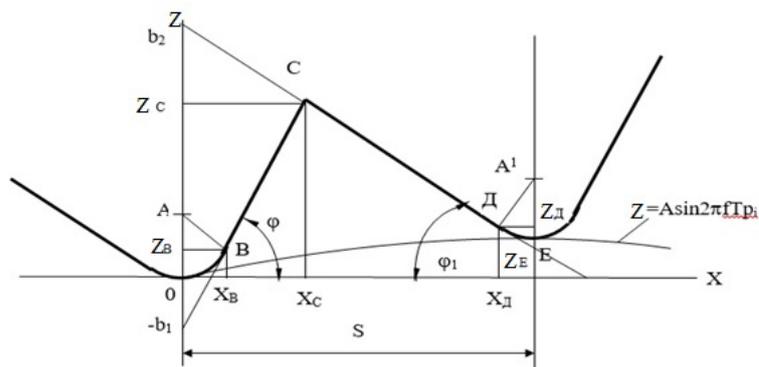


Рис. 1. Систематическая составляющая первичного профиля при участии вершины резца с радиусом  $r$ , главной и вспомогательной режущей кромкой, с углами  $j$

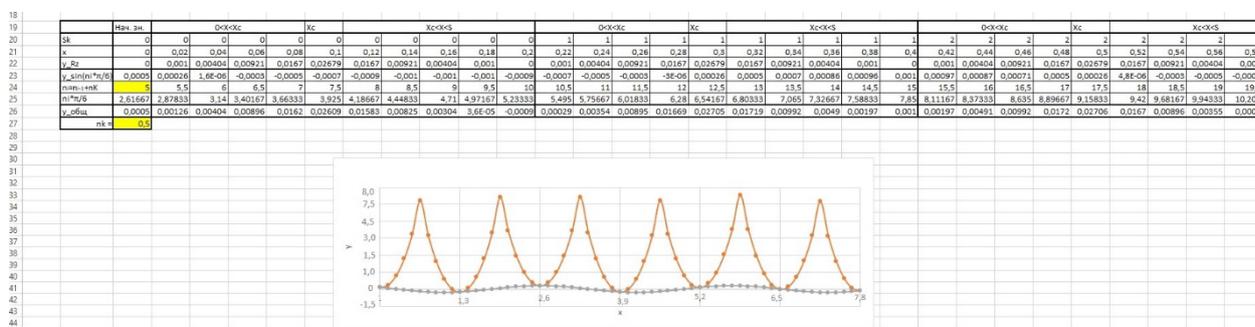


Рис. 2. Расчетная профилограмма, полученная в результате подставления данных из математической модели расчета первичного профиля текстуры поверхности в программу Excel

Таблица 1. Режимы резания и геометрия режущего инструмента

Параметр	Значение
Скорость резания $V$ , м/мин	200
Глубина резания $t$ , мм	0,05
Подача $S$ , мм/об	0,03
Геометрия режущего инструмента	
Резец АСПК «Корбанадо»	Угол $\varphi = 300^\circ$ , угол $\varphi_1 = 150^\circ$ ; Ширина зачистной кромки $l = 1$ мм; Радиус скругления лезвия $\rho = 10-24$ мкм

ном положениях резца.

Из рис. 1 видно, что значения абсцисс и ординат  $X_A, Z_A, X_{A^1}, Z_{A^1}, X_E, Z_E$  угловых коэффициентов  $K_1, K_2$  будут иметь значения (5), (6), (7), (8):

$$\begin{aligned}
 X_A &= 0; Z_A = r + A \sin(2\pi f T p_i); \\
 X_{A^1} &= S; Z_{A^1} = r + A \sin(2\pi f T p_{i+1}); \\
 X_E &= S; Z_E = A \sin(2\pi f T p_{i+1}); \\
 K_1 &= tg; K_2 = -tg \varphi_1.
 \end{aligned}
 \tag{5-8}$$

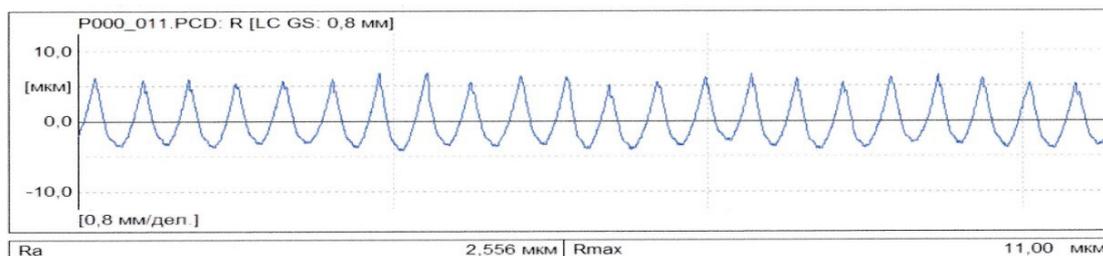


Рис. 3. Реальная профилограмма, полученная опытным путем

Подставив выражения (5), (6), (7), (8) в уравнения (1), (2), (3), (4), получим систему уравнений (9)–(12):

$$\begin{cases} X^2 = [Z - (r + A \sin 2\pi f T p_i)]^2 = r^2, 0 \leq X \leq X_B; \\ Z = X \operatorname{tg} \varphi - b_1, X_B \leq X \leq X_C; \\ Z = X \operatorname{tg} \varphi_1 - b_2, X_C \leq X \leq X_D; \\ (X - S)^2 + [Z - (r + A \sin 2\pi f T p_{i+1})]^2 = r^2, \\ X_D \leq X \leq X_E. \end{cases} \quad (9-12)$$

Решая систему уравнений относительно координат  $Z$  и  $X$ , мы получили координаты опорных точек (13)–(20):

$$\begin{aligned} X_B &= r \sin \varphi; \\ Z_B &= r(1 - \cos \varphi) + A(\sin 2\pi f T p_i); \\ X_C &= \left( \begin{array}{l} S \operatorname{tg} \varphi_1 - \frac{r}{\cos \varphi_1} + \frac{r}{\cos \varphi} - \\ -A(\sin 2\pi f T p_{i+1}) + \\ +A(\sin 2\pi f T p_i) \end{array} \right) + \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \varphi_1}; \\ Z_C &= \left( \begin{array}{l} S \operatorname{tg} \varphi_1 - \frac{r}{\cos \varphi_1} + \frac{r}{\cos \varphi} - \\ -A(\sin 2\pi f T p_{i+1}) + \\ +A(\sin 2\pi f T p_i) \end{array} \right) + \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \varphi_1} + \\ &+ r - \frac{r}{\cos \varphi} + A(\sin 2\pi f T p_i); \\ X_D &= S - r \sin \varphi; \\ Z_D &= r(1 - \cos \varphi) + A(\sin 2\pi f T p_{i+1}); \\ X_{Ei} &= S_{Ei}; \\ Z_{Ei} &= A(\sin 2\pi f T p_i). \end{aligned} \quad (13-20)$$

### Результаты исследований

После теоретических расчетов окончательные уравнения и данные опорных точек были занесены в программу *Excel* с определенными режимами резания (табл. 1). Посредством этого был построен график (расчетная профилограмма), имитирующий первичный профиль (рис. 2).

Далее опытный образец из материала 12Х18Н10Т (рис. 3) был проточен за один проход резцом АСПК «Корбанадо», геометрия которого представлена в табл. 1, на режимах резания, представленных в табл. 1.

После этого на данном опытном образце была снята профилограмма на контрольно-измерительном приборе профилографе-профилометре модели *MarSurf M 400*. Данная профилограмма представлена на рис. 3.

Проанализировав полученную профилограмму, можно сделать выводы об идентичности теоретически построенной имитационной профилограммы и профилограммы, полученной опытным путем. Данный факт говорит об адекватности математической модели расчета первичного профиля текстуры поверхности, предложенной в данной работе.

### Выводы

В данной работе были сделаны следующие выводы:

- определив координаты опорных точек шероховатости на базовой длине  $L$ , можно построить теоретическую профилограмму поверхности, полученной при тонком тчении;
- по построенной профилограмме легко определить все стандартные параметры шероховатости:  $Ra$ ,  $Rz$ ,  $Rmax$ ,  $Sm$ ,  $Si$ .

**Список литературы**

1. Табенкин, А.Н. Шероховатость, волнистость, профиль. Международный опыт / А.Н. Табенкин, С.Б. Тарасов, С.Н. Степанов. – СПб : Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 136 с.
2. Табенкин, А.Н. Текстура поверхности и ее измерение. Шероховатость, волнистость, профиль, топография / А.Н. Табенкин, С.Б. Тарасов, С.Н. Степанов. – СПб, : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2018. – 265 с.
3. Leach Richard, The Measurement of Surface Texture using Stylus Instruments / Leach Richard // Measurement Good Practice Guide, 2001.
4. Learn, R. The Measurement of Surface Texture using Stylus Instruments / R. Learn // Measurement Good Practice Guide № 37. National Physical Laboratory Teddington, Middlesex, United Kingdom, 2001.

**References**

1. Tabenkin, A.N. Sherokhovatost', volnistost', profil'. Mezhdunarodnyy opyt / A.N. Tabenkin, S.B. Tarasov, S.N. Stepanov. – SPb : Izd-vo Politekhn. un-ta, 2007. – 136 s.
2. Tabenkin, A.N. Tekstura poverkhnosti i yeye izmereniye. Sherokhovatost', volnistost', profil', topografiya / A.N. Tabenkin, S.B. Tarasov, S.N. Stepanov. – SP, : Sankt-Peterburgskiy politekhnicheskii universitet Petra Velikogo, 2018. – 265 s.

---

© Л.Г. Черных, С.Н. Степанов, И.Н. Хрусталева, 2023

УДК 332.012.332

А.А. БОБРЫШЕВА

Поволжский институт управления имени П.А. Столыпина – филиал  
ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной  
службы при Президенте Российской Федерации», г. Саратов

## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ КЛАСТЕРНЫХ СТРУКТУР В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

*Ключевые слова:* кластерная структура; тенденции; ценообразование; центры кластерного развития.

*Аннотация.* В статье раскрываются вопросы направлений тенденций развития кластерных структур в Саратовской области. Целью данной статьи является определение тенденций формирования кластерных структур. Исследование основных показателей сельскохозяйственной деятельности Саратовской области является задачей данной статьи. В качестве методов исследования были использованы методы анализа и синтеза, обобщения и структуризации. Гипотеза исследования заключается в предположении, что установление тенденций развития кластерной структуры способно положительным образом повлиять на формирование интегрированной структуры в Саратовской области. По данным исследования установлено, что решение экономических вопросов является первичным элементом решения вопроса формирования кластерной структуры.

Формирование кластерных структур связано с определением тенденций, создающих вектор развития и генерирующих дальнейшие этапы функционирования интегрированной структуры. Проведем анализ данных тенденций путем изучения особенностей формирования кластерных структур в сельском хозяйстве Саратовской области.

Одна из тенденций в экономике Саратовской области – формирование и развитие кластеров, предоставляющих преимущества для развития организаций и позволяющих сокра-

тить издержки производства, снизить входные барьеры для вхождения в отрасль, увеличить финансовую поддержку инновационных проектов, привлечь инвесторов к созданию новых высокотехнологичных производств, которые могут обеспечить появление продукции/услуг с принципиально новыми качествами.

Изучим динамику поступления инвестиций в сельское хозяйство Саратовской области (табл. 1).

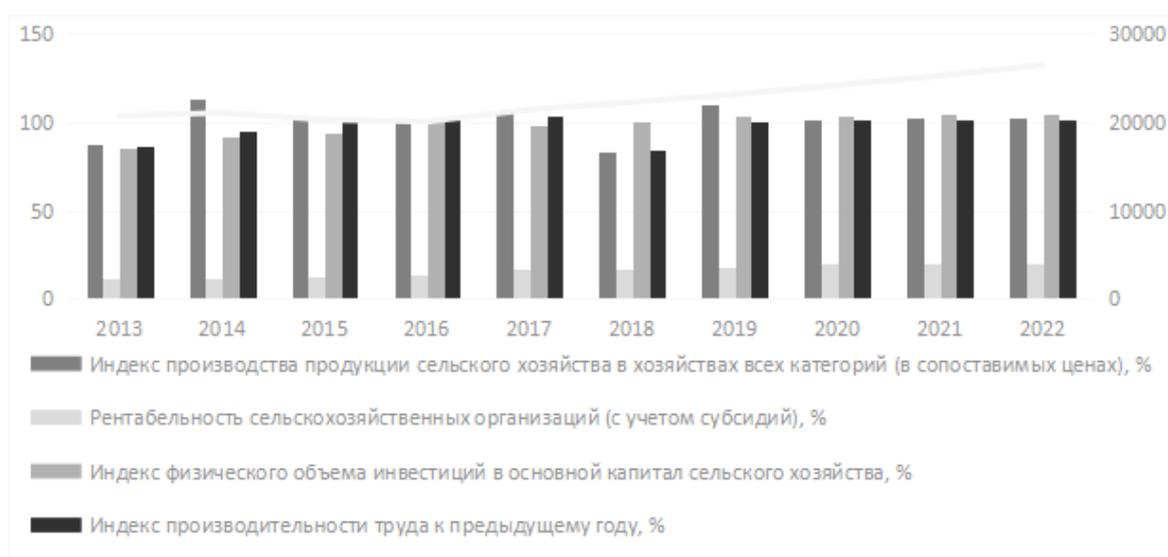
В 2021 г. в сельское хозяйство поступило 6,7 млрд руб., что на 2,3 млрд руб. больше, чем в 2017 г. В сельское хозяйство Саратовской области в 2018 г. было инвестировано около 10 млрд рублей, из них 7 млрд рублей вложено в закупку сельхозтехники. В 2020 г. на развитие сельского хозяйства направлено более 11,5 млрд руб. инвестиций в основной капитал (102,6 % к уровню 2019 г.).

При существующей политике финансирования и поддержке государства сельское хозяйство Саратовской области способно динамично развиваться и показывать достойные результаты, однако при экономических вызовах необходимо обратить внимание на объединение организаций, которое может предоставить ресурсы для расширения спектра своих возможностей.

На протяжении последнего десятилетия основным инструментом регулирования развития сельского хозяйства Саратовской области со стороны государства служит государственная программа Саратовской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области» (рис. 1). По анализу данных государственной программы можно сделать вывод о

**Таблица 1.** Динамика поступлений инвестиций в сельское хозяйство Саратовской области, млрд руб. (составлено автором)

Показатель	Период времени, гг.										Изменение показателя	
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	млрд руб.	%
	Значение показателя, тыс. руб.											
Всего, в том числе по видам экономической деятельности	89,2	89,6	94,2	97,4	100,8	89,7	100,9	112,1	116,9	121	31,8	135,6
Сельское хозяйство	3,8	4,1	3,6	3,3	4,6	4,4	4,7	5,5	6,7	7,7	3,9	202,6

**Рис. 1.** Основные показатели государственной программы Саратовской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Саратовской области»

том, что существуют значительные возможности для развития сельского хозяйства Саратовской области, однако, по нашему мнению, за исследуемый период сформировались тенденции в сфере создания и развития кластерных структур. Данные тенденции, на наш взгляд, можно представить в виде двух групп: общие и отраслевые.

К общим тенденциям относятся: отсутствие точного определения кластерной структуры, закрепленного на законодательном уровне; отсутствие вспомогательных организаций, обеспечивающих взаимодействие и коммуникативную функцию между потенциальными участниками

кластерной структуры.

Значимую роль в формировании кластеров принимают Центры кластерного развития (ЦКР). Данные центры являются специализированными организациями (юридическое лицо или структурное подразделение юридического лица), которые относятся к инфраструктуре поддержки малого и среднего предпринимательства (и одним из учредителей которых является субъект Российской Федерации) и создаются с целью реализации кластерной политики в регионе. Деятельность направлена на поддержку кластерных инициатив посредством оказания малым и средним предприятиям (участникам

кластеров) набора консультационных и организационных услуг. В их число входят предоставление маркетинговых услуг; содействие в проведении обучающих, коммуникационных и выставочных мероприятий, информационных компаний; услуги по бизнес-планированию; поддержка в разработке стратегических и программных документов и т.д.

В Саратовской области на сегодняшний день не существует Центров кластерного развития, поскольку кластерных структур на данный момент в области не зарегистрировано.

Также влияет отсутствие маркетинговой политики. Маркетинговая политика представляет собой благоприятные условия для объединения организаций, при совместной деятельности которых создаются и применяются передовые технологии, проектируется новый продукт, что существенно превосходит возможности обособленной организации на рынке. Данный вид политики предоставляет организациям преодолеть ресурсные ограничения и получить положительный эффект от кластерной структуры.

К отраслевым тенденциям, по нашему мнению, можно отнести следующее.

1. Окупаемость в сфере сельского хозяйства. Сфера сельского хозяйства считается одной из самых трудно окупаемых, поскольку требует финансового обеспечения, технических, инновационных ресурсов на этапе подготовки проекта, а также времени для его окупаемости. В связи с данной тенденцией, организация и функционирование кластерной структуры достаточно затруднены в сфере сельского хозяйства.

2. Ценообразование на рынке. Неравномерное распределение прибыли между производителями, элеваторами, посредниками, перерабатывающими, транспортными и торговыми предприятиями является тенденцией на рынке сельского хозяйства. В качестве примера можно привести тот факт, что неэффективное взаимодействие организаций приводит к росту транзакционных издержек и, как следствие, к снижению доходов производителей и переработчиков зерна, что не позволяет им расширять воспроизводство и своевременно модернизировать технологии производства и переработки. Зачастую предприятия, производящие сырье, отгружают его в другие области, поскольку не находят для себя оптимальных условий для сотрудничества с перерабатывающими предприятиями на территории Саратовской области. Вопрос ценообразования в распределении прибыли при продаже готовой продукции особенно остро обозначен между предприятиями-поставщиками сырья и предприятиями, перерабатывающими сырье и производящими готовую продукцию.

По результатам анализа тенденций можно сделать вывод о том, что развитию кластерных структур в большей степени препятствуют различные экономические и технологические вопросы. Важно отметить возрастающую роль политических факторов, поскольку взаимодействие органов власти и специальных органов по вопросу управления кластерной структурой является одним из ключевых факторов формирования интегрированного образования.

### Список литературы

1. Бобрышева, А.А. Обоснование необходимости кластерной структуры (на примере Саратовской области) / А.А. Бобрышева // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 6(120). – С. 101–103.

2. Гафуров, И.Р. Инновационные кластеры и социально-экономическое развитие регионов: анализ методических подходов / И.Р. Гафуров, В.Л. Васильев, Р.Р. Кашбиева. – М. : Анкил, 2012. – 292 с.

3. Марков, Л.С. Экономические кластеры : идентификация и оценка эффективности деятельности / Л.С. Марков, М.А. Ягольницер. – Новосибирск : Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, 2006. – 87 с.

**References**

1. Bobrysheva, A.A. Obosnovaniye neobkhodimosti klasternoy struktury (na primere Saratovskoy oblasti) / A.A. Bobrysheva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2021. – № 6(120). – S. 101–103.
2. Gafurov, I.R. Innovatsionnyye klasteri i sotsial'no-ekonomicheskoye razvitiye regionov: analiz metodicheskikh podkhodov / I.R. Gafurov, V.L. Vasil'yev, R.R. Kashbiyeva. – M. : Ankil, 2012. – 292 s.
3. Markov, L.S. Ekonomicheskiye klasteri : identifikatsiya i otsenka effektivnosti deyatel'nosti / L.S. Markov, M.A. Yagol'nitser. – Novosibirsk : Institut ekonomiki i organizatsii promyshlennogo proizvodstva SO RAN, 2006. – 87 s.

---

© А.А. Бобрышева, 2023

УДК 338.439

К.В. ЖЕГЕРА, О.А. ПАНИНА

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза

## АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Ключевые слова:* конкурентоспособность; молочная промышленность; сметана; функционально-стоимостный анализ (ФСА); SWOT-анализ.

*Аннотация.* Для устойчивой позиции на рынке предприятиям необходимо постоянно совершенствовать выпускаемую продукцию. Благодаря различным методам оценки конкурентоспособности производители могут отслеживать качество выпускаемой продукции и соотносить ее с конкурентами. На основе SWOT-анализов и элементов ФСА выявлены моменты, на которые необходимо обратить внимание предприятию, и разработаны рекомендации по повышению конкурентоспособности среди конкурентов-производителей молочной продукции Пензенской области.

На сегодняшний день конкуренция занимает неотъемлемую часть жизни и работоспособности предприятия. Конкурентоспособность основывается на возможности и способности предприятия реализовать свои товары и услуги по ценовым и качественным характеристикам, которые будут являться выгоднее, чем у аналогичного предприятия, и привлекательней для покупателей. Конкуренция не может существовать сама по себе, все действия владельцев фирм влияют на рынок и, в свою очередь, видоизменяют его. В борьбе за потребителя конкурентоспособность выходит на новый уровень с каждым годом. Предприятия развивают свое производство, улучшают качество выпускаемой продукции, применяют маркетинговую стратегию, внедряют новейшие технологии. Все методы и средства, что реализуются в ходе деятельности, необходимы для того, чтобы закрепиться на рынке. Чтобы лучше понимать своего потре-

бителя и следить за конкурентами, следует проводить анализы рынка, отслеживать изменения предпочтений покупателей, а также анализировать внутреннюю среду предприятия [1–3].

Для разработки эффективной стратегии повышения конкурентоспособности предприятия следует выявлять его сильные и слабые стороны, на основе которых можно просчитать возникновение возможных угроз и выявить ряд возможностей, которыми можно воспользоваться для их устранения. Для этого применяют ряд инструментов.

Одним из наиболее распространенных является SWOT-анализ [4; 5]. Он позволяет выполнить комплексную оценку причин, влияющих на развитие предприятия. С помощью данного анализа рассматриваются сильные и слабые стороны организации, а также определяются потенциальные угрозы и возможности, которые могут повлиять на конкурентоспособность.

Еще одним методом оценки конкурентоспособности является применение ФСА и его элементов. ФСА представляет собой метод системного исследования функций объекта с целью поиска баланса между себестоимостью и полезностью [6; 7].

Проведем оценку конкурентоспособности на примере одного из крупных предприятий молочной промышленности на территории Пензенской области ОАО «Молком».

На первом этапе проведем оценку сильных и слабых сторон предприятия с помощью SWOT-анализа. Результаты исследования представлены в табл. 1.

По результатам проведенного анализа, сильные и слабые стороны предприятия дают возможность для планирования необходимых изменений. Для того чтобы молочный комбинат Пензенский продолжал успешно развиваться,

Таблица 1. SWOT-анализ ОАО «Молком»

Сильные стороны	Слабые стороны
1. Опыт работы на рынке 2. Широкий ассортимент продукции 3. Наличие доставки 4. Высокое качество продукции 5. Хорошая репутация 6. Совершенствование ассортимента продукции 7. Новейшее оборудование 8. Гибкая ценовая политика	1. Нехватка квалифицированных рабочих кадров 2. Высокие затраты на транспортировку 3. Отсутствие доставки продукции в другие регионы 4. Маркетинговая стратегия
Возможности	Угрозы
1. Выход на новые рынки 2. Расширение ассортимента для удовлетворения запросов потребителей 3. Усиление маркетинговой стратегии 4. Расширение сырьевой базы	1. Появление сильных конкурентов 2. Изменение предпочтений потребителей 3. Потеря поставщиков 4. Подорожание сырья 5. Снижение уровня дохода потребителей

необходима оценка экономического положения и вкусовых предпочтений потребителей для быстрого реагирования и разработки планирования выпускаемой продукции. Поскольку одной из важных составляющих успешного функционирования предприятия являются рабочие кадры, то необходимо проводить обучение и повышение квалификации сотрудников, а также привлекать молодых специалистов, например, выпускников университета, для предупреждения дефицита кадрового ресурса. Не менее важным является постоянный мониторинг конкурентов, чтобы быстро реагировать на любые изменения на конкурентном рынке.

На втором этапе оценки конкурентоспособности воспользуемся элементами ФСА для сравнения предприятия с конкурентами. Сравним предприятия по производству сметаны 20 % по следующим характеристикам:

- наличие сайта – проверяется наличие информационного ресурса;
- доставка покупателю – рассматривается организация доставки предприятия продукции своими силами;
- упаковка – рассматривается количество и тип упаковки, в которой выпускается продукция;
- срок годности – рассматривается с позиции чем больше срок хранения, тем лучше (единица измерения – сутки);
- масса – рассматривается масса изделия

в упаковке с позиции чем больше объем, тем лучше (единица измерения – грамм).

Основными конкурентами ОАО «Молком» являются такие предприятия, как: ОАО «Мечта» в г. Сердобск, ООО «Новая Изида», расположенный в Мокшанском районе Пензенской области, и ООО «Каменский маслозавод», находящийся в г. Каменка.

Систематизируем данные для каждого предприятия по рассматриваемым характеристикам, полученные результаты внесем в табл. 2.

Стоимость за 100 г изделия:

- ОАО «Молком» – 32,50 руб.;
- ОАО «Мечта» – 31,60 руб.;
- ООО «Новая Изида» – 32,25 руб.;
- ООО «Каменский маслозавод» – 24 руб.

Для выявления наиболее значимых из рассматриваемых характеристик проведем их оценку значимости экспертным методом (табл. 3).

Проведем сравнение продукции по каждому из рассматриваемых параметров и занесем полученные данные в табл. 4.

Рассчитаем приоритеты продукта по всем рассматриваемым параметрам с учетом установленной значимости характеристик (табл. 5).

Анализ таблицы показал, что неравенство можно составить следующим образом: ООО «Каменский маслозавод» < ОАО «Мечта» < ОАО «Молком» < ООО «Новая Изида».

Таким образом, по рассмотренным характе-

**Таблица 2.** Сравнительные характеристики предприятий по продукции «Сметана 20 %»

Наименование предприятия	Характеристики	Значение характеристик
ОАО «Молком», г. Пенза	Наличие сайта	Есть
	Доставка покупателю	Есть
	Упаковка	Стакан пвх
	Срок годности	21 сутки
	Масса	400 г
ОАО «Мечта», г. Сердобск	Наличие сайта	Есть
	Доставка покупателю	Отсутствует
	Упаковка	Стакан пвх
	Срок годности	14 суток
	Масса	250 г
ООО «Новая Изида», пгт. Мокшан	Наличие сайта	Есть
	Доставка покупателю	Есть
	Упаковка	Стакан пвх
	Срок годности	30 суток
	Масса	400 г
ООО «Каменский маслозавод», г. Каменка	Наличие сайта	Есть
	Доставка покупателю	Отсутствует
	Упаковка	Стакан пвх
	Срок годности	10 суток
	Масса	400 г

**Таблица 3.** Значимость характеристик конкурентоспособности предприятия

Параметры	Наличие сайта	Доставка покупателю	Упаковка	Срок годности	Масса	$a_i$	$P_{абсi}$	$P_{отнi}$
Наличие сайта	1,0	0,5	1,5	0,5	0,5	4	17,5	0,15
Доставка покупателю	1,5	1,0	1,5	0,5	1,5	6	27,5	0,24
Упаковка	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5	3	14	0,12
Срок годности	1,5	1,5	1,5	1,0	1,5	7	34	0,3
Масса	1,5	0,5	1,5	0,5	1,0	5	22	0,19

ридикам наиболее конкурентоспособно предприятие ООО «Новая Изида». Отнесем комплексный приоритет предприятия к единице стоимости продукции.

Анализ полученных данных показал, что при отношении комплексного приоритета к

единице стоимости продукции каждого предприятия установившийся порядок меняется: ООО «Каменский маслозавод» стал более конкурентоспособным, а ООО «Новая Изида» в установившемся порядке не поменяла своего положения. Исходя из полученного результата,

Таблица 4. Сравнение предприятий по характеристикам

Продукт	ОАО «Молком»	ОАО «Мечта»	ООО «Новая Изида»	ООО «Каменский маслозавод»	$a_i$	$P_{абсi}$	$P_{отнi}$
1. Наличие сайта							
ОАО «Молком»	1,0	1,0	1,0	1,0	4	16	0,25
ОАО «Мечта»	1,0	1,0	1,0	1,0	4	16	0,25
ООО «Новая Изида»	1,0	1,0	1,0	1,0	4	16	0,25
ООО «Каменский маслозавод»	1,0	1,0	1,0	1,0	4	16	0,25
2. Доставка покупателю							
ОАО «Молком»	1,0	1,5	1,0	1,5	5	19	0,32
ОАО «Мечта»	0,5	1,0	0,5	1,0	3	11	0,18
ООО «Новая Изида»	1,0	1,5	1,0	1,5	5	19	0,32
ООО «Каменский маслозавод»	0,5	1,0	0,5	1,0	3	11	0,18
3. Упаковка							
ОАО «Молком»	1,0	1,0	1,0	1,0	4	16	0,25
ОАО «Мечта»	1,0	1,0	1,0	1,0	4	16	0,25
ООО «Новая Изида»	1,0	1,0	1,0	1,0	4	16	0,25
ООО «Каменский маслозавод»	1,0	1,0	1,0	1,0	4	16	0,25
4. Срок годности							
ОАО «Молком»	1,0	1,5	0,5	1,5	4,5	16,8	0,28
ОАО «Мечта»	0,5	1,0	0,5	1,5	3,5	13,3	0,22
ООО «Новая Изида»	1,5	1,5	1,0	1,5	5,5	20,8	0,34
ООО «Каменский маслозавод»	0,5	0,5	0,5	1,0	2,5	9,8	0,16
5. Масса							
ОАО «Молком»	1,0	1,5	1,0	1,0	4,5	16,3	0,28
ОАО «Мечта»	0,5	1,0	0,5	0,5	2,5	8,8	0,15
ООО «Новая Изида»	1,0	1,5	1,0	1,0	4,5	16,3	0,28
ООО «Каменский маслозавод»	1,0	1,5	1,0	1,0	4,5	16,3	0,28

следует, что ООО «Новая Изида» остается наиболее конкурентоспособным предприятием по рассмотренным характеристикам.

Для повышения конкурентоспособности предприятию ОАО «Молком» необходимо повысить срок годности сметаны 20 %, это поможет улучшить сбыт товара в отдаленные регионы, для этого необходимо рассмотреть вариант с использованием консервантов, допустимых к

применению в пищевой промышленности, согласно Техническому регламенту Таможенного союза (ТР ТС) 029/2012 (с изменениями на 18 сентября 2014 г.). Также стоимость продукции на 100 г изделия среди конкурентов у ОАО «Молком» является самой высокой. Для того чтобы себестоимость продукции была ниже, чем у конкурентов, и тем самым позволила занять лидирующую позицию, предпри-

Таблица 5. Сводная таблица для расчета комплексного приоритета каждого предприятия

Продукт	Характеристики					Итого
	Наличие сайта	Доставка покупателю	Упаковка	Срок годности	Масса	
ОАО «Молком»	0,25	0,32	0,25	0,28	0,28	
ОАО «Мечта»	0,25	0,18	0,25	0,22	0,15	
ООО «Новая Изида»	0,25	0,32	0,25	0,34	0,28	
ООО «Каменский маслозавод»	0,25	0,18	0,25	0,16	0,28	
Значимость характеристик	0,15	0,24	0,12	0,3	0,19	
Комплексный приоритет ОАО «Молком»	0,04	0,8	0,03	0,08	0,05	0,28
Комплексный приоритет ОАО «Мечта»	0,04	0,04	0,03	0,07	0,03	0,21
Комплексный приоритет ООО «Новая Изида»	0,04	0,8	0,03	0,102	0,05	0,302
Комплексный приоритет ООО «Каменский маслозавод»	0,04	0,04	0,03	0,048	0,05	0,208

$$Q_{\text{ОАО "Молком"}} = \frac{0,28}{32,50} = 0,008615$$

$$Q_{\text{ОАО «Мечта»}} = \frac{0,21}{31,60} = 0,006645$$

$$Q_{\text{ООО "Новая Изида"}} = \frac{0,302}{32,25} = 0,009364$$

$$Q_{\text{ООО Каменский маслозавод}} = \frac{0,208}{24} = 0,0087$$

Рис. 1. ОАО «Мечта» < ОАО «Молком» < ООО «Каменский маслозавод» < ООО «Новая Изида»

ятию необходимо увеличить объем производства. Поскольку предприятие несет постоянные и переменные расходы, то постоянные расходы (например, ремонт оборудования, содержание помещения и т.д.) не будут влиять на количество выпускаемой продукции, что позволит снизить себестоимость. Другим решением для снижения стоимости могут быть оптимизация производственного процесса и повышение

производительности труда за счет модернизации устаревшего оборудования и мотивации персонала.

Таким образом, полученные результаты проведенного анализа конкурентоспособности предприятий помогли выявить сильные и слабые стороны ОАО «Молком», позволили рассмотреть возможные пути решения проблемы отставания от конкурентов.

### Список литературы

1. Борейшо, А.А. Управление качеством и качество управления в организации / А.А. Борей-

- шо // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 9(135). – С. 81–83.
2. Хусаинова, Е.А. Конкурентоспособность предприятия / Е.А. Хусаинова, А.А. Фахрутдинова // Научный журнал. – 2019. – № 4(38). – С. 21–22.
  3. Дадахаджиева, Е.М. Пути повышения конкурентоспособности предприятия / Е.М. Дадахаджиева, Т.В. Тарасова // Национальная ассоциация ученых. – 2021. – № 68-1. – С. 43–46.
  4. Терновых, К.С. SWOT-анализ отрасли молочного скотоводства в ЦЧР / К.С. Терновых, Ю.А. Китаев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 7. – С. 145–152.
  5. Пешкова, Г.Ю. Современные подходы к проведению SWOT-анализа в стратегическом планировании / Г.Ю. Пешкова, Н.В. Злобина // Проблемы преобразования и регулирования региональных социально-экономических систем : сборник научных трудов. Том Выпуск 44. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2018. – С. 36–43.
  6. Жегера, К.В. Оценка конкурентоспособности предприятия ЗАО «Пензенская кондитерская фабрика» с использованием ФСА-анализа / К.В. Жегера, Е.А. Самигулина // E-Scio. – 2021. – № 3(54). – С. 545–551.
  7. Гаджиев, Г.О. Функционально-стоимостный анализ системы управления предприятием как средство повышения конкурентоспособности предприятия / Г.О. Гаджиев // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Общественные и гуманитарные науки. – 2015. – № 1(30). – С. 28–31.

### References

1. Boreysho, A.A. Upravleniye kachestvom i kachestvo upravleniya v organizatsii / A.A. Boreysho // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 9(135). – S. 81–83.
2. Khusainova, Ye.A. Konkurentosposobnost' predpriyatiya / Ye.A. Khusainova, A.A. Fakhrutdinova // Nauchnyy zhurnal. – 2019. – № 4(38). – S. 21–22.
3. Dadakhadzhieva, Ye.M. Puti povysheniya konkurentosposobnosti predpriyatiya / Ye.M. Dadakhadzhieva, T.V. Tarasova // Natsional'naya assotsiatsiya uchenykh. – 2021. – № 68-1. – S. 43–46.
4. Ternovykh, K.S. SWOT-analiz otrasli molochnogo skotovodstva v TSCHR / K.S. Ternovykh, YU.A. Kitayev // Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. – 2021. – № 7. – S. 145–152.
5. Peshkova, G.YU. Sovremennyye podkhody k provedeniyu SWOT-analiza v strategicheskom planirovanii / G.YU. Peshkova, N.V. Zlobina // Problemy preobrazovaniya i regulirovaniya regional'nykh sotsial'no-ekonomicheskikh sistem : sbornik nauchnykh trudov. Tom Vypusk 44. – Sankt-Peterburg : Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy universitet aerokosmicheskogo priborostroyeniya, 2018. – S. 36–43.
6. Zhegera, K.V. Otsenka konkurentosposobnosti predpriyatiya ZAO «Penzenskaya konditerskaya fabrika» s ispol'zovaniyem FSA-analiza / K.V. Zhegera, Ye.A. Samigulina // E-Scio. – 2021. – № 3(54). – S. 545–551.
7. Gadzhiev, G.O. Funktsional'no-stoimostnyy analiz sistemy upravleniya predpriyatiyem kak sredstvo povysheniya konkurentosposobnosti predpriyatiya / G.O. Gadzhiev // Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Obshchestvennyye i gumanitarnyye nauki. – 2015. – № 1(30). – S. 28–31.

© К.В. Жегера, О.А. Панина, 2023

УДК 339.138

Т.В. КИРИЛЛОВА, М.Б. ЯНЕНКО, М.Е. ЯНЕНКО  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого», г. Санкт-Петербург

## ТОВАРНАЯ ПОЛИТИКА КАК ЭЛЕМЕНТ КОМПЛЕКСА МАРКЕТИНГА В КОНЦЕПЦИИ МЕТАВСЕЛЕННОЙ

*Ключевые слова:* виртуальная и дополненная реальность; инновации; комплекс маркетинга; метавселенная; товарная политика; цифровая трансформация; цифровой маркетинг.

*Аннотация.* Цифровая трансформация оказывает возрастающее влияние на бизнес-среду, рынки, поведение потребителей, заставляя компании использовать инновационные методы повышения конкурентоспособности. Рассматривая метавселенную как иммерсивную среду, открывающую широкие возможности для создания инновационного маркетингового инструментария, авторы обосновывают необходимость конкретизировать теоретико-методологические основы комплекса маркетинга в рамках концепции метавселенной. Особое место в комплексе маркетинга занимают товарная политика и ее цифровая трансформация

В данной работе авторы выдвигают гипотезу, что изменения в поведении потребителей, появление цифровых и виртуальных миров, формирование концепции метавселенной заставляет конкретизировать теоретико-методологические основы товарной политики фирмы как элемента комплекса маркетинга.

Цель статьи – на основе анализа трансформации маркетинга, его развития и применения в цифровой среде показать особенности товарной политики как элемента комплекса маркетинга реальных, цифровых, виртуальных товаров.

Для достижения этой цели решены следующие задачи: на основе систематизации опыта применения цифровых технологий, создания метавселенных, описания их влияния на элементы комплекса маркетинга показано, что цифровой маркетинг не должен рассматриваться в основном как средство продвижения товаров и услуг в отрыве от модернизации остальных элементов комплекса маркетинга; подтверждено,

что появление цифровых товаров и услуг, виртуальных миров, метавселенных заставляет модернизировать товарную политику; приведены рекомендации по совершенствованию товарной стратегии в метавселенной.

В работе использовались общенаучные теоретико-эмпирические методы исследования.

В условиях ужесточения конкуренции одним из важнейших направлений развития бизнеса становятся разработка эффективных маркетинговых стратегий, совершенствование маркетингового инструментария [1]. Так, например, Э.М. Олсон и др. (2021 г.) [2] подчеркивают важность соединения цифровой и бизнес-стратегии, определяющей маркетинговые цели фирмы.

Анализ деятельности компаний в условиях пандемии *COVID-19* показал, что вводимые ограничения затронули многие аспекты жизни потребителей: цифровые технологии заняли ключевую роль во взаимодействии с потребителями, позволили создать новые рынки товаров и услуг, предложить новые каналы продаж и сервисы [3].

В результате развития технологий виртуальной реальности (*VR*), дополненной реальности (*AR*), смешанной реальности (*MR*), расширенной реальности (*Extended Reality, XR*) концепция метавселенной становится не только реалистичной, но и востребованной [4].

Вместе с тем, несмотря на растущий интерес к этому направлению, данные о создании и применении метавселенных и, в частности, товарной политики, имеют пока фрагментарный, неструктурированный характер. Теоретические исследования по цифровой трансформации маркетинг-менеджмента проведены нами в работах [5; 6].

В маркетинге товар определяется как набор атрибутов (особенностей, функций, преимуществ и способов использования), которые можно обменивать или использовать. К основным характеристикам товара относятся функциональное назначение, технические характеристики, особенности дизайна, качество, бренд, упаковка, гарантии и т.п. [7].

Цифровые технологии существенно расширяют возможности и инструментарий товарной политики. Искусственный интеллект (AI), облачные и мобильные технологии, технологии интернета вещей (IoT), 5G, Big Data позволяют создавать «умные» товары, обладающие уникальными характеристиками и конкурентными преимуществами [1].

Важным результатом цифровой трансформации стало появление цифровых товаров и услуг. В виртуальной среде, метавселенной появляется новый вид цифровых товаров – виртуальные товары, то есть товары, создаваемые и востребованные в метавселенной.

Концепция метавселенной предполагает, что товар в комплексе цифрового маркетинга может быть материальным (используемым в реальном мире), цифровым (совокупность данных и программ в виде цифровой последовательности, используемых в реальном мире) и виртуальным (цифровые товары и услуги, используемые в виртуальной среде).

Специально разработанные для метавселенной цифровые продукты выпускают многие известные бренды, в том числе *Puma, Adidas, Nike, The North Face, Balenciaga, Tommy Hilfiger, Gucci, Aston Martin, Tesla, Rolls-Royce, Maserati, Hyundai Motor*.

При формировании товарной стратегии необходимо учитывать следующие особенности товаров и услуг в цифровой среде.

Во-первых, цифровой товар или услуга представляет собой цифровой код, формируемый с помощью программного обеспечения.

Во-вторых, цифровые товары и услуги могут быть направлены на формирование новых потребностей.

В цифровом маркетинге меняется подход к процессу создания новых товаров. В нем можно выделить несколько направлений.

1. Создание принципиально новых товаров, предполагающих на базе цифровых технологий не только удовлетворение существующих, но и формирование новых потребностей.

2. Создание (усовершенствование существующих) товаров, обладающих новыми характеристиками и потребительскими качествами за счет взаимодействия с цифровой средой.

3. Создание цифрового образа товара, позволяющего потребителю ознакомиться с его характеристиками.

4. Создание цифровой экосистемы товара, позволяющей пользователю подбирать свойства товара и его характеристики под свои требования, заказать его изготовление, доставку и сборку.

При формировании товарной политики в цифровой среде и метавселенной крайне важно определить потребности или пожелания будущих потребителей: насколько они нуждаются в продукте или хотят приобрести и использовать его. При этом следует учитывать такую важную особенность, что в метавселенной формируется инновационный подход к экономике, известный как экономика творцов. Ее бизнес-модели ориентированы на творческих людей, создающих цифровые продукты (программное обеспечение, контент и т.п.).

Выводы следующие.

1. Кардинальные изменения в поведении потребителей, появление цифровых и виртуальных миров, формирование концепции метавселенной заставляют конкретизировать теоретико-методологические основы цифрового маркетинга на основе анализа влияния цифровой трансформации на товарную политику как элемент комплекса маркетинга.

2. Формируя товарную стратегию в контексте цифрового маркетинга, компании должны помнить об особенностях комплекса цифрового маркетинга в метавселенной.

### Список литературы

1. Purnomo, A. Digital economy research: Thirty-five years insights of retrospective review / A. Purnomo [et al.] // Procedia Computer Science, 2022. – P. 68–75.
2. Olson, E.M. Business strategy and the management of digital marketing / E.M. Olson, K.M. Olson, A.J. Czaplewski, T.M. Key // Business Horizons. – 2021. – No. 64(2). – P. 285–293.
3. Ianenکو, M. Digital transformation of marketing activities in transport systems management

during COVID-19: experience, problems, prospects / M. Ianenko, M. Ianenko, E. Shevchuk // X International Scientific Siberian Transport Forum – TransSiberia 2022. – Novosibirsk : Elsevier B.V., 2022. – P. 878–886.

4. Яненко, М.Б. AR и VR в маркетинге в контексте пандемии COVID-19 / М.Б. Яненко, М.Е. Яненко // Глобальный научный потенциал. – 2021. – № 12(129). – С. 363–365.

5. Digital transformation strategies of trade enterprises: Key areas, development and implementation algorithms / M. Ianenko, T. Kirillova, S. Amakhina, N. Nikitina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – St. Petersburg, 2020. – P. 012051.

6. Яненко, М.Б. Инновационные маркетинговые стратегии в условиях формирования информационного общества: монография / М.Б. Яненко, М.Е. Яненко. – СПб : ТЭИ, 2011. – 80 с.

7. Яненко, М.Б. Цифровые и виртуальные товары в маркетинг менеджменте / М.Б. Яненко, М.Е. Яненко // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 10(136). – С. 245–247.

8. Ianenko, M.B. Problems of Artificial Intelligence Application in Forming Innovative Strategies of Retail Development / M.B. Ianenko, M.E. Ianenko, E. Nazarova, P. Davidov // Global Challenges of Digital Transformation of Markets. – 2022. – Vol. II. – P. 135–146.

### References

4. Yanenko, M.B. AR i VR v marketinge v kontekste pandemii COVID-19 / M.B. Yanenko, M.Ye. Yanenko // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2021. – № 12(129). – S. 363–365.

6. Yanenko, M.B. Innovatsionnyye marketingovyie strategii v usloviyakh formirovaniya informatsionnogo obshchestva: monografiya / M.B. Yanenko, M.Ye. Yanenko. – SPb : TEI, 2011. – 80 s.

7. Yanenko, M.B. Tsifrovyye i virtual'nyye tovary v marketing menedzhmente / M.B. Yanenko, M.Ye. Yanenko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 10(136). – S. 245–247.

---

© Т.В. Кириллова, М.Б. Яненко, М.Е. Яненко, 2023

УДК 343.8; 338.2

Ю.В. КОСОЛАПОВ, Е.А. КОСТРОМИНА, А.А. СИВОВА

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва;

ФГБОУ ВО «Российский государственный университет туризма и сервиса», г. Москва;

ФКУ «Научно-исследовательский институт Федеральной службы исполнения наказаний», г. Москва

## ПЕРСПЕКТИВЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАРУБЕЖНОМ ПЕНИТЕНЦИАРНОМ ТРАНСПОРТНОМ СЕКТОРЕ

*Ключевые слова:* пенитенциарная система; специальный транспорт; электрическая мобильность.

*Аннотация.* Цель статьи – определить возможности внедрения энергетического автомобильного транспорта в процесс конвоирования лиц, содержащихся под стражей, с точки зрения экономической эффективности, экологичности и безопасности. Для решения поставленных задач анализируется опыт зарубежных стран, выявляются плюсы и минусы электрической мобильности. Результаты исследования сводятся к тому, что политика организаций, в чью компетенцию входят специальные перевозки, должна ориентироваться не только на обеспечение безопасности, но и на внедрение энергетических технологий, способствующих сокращению расходов и повышению уровня экологизации учреждений системы исполнения наказаний и ее партнерских организаций.

Мировой сценарий устойчивого развития электрической мобильности опирается на три столпа: обеспечить всеобщий доступ к энергии для всех к 2030 г., добиться резкого сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и достичь глобальных климатических целей в соответствии с Парижским соглашением. Для достижения этих целей требуется быстрое снижение углеродоемкости производства электроэнергии, изменение стиля вождения и использование общественного транспорта или немоторизованных видов транспорта [3].

Волна внедрения энергетических технологий затронула также и транспортный сектор, обслуживающий перемещение лиц, содержа-

щихся под стражей. Так, по мнению исследователей США, электромобили могут изменить транспортный сектор, в том числе пенитенциарный, резко сократив выбросы углерода и расчистив путь для значительного прогресса в области климата [1].

Следовательно, решая логистические проблемы, возникающие при безопасном перемещении заключенных между учреждениями системы уголовного правосудия с помощью транспортного средства, адаптированного к уникальным требованиям, необходимо также ориентироваться на экологически безопасный автотранспорт.

Например, в округе Кобб Джорджии использует первый в стране полностью электрический специальный транспортный фургон, предназначенный для конвоирования осужденных. Автомобиль, произведенный *Envirotech Vehicles*, представляет собой логистический фургон 2022 г. выпуска с приспособлением для перевозки заключенных. Необходимо отметить, что при полном заряде батареи он может проехать около 170 миль. Основные технические характеристики включают в себя: шины *Michelin* с низким сопротивлением качению; максимальная скорость 63 мили в час; пиковая мощность 120 кВт; крутящий момент 575 фунтов/фут.

По данным офиса шерифа округа Кобб, его транспортные средства проезжают около 24 000 миль в год. Ожидается, что за счет перехода на электрический специальный транспорт с дизельного округ сэкономит около 40 000 долларов за первые три года владения. Именно поэтому предполагается целесообразным применение в пенитенциарной практике энергетических технологий в части использования спе-

циальных электромобилей [6], т.е. переход на низкоуглеродные альтернативные виды топлива. Также нужно на постоянной основе организовывать и расширять парк электромобилей и зарядной инфраструктуры, обеспечивать разработку и внедрение политики оптимизации и запрета простоя, установку телематики для мониторинга транспортных средств [2].

Опыт обращения к электрическому транспорту характерен и для Службы тюрем Северной Ирландии, где за последние три года сократились расходы на техническое обслуживание транспортных средств на 50 %. Экономия была достигнута за счет замены большей части автопарка наиболее экологически безопасными транспортными средствами.

Служба сопровождения и содержания под стражей в тюрьмах (PECCS), базирующаяся в тюрьме Магаберри, обслуживает парк из 99 транспортных средств тюремной службы. Новый электрический семиместный автомобиль Nissan является последним дополнением к автопарку, который будет использоваться тюремным персоналом для перевозки заключенных в больницы и на работу.

Однако внедрение энергетических технологий в контексте пенитенциарной системы имеет свои плюсы и минусы. Анализ научных источников позволил дифференцировать положительные и отрицательные стороны рассматриваемого вида транспорта.

Наиболее явные положительные стороны.

1. Сокращение выбросов парниковых газов. Независимо от того, зависит энергетический баланс от ископаемого топлива или нет,

электромобили обеспечивают минимальные выбросы парниковых газов при полном использовании энергии.

2. Энергосбережение. Электромобили обладают превосходными показателями энергосбережения, чем их бензиновые аналоги. Экономия энергии может относиться к экономии бензина или бензина за счет включения электроэнергии для обеспечения мобильности.

3. Низкие эксплуатационные расходы. Одной из основных причин использования электромобилей является экономия топлива по сравнению с автомобилями, работающими на бензине.

4. Из минусов можно выделить: высокую стоимость инфраструктуры и закупочную цену, тревогу диапазона (ограниченный запас хода считается одним из основных препятствий для покупки электромобилей), длительное время зарядки, вредные выбросы (проведенное исследование выбросов от электромобилей показало, что *E4W* и *HEV* снижают выбросы  $CO_2$ , но они могут выбрасывать в воздух больше  $PM_{10}$ ,  $SO_2$  и  $NO_x$  по сравнению с двигателем *ICEV*, если смесь электроэнергии преимущественно тепловая) [4].

Таким образом, существует множество факторов, которые подталкивают и тянут равновесное состояние устоявшегося рынка различных транспортных средств. Данная ситуация, безусловно, находит отражение и в пенитенциарной системе в части использования специальных электрических автотранспортных средств для перемещения лиц, содержащихся под стражей.

### Список литературы

1. On the Move: Unpacking the Challenges and Opportunities of Electric Vehicles [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.eesi.org/articles/view/on-the-move-unpacking-the-challenges-and-opportunities-of-electric-vehicles>.

2. First All-Electric Prison Transport Van Deploys in Georgia [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.government-fleet.com/10184883/georgia-to-deploy-its-first-all-electric-prison-transport-van>.

3. Prospects for electric vehicle deployment [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021/prospects-for-electric-vehicle-deployment>.

4. Rajper, S.Z. , Albrecht, J. Prospects of Electric Vehicles in the Developing Countries: A Literature Review [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/5/1906>.

5. Prison Service cut transport costs with new economy vehicle fleet [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.justice-ni.gov.uk/news/prison-service-cut-transport-costs-new-economy-vehicle-fleet>.

6. Косолапов, Ю.В. Инновационные технологии на транспорте в системе пенитенциарной

безопасности / Ю.В. Косолапов, Е.А. Костромина, А.А. Сивова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 11(125). – С. 161–163.

### References

1. On the Move: Unpacking the Challenges and Opportunities of Electric Vehicles [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.eesi.org/articles/view/on-the-move-unpacking-the-challenges-and-opportunities-of-electric-vehicles>.
2. First All-Electric Prison Transport Van Deploys in Georgia [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.government-fleet.com/10184883/georgia-to-deploy-its-first-all-electric-prison-transport-van>.
3. Prospects for electric vehicle deployment [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021/prospects-for-electric-vehicle-deployment>.
4. Rajper, S.Z. , Albrecht, J. Prospects of Electric Vehicles in the Developing Countries: A Literature Review [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/5/1906>.
5. Prison Service cut transport costs with new economy vehicle fleet [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.justice-ni.gov.uk/news/prison-service-cut-transport-costs-new-economy-vehicle-fleet>.
6. Kosolapov, YU.V. Innovatsionnyye tekhnologii na transporte v sisteme penitentsiarnoy bezopasnosti / YU.V. Kosolapov, Ye.A. Kostromina, A.A. Sivova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 11(125). – С. 161–163.

---

© Ю.В. Косолапов, Е.А. Костромина, А.А. Сивова, 2023

УДК 336.763

С.А. КОТОВ, В.И. ТАЛОЛО

НОЧУВО «Московский финансово-промышленный университет  
«Синергия», г. Москва

## ИНВЕСТИРОВАНИЕ В NONE-FUNGIBLE TOKENS (NFT)

*Ключевые слова:* блокчейн; инвестиции; криптовалюта; невзаимозаменяемые токены.

*Аннотация.* Актуальность темы определена тем, что задача подбора инвестиционных инструментов является задачей, спрос на которую постоянно растет, а рынок криптовалют активно развивается. В данной статье разбирается такой инструмент инвестирования, как *NFT*. Выполнен разбор, как инвестировать, какие способы инвестирования в *NFT* сегодня используются и чего не хватает *NFT* как инвестиционному инструменту.

*NFT* работают аналогично криптовалютам, используя криптографию, математику и информатику для проверки прав собственности и подлинности данных. Более того, *NFT* дает возможность токенизировать реальные активы на блокчейне. Это открывает широкие возможности для таких отраслей, как недвижимость, здравоохранение, образование, энергетика и изменение климата. *NFT* могут представлять практически все – даже опыт, например, музыканты могут предлагать ограниченные тиражи альбомов *NFT* с эксклюзивным доступом на встречу. Более того, токенизация повседневных предметов на блокчейне создает беспрецедентную прозрачность, повышая эффективность и честность в таких отраслях, как цепочка поставок.

Как и с криптовалютами, любой может создать *NFT*. Ценность *NFT* заключается в полезности, которую они приносят владельцу. При этом в *NFT* активы стоят столько, сколько человек готов заплатить.

Существуют различные способы инвестирования в *NFT*, ориентированные на разные демографические группы рынка. Кроме того, можно получить ценовую экспозицию по *NFT*, не инвестируя в этот актив. Более того, неко-

торые *NFT* предлагают уникальные варианты дробного владения. Независимо от того, какой способ инвестирования в *NFT* вы предпочитаете, очень важно провести собственное исследование любой платформы или приложения, предлагающего операции с *NFT*.

Один из самых популярных способов, с которым сталкиваются люди, изучающие, как инвестировать в *NFT*, – это торговые площадки *NFT*. *NFT marketplaces* – это децентрализованные приложения (*dApps*), работающие на блокчейне, управляемые глобально распределенной сетью компьютеров, называемых узлами. Таким образом, отсутствует единая точка отказа или риск цензуры и обеспечивается полная прозрачность каждой транзакции *NFT*. Соответственно, это обеспечивает неизменную криптографическую собственность и подлинную аутентичность [1].

Существует множество различных рынков *NFT*, каждый из которых обладает своими уникальными параметрами. Одним из таких рынков является *OpenSea*, который предлагает различные *NFT*, включая цифровые коллекционные предметы, предметы искусства, доменные имена, виртуальную землю и т.д. Брендирова себя как «eBay» для *NFT*, *OpenSea* в настоящее время является крупнейшим одноранговым рынком *NFT*. Кроме того, на *OpenSea* работают другие торговые площадки *NFT*, такие как *Rarible*, предоставляя комплексное решение для инвестирования в *NFT*. Однако *OpenSea* работает только на *Ethereum*. В результате другие *NFT*-рынки, такие как *Curate* и *Cardano's Verlux*, предлагают кросс-цепочечное *NFT*-инвестирование. Это означает, что пользователи могут торговать различными *NFT* на разных блокчейнах. Цепочка, на которой работает торговая площадка *NFT*, – это то, что нужно иметь в виду, изучая, как инвестировать в *NFT*.

Кроме того, при инвестировании в *NFT* необходимо помнить о стоимости газа (комиссия

при использовании торговых площадок *NFT*). Плата за газ покрывает потребности в вычислительной энергии для обработки транзакций и колеблется в зависимости от активности сети. Если на *Ethereum* одновременно обрабатывают транзакции множества людей, стоимость газа в транзакции иногда может значительно превышать стоимость актива *NFT*. Некоторые торговые площадки *NFT*, такие как *Curate*, предлагают пользователям работу без газа. Другие, такие как *GhostMarket* (на блокчейне *Fantom*) и *SolSea* (на *Solana*), предлагают субцентовые затраты на транзакции *NFT*. Однако эти *NFT*-рынки не могут предложить такой широкий выбор, как некоторые из наиболее известных приложений на ведущем блокчейне смарт-контрактов *Ethereum* [4].

В результате чрезвычайно высокой платы за газ из-за перегруженности сети в *Ethereum* разработчики работают над внедрением решений второго уровня. Вместо того чтобы работать с основной цепочкой *Ethereum*, разработчики могут использовать решения второго уровня для ускорения времени транзакций и резкого снижения затрат. Торговая площадка *NFT* номер один (*OpenSea*) недавно начала интегрировать решения второго уровня, чтобы облегчить работу пользователей.

Некоторые блокчейны разработаны с нуля для поддержки взаимодействия и деятельности с *NFT*. Другая форма инвестирования в *NFT* – это покупка пользователями различных *NFT* непосредственно с блокчейна, а не через *dApp*, работающий поверх него. К ним относятся блокчейн *Flow* или *WAX (Worldwide Asset eXchange)*.

Еще одно направление инвестирования в *NFT*, которое следует рассмотреть при изучении того, как инвестировать в *NFT*, – виртуальный мир или игровая платформа блокчейн. Все игровые приложения для криптовалют и блокчейна работают на основе *NFT*. Любой коллекционный, редкий или уникальный предмет в блокчейн-игре регистрируется как неиграбельный актив. Это означает, что все повороты и ходы являются проверяемо справедливыми, прозрачными и неизменными. Кроме того, покупка внутриигровых предметов, таких как броня, в игре означает, что пользователь фактически владеет этим активом. В свою очередь, пользователи потенциально могут использовать эти же доспехи в другой игре [3].

*NFT* используются в метавселенных как

различные инструменты. Когда пользователи начинают новую игру или входят в новый виртуальный мир, они часто должны создать свой аватар. Скорее всего, они также будут использовать токены *NFT*. Пользователи или аватары могут покупать *NFT* в метавселенной, чтобы дополнить свой внешний вид. Это могут быть предметы одежды или аксессуары. Кроме того, многие проекты теперь предлагают домашних животных для аватаров в виртуальных мирах [5].

Например, *The Sandbox* предлагает пользователям множество различных миров в рамках своего проекта для исследования. Используя собственный токен *SAND*, пользователи могут покупать, продавать и торговать внутриигровыми активами *NFT* на различных рынках *NFT*. Этот опыт схож с опытом *Decentraland (MANA)* и *Somnium Space (CUBE)*.

Еще одним преимуществом инвестирования в *NFT* является дробное владение. Глобально распределенная группа единомышленников может общаться и сотрудничать для достижения общей цели с помощью технологии блокчейн. Это называется децентрализованной автономной организацией (ДАО). Существует множество различных типов ДАО, которые обеспечивают управление проектами со стороны сообщества. Более того, несколько развивающихся *DAO* предлагают инвестирование в *NFT*, чтобы получить доступ к портфелю активов *NFT* [6].

Например, *HEAD DAO* выплачивает сообществу свой собственный токен *HEAD*, который представляет собой коллекцию *NFT* на данный момент в хранилище проекта. Кроме того, держатели могут использовать токен *HEAD* для голосования по определенным параметрам протокола или обновлениям проекта. Кроме того, *Fractional.art* предлагает пользователям платформы возможность покупать, продавать и майнить дробные *NFT (f-NFT)*.

При изучении вопроса о том, как инвестировать в *NFT*, еще одним вариантом может быть инвестирование в токен полезности проекта *NFT*. Вместо того чтобы покупать отдельный дорогостоящий актив *NFT*, пользователи могут инвестировать в собственный токен проекта, предлагающий ценные полезности для владельца. Токены полезности *NFT* могут предложить владельцам эксклюзивные права и доступ. Кроме того, стоимость токена полезности будет расти по мере принятия проекта *NFT* [4].

Инвестирование в полезные токены *NFT* позволяет пользователям получить ценовое воздействие на успех (или падение) проекта *NFT*, снижая входной барьер для инвестирования в *NFT* для мелких инвесторов.

Полезные токены *NFT* не являются строго неиграбельными активами. Они обеспечивают полезность приложения для его работы и позволяют владельцам получить ценовое воздействие

на успех приложения *NFT*.

На данный момент для инвестирования в *NFT* пользователи сталкиваются с некоторыми сложностями, так как пока не существует проработанной и подробной базы знаний о *NFT*, а инвестировать, используя фиатные деньги невозможно. Необходимы методы и инструменты для упрощения инвестирования в *NFT* для среднестатистического пользователя [1].

### Список литературы

1. Ванцовская, А.А. Цифровое искусство на блокчейне и NFT-рынок / А.А. Ванцовская // StudNet. – 2021. – Т. 4. – № 7. – С. 25.
2. Годин, В.В. Блокчейн: философия, технология, приложения и риски / В.В. Годин, А.Е. Терехова // Вестник ГУУ. – 2019. – № 9. – С. 54–61.
3. Кузнецова, Е. Гид по NFT: как продавать свой и покупать чужой цифровой артефакт: Краткий материал для тех, кто пока не познакомился с технологией / Е. Кузнецова // Tjournal. – 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://tjournal.ru/internet/352273-gid-po-nft-kak-prodavai-svoy-i-pokupatchuzhoy-cifrovoy-artefakt>.
4. Souza, M. Что такое NFT и почему они приносят миллионы / М. Souza [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://trends.rbc.ru/trends/industry/604f3f139a794797b44b7a70>.
5. NFTs Boom as Collectors Shell Out to 'Own' Digital Art [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.wired.com/story/nfts-boom-collectors-shell-out-crypto>.
6. Vigna P. NFT Sales Are Flatlining / P. Vigna // The Wall Street Journal. – 2022. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.wsj.com/articles/nft-sales-are-flatlining-11651552616>.

### References

1. Vantsovskaya, A.A. Tsifrovoye iskusstvo na blokcheyne i NFT-rynok / A.A. Vantsovskaya // StudNet. – 2021. – Т. 4. – № 7. – С. 25.
2. Godin, V.V. Blokcheĭn: filosofiya, tekhnologiya, prilozheniya i riski / V.V. Godin, A.Ye. Terekhova // Vestnik GUU. – 2019. – № 9. – С. 54–61.
3. Kuznetsova, Ye. Gid po NFT: kak prodavat' svoĭ i pokupat' chuzhoĭ tsifrovoĭ artefakt: Kratkii material dlya tekhn, kto poka ne poznamomilsya s tekhnologiyey / Ye. Kuznetsova // Tjournal. – 2021. [Electronic resource]. – Access mode : <https://tjournal.ru/internet/352273-gid-po-nft-kak-prodavai-svoy-i-pokupatchuzhoy-cifrovoy-artefakt>.
4. Souza, M. Chto takoye NFT i pochemu oni prinosyat milliony / M. Souza [Electronic resource]. – Access mode : <https://trends.rbc.ru/trends/industry/604f3f139a794797b44b7a70>.
5. NFTs Boom as Collectors Shell Out to 'Own' Digital Art [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.wired.com/story/nfts-boom-collectors-shell-out-crypto>.
6. Vigna P. NFT Sales Are Flatlining / P. Vigna // The Wall Street Journal. – 2022. [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.wsj.com/articles/nft-sales-are-flatlining-11651552616>.

---

© С.А. Котов, В.И. Талоло, 2023

УДК 336.763

С.А. КОТОВ, В.И. ТАЛОЛО

НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет  
«Синергия», г. Москва

## СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ NFT КАК СПОСОБ ИНВЕСТИРОВАНИЯ ФИНАНСОВ

*Ключевые слова:* блокчейн; инвестиции; криптовалюта; невзаимозаменяемые токены.

*Аннотация.* Цель статьи – анализ и разбор технологии *NFT* как инструмента инвестирования финансов. В данной статье проводится разбор современных экономических возможностей *NFT* как инвестиционного финансового инструмента. В статье сделаны выводы о текущем положении дел в сегменте *NFT*. А также предложены идеи совершенствования использования *NFT* как инвестиционного инструмента.

Удивительным примером того, как *NFT* превращаются в современные экономические возможности, может служить объявленный в январе 2022 г. дроп *NFT* – *Arabian Camels*. Это сообщество *NFT* создало голливудский фильм «Антара» стоимостью 50 млн долларов, основанный на жизни древнего арабского рыцаря Антара ибн Шаддада. *NFT* вышел на рынок 12 января с интеграцией криптовалютной биржи *MoonPay*.

*Antara Movie NFT* – первый в своем роде документ, позволяющий покупателю в цифровом формате стать владельцем прав на голливудский фильм. *NFT* позволяет владельцам участвовать в кассовых сборах и доходах от потокового вещания [3].

*NFT* программируются в соответствии с требованиями пользователя. Они являются особыми активами, которые в результате не могут быть заменены никаким другим видом токенов. Эти *NFT* могут быть разработаны таким образом, чтобы отражать и следовать конкретным условиям или законам, установленным создателем с помощью технологии блокчейн [5].

*NFT* открывают огромные возможности для лидеров бизнеса, поскольку позволяют компа-

ниям создавать новые бизнес-модели, тем самым повышая ценность их текущих товаров и услуг и расширяя неиспользованный потенциал на различных рынках. Эта новая технология открывает широкие перспективы для торговли и инвестирования в новый класс цифровых активов, а также альтернативный способ финансирования инициатив.

Например, недавно музыкальная группа *Kings of Leon* выпустила свой *NFT*, который представлял собой ключ к цифровым файлам, вместе с новым альбомом, который был выпущен. Эти *NFT* содержат компьютерный код, который дает покупателям доступ к местам в первом ряду на предстоящем выступлении *Kings of Leon* [1].

Многие крупные бренды инвестируют в *NFT*, что расширяет спектр инвестирования для пользователей и создает новые возможности в мире, где технологии постоянно развиваются и меняются.

Вот несколько причин и бренды, которые инвестируют в *NFT*.

1. С точки зрения сохранения стоимости *NFT* обеспечивают наилучший из возможных способов.

*NFT* предназначены в основном для онлайн-торговли, что позволяет использовать их так же, как и реальную валюту. Проблема с криптовалютой заключается в том, что стоимость все время меняется и не является постоянной. Между тем *NFT* связаны с предметом в реальном мире, который имеет определенную фактическую ценность.

2. *NFT* обеспечивают уникальное владение цифровыми активами.

*NFT* – это особые активы, которые не могут быть заменены никакими другими. Цифровые объекты очень часто встречаются в видеоиграх. Однако проблема в том, что они не являются

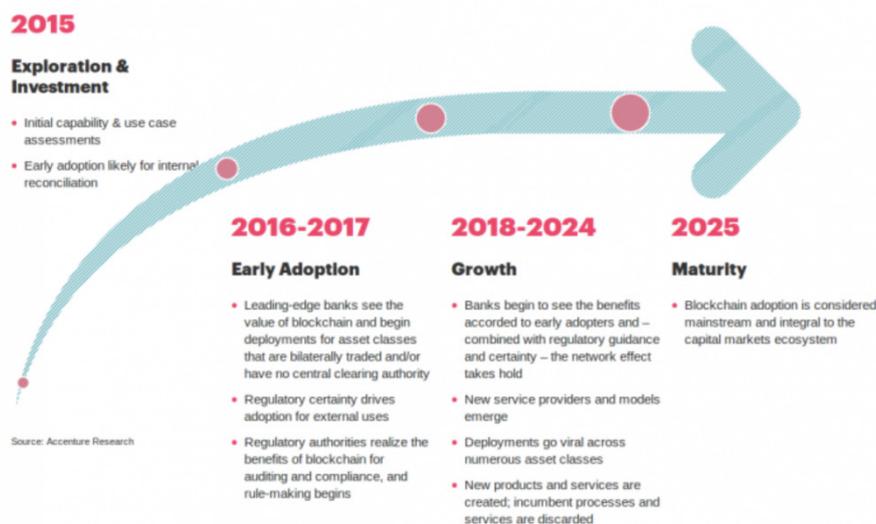


Рис. 1. Принятие технологии *Blockchain*

эксклюзивными для какой-либо одной игры. Они часто связаны с платформой, для которой были созданы, поэтому, если кто-то хочет их купить, он должен нанять брокера, который соединит его с продавцом. Эту проблему решают *NFT*, которые позволяют пользователям свободно обмениваться понравившимися предметами во многих играх, а также покупать и продавать их.

3. *NFT* дают людям больше свободы в настройке своих цифровых активов.

Одним из преимуществ *NFT* является то, что они позволяют пользователям настраивать как существующие, так и новые активы. Все зависит от смарт-контрактов, которые используются для создания *NFT*. Эта особенность технологии обеспечивает полный контроль над каждым токеном, позволяя пользователям изменять все: от цветовой схемы до логотипа.

Среди ведущих мировых брендов, которые инвестируют в *NFT* в настоящее время, можно назвать следующие.

1. *Nike*, гигант спортивной одежды, зарегистрировал огромные деньги (\$90,59 млн роялти и более \$183,69 млн общих продаж *NFT*). Интересно, что *Nike*, вероятно, является одним из первых предприятий, сообщивших об объеме вторичных сделок в \$1,3 млрд.

2. *Budwieser*, пивной гигант, представил свою первую *NFT* в ноябре 2021 г. В коллекции *NFT Budwieser*, известной как *Heritage Collection*, насчитывается около 1 936 различных независимых цифровых изображений пив-

ных банок. Общий доход от *NFT* для *Budwieser*, как сообщается, составил \$5,88 млн [6].

Не только крупные бренды, но и обычные люди нашли варианты использования и возможности для получения дохода. При ближайшем рассмотрении способы создания финансовых потоков дохода с помощью *NFT* открывают нам следующее:

- пользователи могут инвестировать в игры *P2E (Play-to-Earn)*;
- инвестирование в новые *NFT* на ранних стадиях;
- инвестирование в пассивные протоколы добычи криптовалют;
- флиппинг *NFT*;
- торговля *NFT*;
- генерирование роялти через торговлю *NFT*.

Поскольку мания *NFT* не проявляет признаков ослабления, инвесторы могут ожидать больших прибылей, что делает *NFT* жизнеспособной альтернативой существующим классам активов.

*NFT* являются цифровыми активами (подобно криптовалюте) и одновременно могут принадлежать только одному человеку. В отличие от криптовалютных токенов, где существуют миллионы или миллиарды одинаковых токенов, *NFT* часто ограничиваются поставкой одного уникального цифрового токена. Эти активы обычно привязаны к ссылке, которая указывает на файл, хранящийся в *IPFS (InterPlanetary File System)*. Уникальный иден-

тификатор токена и метаданные актива служат доказательством права собственности для человека, который покупает *NFT* [2].

Умные контракты используются для майнинга (создания) *NFT* и назначения прав собственности на токен. При майнинге нового нефункционального токена смарт-контракт автоматически устанавливает создателя в качестве владельца. Смарт-контракты *NFT* могут передавать токен новым владельцам при продаже.

Стоит отметить, что рост цены на подобные активы очень зависит от массовой адаптации, то есть, по сути, применимости и использованию в обществе. Массовая адаптация *NFT* напрямую зависит от массовой адаптации технологии *Blockchain* [3].

На рис. 1 можно рассмотреть перспективы развития и расширение применения технологии *blockchain*. Это означает, что перспективы заработка на подобных инвестиционных инструментах имеют высокий потенциал.

### Список литературы

1. Ванцовская, А.А. Цифровое искусство на блокчейне и NFT-рынок / А.А. Ванцовская // StudNet. – 2021. – Т. 4. – № 7. – С. 25.
2. Годин, В.В. Блокчейн: философия, технология, приложения и риски / В.В. Годин, А.Е. Терехова // Вестник ГУУ. – 2019. – № 9. – С. 54–61.
3. Емельянов, Д.С. Невзаимозаменяемые токены (NFT) как самостоятельный объект правового регулирования / Д.С. Емельянов, И.С. Емельянов // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2021. – № 10. – С. 71–76.
4. Кириллов, В.П. Возможности инвестирования в искусство при помощи технологии блокчейн / В.П. Кириллов // Вопросы науки и образования. – 2020. – 27(111). – С. 32–35.
5. Цыгулева, М.В. Первый опыт реализации цифровых изображений произведений из собрания музея и передачи прав на них с использованием невзаимозаменяемых токенов / М.В. Цыгулева // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2021. – № 9. – С. 84–95.
6. Chohan U.W. Non-Fungible Tokens: blockchains, scarcity, and value // Critical Blockchain Research Initiative (CBRI) Working Papers. – 2021. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://srn.com/abstract=3822743>.

### References

1. Vantsovskaya, A.A. Tsifrovoye iskusstvo na blokcheyne i NFT-rynok / A.A. Vantsovskaya // StudNet. – 2021. – Т. 4. – № 7. – С. 25.
2. Godin, V.V. Blokchejn: filosofiya, tekhnologiya, prilozheniya i riski / V.V. Godin, A.Ye. Terekhova // Vestnik GUU. – 2019. – № 9. – С. 54–61.
3. Yemel'yanov, D.S. Nevzaimozamenyayemyye tokeny (NFT) kak samostoyatel'nyy ob'yekt pravovogo regulirovaniya / D.S. Yemel'yanov, I.S. Yemel'yanov // Imushchestvennyye otnosheniya v Rossijskoj Federatsii. – 2021. – № 10. – С. 71–76.
4. Kirillov, V.P. Vozmozhnosti investirovaniya v iskusstvo pri pomoshchi tekhnologii blokchejn / V.P. Kirillov // Voprosy nauki i obrazovaniya. – 2020. – 27(111). – С. 32–35.
5. Tsyguleva, M.V. Pervyy opyt realizatsii tsifrovyykh izobrazheniy proizvodeniy iz sobraniya muzeya i peredachi prav na nikh s ispol'zovaniyem nevzaimozamenyamykh tokenov / M.V. Tsyguleva // Imushchestvennyye otnosheniya v Rossijskoj Federatsii. – 2021. – № 9. – С. 84–95.
6. Chohan U.W. Non-Fungible Tokens: blockchains, scarcity, and value // Critical Blockchain Research Initiative (CBRI) Working Papers. – 2021. [Electronic resource]. – Access mode : <https://srn.com/abstract=3822743>.

УДК 338.242.4

Л.Л. ПОКРОВСКАЯ, Н.Л. ДОЛОТОВА, В.Г. ФОМИНА  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого», г. Санкт-Петербург

## МОШЕННИЧЕСТВО ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ В РФ: АНАЛИЗ И СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ

*Ключевые слова:* анализ статистических данных; мошенничество в сфере предпринимательской деятельности; фальсификация; экономические преступления.

*Аннотация.* Целью данной статьи является исследование статистических данных по расследованию и раскрытию фактов мошенничества в предпринимательской деятельности. Задачи статьи включают в себя характеристику экономических преступлений и отражение эффективности деятельности органов внутренних дел, выявление результативности противодействия преступлениям экономической направленности с помощью соответствующего индекса. Методами исследования были выбраны корреляционный и сравнительный анализ. В результате исследования установлена положительная тенденция в расследовании и предупреждении мошенничества в сфере предпринимательской деятельности в РФ за последние годы.

Развитие экономики страны сопровождается устойчивой тенденцией роста экономических преступлений, в том числе мошенничества в сфере предпринимательской деятельности. В век современных технологий мошенники постоянно модернизируют и усложняют схемы осуществления преступных деяний. Залогом успешной деятельности органов внутренних дел является эффективное проведение следственной и оперативно-розыскной деятельности, использование специальных знаний и назначение экспертиз при выявлении, расследовании и предупреждении мошенничества в сфере предпринимательской деятельности.

По данным портала правовой статистики генеральной прокуратуры Российской Федерации, на январь-декабрь 2021 г. зарегистри-

ровано 2 004 404 преступлений, в сравнении с прошлым годом количество преступлений уменьшилось всего на 2 %. По сравнению с 2016 г. количество зарегистрированных преступлений в России уменьшилось на 7,8 %, а с 2011 г. – на 20 %. Как мы видим, количество зарегистрированных преступлений с годами уменьшается, что является свидетельством эффективной деятельности органов (рис. 1).

Несмотря на то, что общее количество зарегистрированных преступлений по стране прогрессивно уменьшается, количество зарегистрированных преступлений экономической направленности, к которым относится мошенничество в предпринимательской деятельности, выросло в 2021 г. почти на 12 % в сравнении с предыдущим годом и составило 117 707. Среди всех зарегистрированных преступлений экономические преступления за 2021 г. составляют почти что 6 %.

Далее на графике (рис. 2) показана динамика зарегистрированных преступлений в экономической сфере в Российской Федерации за последние 12 лет.

В первом полугодии 2021 г., по данным Генпрокуратуры, было зарегистрировано 194,8 тысяч случаев мошенничества: прирост по сравнению с аналогичным периодом 2020 г. составил 6 тысяч.

По данным МВД России, общее количество преступлений, зарегистрированных в Российской Федерации за январь-март 2022 г., снизилось на 3,8 %, также отмечается незначительное снижение числа мошенничеств – на 0,2 % [2].

Чаще всего экономические преступления совершаются в Москве и Московской области, а также в Краснодарском крае. На графике (рис. 3) приведен рейтинг регионов, начиная с регионов, где чаще всего совершаются экономические преступления.

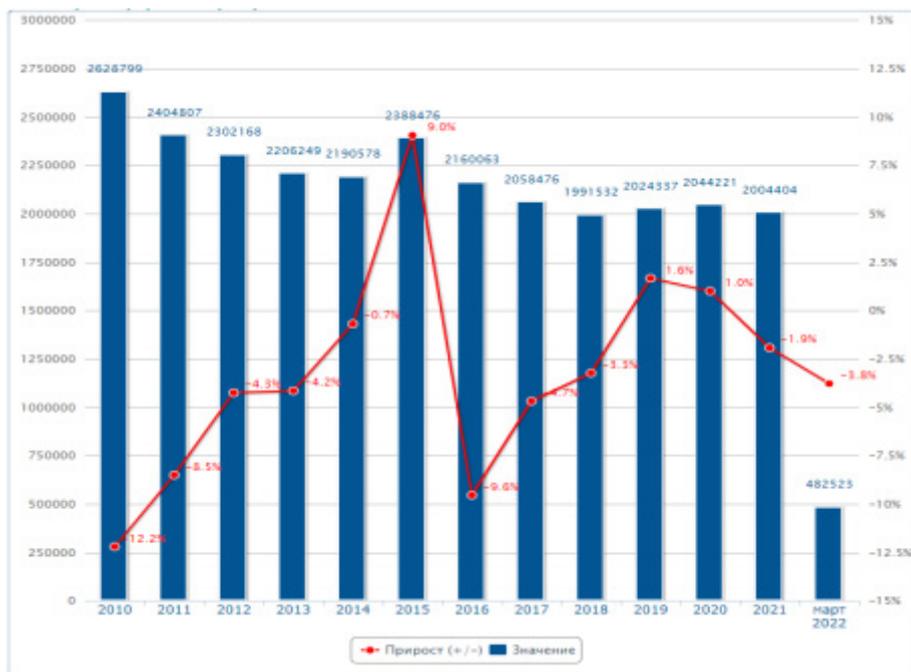


Рис. 1. Динамика зарегистрированных преступлений за 2010–март 2022 гг. [1]

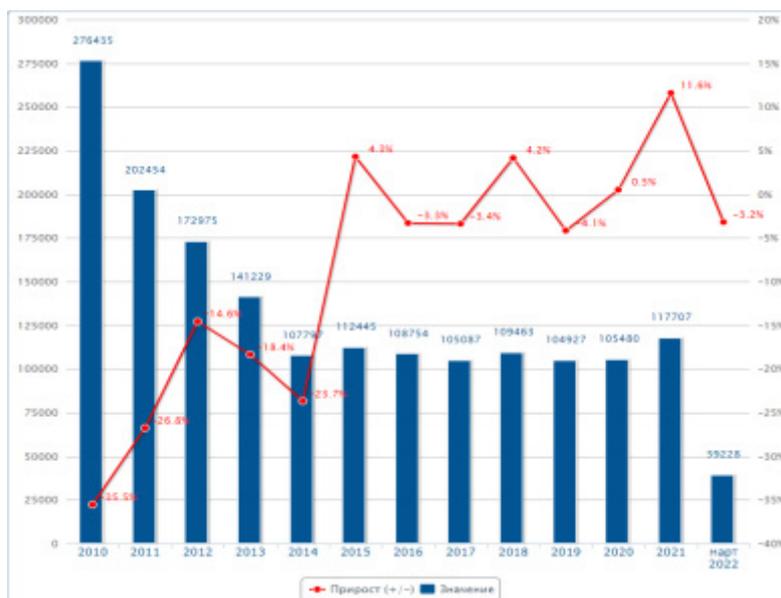


Рис. 2. Динамика зарегистрированных экономических преступлений в России за 2010–март 2022 гг. [1]

Материальный ущерб от преступлений экономической направленности в Российской Федерации на 2021 г. составил 641,9 млрд руб. Это максимальное значение с 2009 г., когда ущерб экономике от противоправных действий превысил 1 трлн руб. В 2020 г. размер ущерба

вырос в два раза в годовом выражении, отмечает МВД.

Охарактеризовать деятельность органов внутренних дел помогает индекс результативности противодействия преступлениям экономической направленности. Для этого потребует-

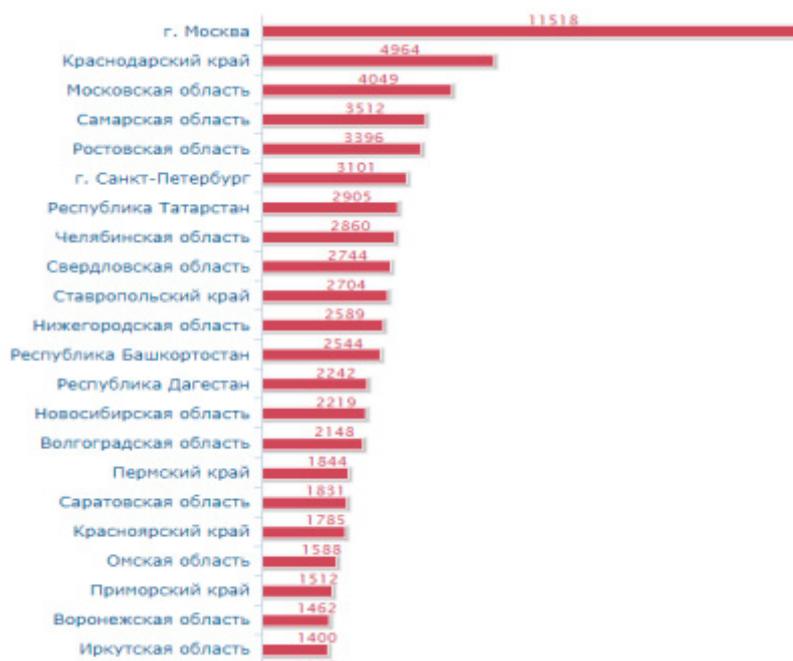


Рис. 3. Рейтинг регионов [1]

Таблица 1. Динамика коэффициентов раскрытия экономических преступлений

Год	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<i>K</i> – коэффициент раскрытия	0,62	0,62	0,61	0,61	0,61	0,64

ся определить коэффициент их раскрываемости по формуле (1) [3]:

$$K = \frac{q_r}{q_s}, \quad (1)$$

где *K* – коэффициент раскрытия; *q<sub>r</sub>* – количество раскрытых преступлений; *q<sub>s</sub>* – количество совершенных преступлений.

Полученные результаты на основании расчетов по данным за 2016–2021 гг. представлены в табл. 1.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что, несмотря на то, что в 2021 г. произошло существенное повышение раскрываемости экономических преступлений по сравнению с предыдущими годами, тем не менее деятельность Отдела экономической безопасности и противодействия коррупции (ОЭБиПК) по раскрытию преступлений в сфере экономики все

еще недостаточно эффективна.

Анализируя статистику Главного информационно-аналитического центра (ГИАЦ) МВД России, мы пришли к выводу о том, что наиболее часто встречающимися преступлениями в области экономики, которые выявляются и расследуются органами внутренних дел, являются:

- мошенничество/фальсификация;
- присвоение и растрата;
- незаконное предпринимательство;
- незаконное получение кредита;
- уклонение от уплаты налогов и (или) сборов с физического лица;
- уклонение от уплаты налогов и (или) сборов с организации [4; 5].

На основании проведенного исследования можно сделать следующий вывод. Как и все иные формы преступлений, экономические преступления оказывают большое влияние на экономику страны. Мошенничество в сфере пред-

принимательской деятельности встречается практически на каждом предприятии. Зачастую при расследовании мошенничества используются знания, применимые к расследованию иных видов преступлений, часто забывается о том, что мошенничество с каждым годом модерни-

зируется и приобретает новые формы. Для того чтобы повысить уровень раскрываемости мошеннических деяний, необходимо использовать современные технологии, учитывать специфику данного преступления, а также ужесточить меры наказания.

### Список литературы

1. Портал правовой статистики Генеральной прокуратуры Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://crimestat.ru>.
2. Официальный сайт МВД России [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://xn--b1aew.xn--plai>.
3. Бойкова, А.В. Оценка эффективности деятельности правоохранительных органов региона по обеспечению экономической безопасности / А.В. Бойкова, Н.Э. Ганджа // Вестник евразийской науки. – 2018. – № 2. – С. 1–8.
4. «Уголовный кодекс Российской Федерации» от 13.06.1996 № 63-ФЗ (ред. от 05.04.2021, с изм. от 08.04.2021) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_10699](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699).
5. Покровская, Л.Л. Внешний контроль качества работы в аудите / Л.Л. Покровская // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 5(95). – 255–257.

### References

1. Portal pravovoy statistiki General'noy prokuratury Rossiyskoy Federatsii [Electronic resource]. – Access mode : <http://crimestat.ru>.
2. Ofitsial'nyy sayt MVD Rossii [Electronic resource]. – Access mode : <https://xn--b1aew.xn--plai>.
3. Boykova, A.V. Otsenka effektivnosti deyatel'nosti pravookhranitel'nykh organov regiona po obespecheniyu ekonomicheskoy bezopasnosti / A.V. Boykova, N.E. Gandzha // Vestnik yevraziyskoy nauki. – 2018. – № 2. – S. 1–8.
4. «Ugolovnyy kodeks Rossiyskoy Federatsii» ot 13.06.1996 № 63-FZ (red. ot 05.04.2021, s izm. ot 08.04.2021) [Electronic resource]. – Access mode : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_10699](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699).
5. Pokrovskaya, L.L. Vneshniy kontrol' kachestva raboty v audite / L.L. Pokrovskaya // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 5(95). – 255–257.

---

© Л.Л. Покровская, Н.Л. Долотова, В.Г. Фомина, 2023

УДК 338.48

Ю.Я. РАХМАТУЛЛИН<sup>1</sup>, Л.Н. БАЯНОВА<sup>2</sup>, Ю.Р. ЛУТФУЛЛИН<sup>2</sup>, О.А. МУСТАФИНА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Уфимский федеральный исследовательский центр

Российской академии наук», г. Уфа;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет имени М. Акмуллы», г. Уфа

## РЕГИОНАЛЬНЫЙ ТУРИСТИЧЕСКИЙ КЛАСТЕР РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН: АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

*Ключевые слова:* инвестиционная привлекательность; Республика Башкортостан; сфера туризма; туризм; туристический поток.

*Аннотация.* Целью исследования является исследование туристской отрасли Республики Башкортостан и определение перспектив ее развития. В задачи исследования входило проведение анализа деятельности туристической сферы в рамках инвестиционной привлекательности и определение ключевых направлений стратегического развития туризма в регионе. Гипотеза исследования представлена тезисом, что воздействие туризма на региональную экономику условно разделено на косвенное и прямое. В ходе исследования применены опытно-аналитический и расчетно-конструктивный методы. Результатами проведенного исследования являются приоритетные направления социальной и экономической политики в сфере туризма, в частности развитие промышленного туризма и создание туристско-рекреационных кластеров.

Среди множества регионов России Республика Башкортостан привлекает туристов своей уникальной природой, территориальной доступностью, национальной идентичностью и богатой историей. Имеющиеся природные ресурсы, находящиеся в 54 административных районах, расположенные в шести природно-климатических зонах региона, дают приезжим возможность выбора разнообразных условий отдыха.

Так, например, гидрологические ресурсы, различный ландшафт, наличие особо охраняемых территорий и территорий, имеющих при-

родоохранный статус, историко-культурные и природные памятники республиканского и международного значения, а также хорошо развитая инфраструктура – все это способствует развитию сферы досуга и отдыха и инвестиционной привлекательности отрасли туризма в республике [4].

По данным статистики, только в 2021 г. Республику Башкортостан посетило 3,48 млн гостей. Это на 17 % больше, чем в 2020 г. (2,983 млн), и больше, чем в 2019 г. (2,691 млн) [7].

По данным Министерства по предпринимательству и туризму Республики Башкортостан, на 1 ноября 2022 г. в Республике Башкортостан насчитывалось 524 действующих объектов размещения, из них 356 объектов классифицированы и включены в Федеральный реестр [5].

Численность размещенных лиц указана в инфографике [3].

В целом, по итогам 2022 г. республику посетило более 1,7 млн человек. В текущем 2023 г. туристический поток в Башкирию может достигнуть цифры 2 млн человек. Сравнительный анализ с прошлым годом показал, что объем платных услуг туристам в Башкирии по итогам 11 месяцев 2022 г. составил 12,6 млрд рублей. Это на 26,3 % больше уровня аналогичного периода 2021 г. Наибольшей популярностью регион пользовался у жителей Челябинской области, Татарстана, Москвы, Оренбургской области и Ханты-Мансийского автономного округа. Средняя продолжительность поездки туристов в Башкирию по итогам 2021 г. составила двое суток, средний чек – 2,4 тыс. рублей за день. По данным Сбераналитики, общие траты туристов в Республике Башкортостан в 2021 г. составили 13,0 млрд

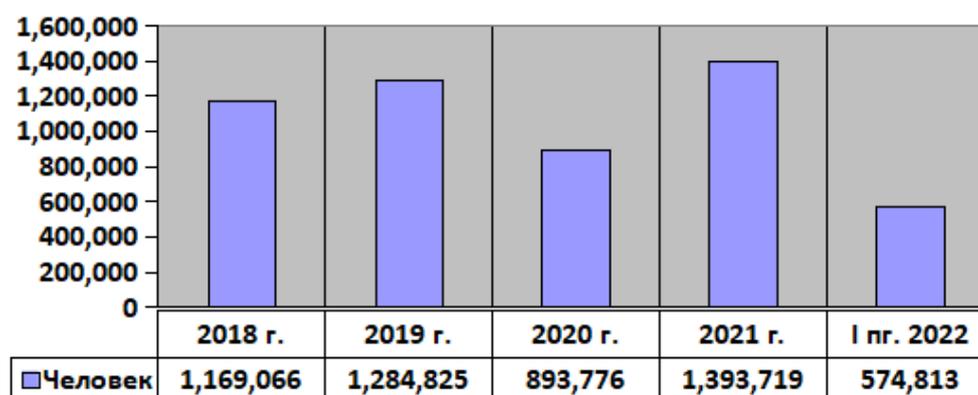


Рис. 1. Численность лиц в коллективных средствах размещения в Республике Башкортостан

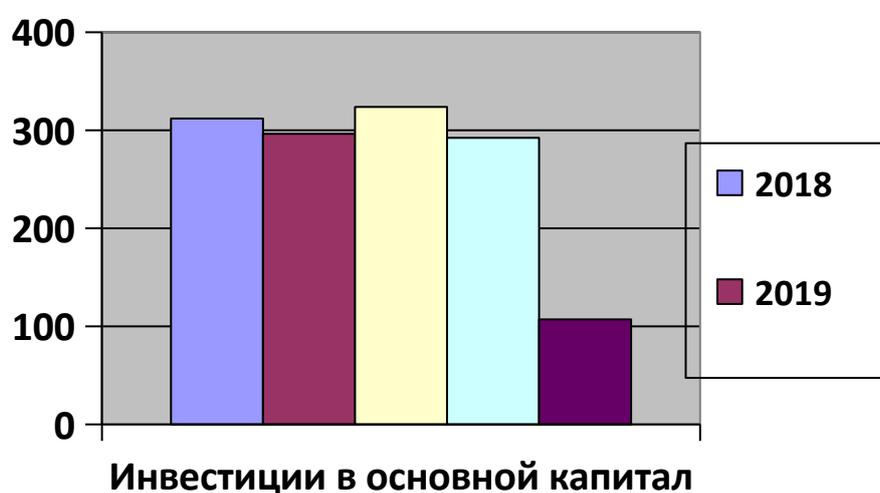


Рис. 2. Инвестиции в основной капитал

руб. (2020 г. – 5,7 млрд руб., в 2019 г. – 8,2 млрд руб.) [7].

Анализируя приведенные выше показатели состояния туризма в регионе, можно сделать выводы о том, что у Республики Башкортостан довольно хорошие результаты, даже с учетом последних «непростых» лет. По словам премьер-министра Башкортостана Андрея Назарова, «в складывающихся сегодня экономических условиях развитие внутреннего туризма приобретает критическую значимость для республики» [2].

Следует отметить, что министерством предпринимательства и туризма Республики Башкортостан был разработан проект «Стратегии развития туризма в Республике Башкортостан на период до 2035 года», включающий

ключевые направления развития туризма в республике. Цель данной стратегии – комплексное развитие внутреннего и въездного туризма. Ключевыми показателями, обозначенными в стратегии развития, являются:

- привлечение в республику как минимум 5 млн туристов в год;
- достижение показателя объема туристской индустрии в 25 млрд руб.

В рамках мероприятий данной стратегии показатели работников, занятых в отрасли туризма, поступления налогов от данной отрасли, роста внутренних поездок и инвестиций в туризм должны вырасти в два раза [6].

Данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике по деятельности гостиниц и

предприятий общественного питания показаны на рис. 2. [8].

Если рассматривать проблему увеличения турпотока в республику, необходимо отметить, что сегодня это возможно только при наличии качественного турпродукта, для создания которого необходимы немалые инвестиционные ресурсы. В свою очередь, чтобы заинтересовать инвестора, необходимо повысить не только инвестиционную привлекательность региона в целом, но и в первую очередь самой сферы туризма. И для решения этой комплексной задачи в республике разрабатываются крупные по осуществлению и амбициозные по идейному замыслу проекты.

Так, одним из текущих перспективных проектов в Башкортостане сегодня является создание туристического кластера. Стоит сказать, что ландшафт местности идеально подходит для проекта, так как полностью огораживает отдыхающих от шума мегаполиса.

Отметим, что будущий кластер представляет собой совокупность площадок, отвечающих всем современным требованиям туризма. Суть его в том, что по проекту предприятия различной направленности сферы досуга и отдыха будут сконцентрированы на площади 550 тыс. м<sup>2</sup>. Флагманами туркластера являются акватермальный комплекс с большим разнообразием водных аттракционов, гостиничный комплекс мирового уровня, глубоководный дайвинг-центр, детская зона, конноспортивный комплекс.

Немаловажно, что туристический кластер имеет выгодную с точки зрения транспортной доступности локацию: в 15 км пути расположен международный аэропорт «Уфа», по границам объекта проходит федеральная трасса М5. Центральное ядро туристического кластера представлено акватермальным комплексом. Он будет включать в себя различные виды водных аттракционов, например, 200-метровую горку с прозрачным корпусом и выходом на улицу, а также более 30 видов саун, бань, масштабных СПА-зон и наружный бассейн.

Наряду с акватермальным комплексом в туристическом пространстве будет возведен еще один ключевой объект – гостиничный комплекс. Это 36-этажное здание с номерным фондом в 650 номеров – от стандартных до президентских люксов с собственным бассейном. Один торец здания будет выполнен в виде наружного скалодрома высотой 85 метров. А прямо в

холле гостиницы расположится пересадочная зона канатной дороги. Таким образом, постояльцы смогут добираться до города, не покидая здания. Кроме этого, в здании будет смотровая площадка с панорамным круговым видом.

Главной особенностью проекта станет глубоководный дайвинг-центр – уникальный объект не только для Республики Башкортостан, но и для всей России. Глубина бассейна для дайвинга составит 65 м. Это позволит проводить соревнования международного масштаба, а также тренировать спортсменов без выезда за границу, что особенно актуально в текущее время.

Интересной площадкой будет конноспортивный центр площадью 5 тыс. м<sup>2</sup>. Прогулки верхом на конях и в упряжках, реабилитация для детей с ограниченными возможностями здоровья станут главными услугами центра.

Помимо прочего, в туристическом кластере предусмотрена огромная детская зона 4 тыс. м<sup>2</sup> с детским городком, аттракционами, картингом, тиром. Для удобства посетителей предусмотрена подземно-надземная парковка на 1 200 автомест. Передвижение по территории самого туркластера будет осуществляться по внутриплощадочным дорожкам и надземным переходам с оборудованными эскалаторами и травалаторами. Также будут использоваться электромобили.

Подчеркнем, что данный перспективный туристический кластер с возможностью круглогодичного посещения обладает широким спектром услуг для всех категорий населения, затрагивая в том числе и спортивную направленность. Продуманный набор уникальных объектов на одной площадке создаст большие перспективы развития внутреннего туризма.

Продолжая анализ современного состояния регионального туристического кластера и перспективы развития, необходимо указать, что в Башкортостане в настоящее время заинтересованные предприниматели могут обратиться в Министерство предпринимательства и туризма Республики Башкортостан для соответствующей проработки проекта с последующим вынесением на Инвестиционный час [6].

Приоритетными направлениями социальной и экономической политики в сфере туризма являются развитие промышленного туризма и туристско-рекреационных кластеров (ТРК) [5]:

1. ТРК «Горные курорты Башкирии «Легенда Урала» расположен на территориях Белорецкого и Абзелиловского муниципальных об-

разований (перспектива развития спортивного, лечебно-оздоровительного, приключенческого, экологического видов туризма).

2. ТРК «Бурзянский» расположен на территориях Бурзянского и Кугарчинского районов (перспектива развития приключенческого, спортивного, событийного, культурно-познавательного, экзотического видов туризма).

3. ТРК «Нугуш» на территории Мелеузовского района (перспектива развития спортивного (водного), научно-познавательного, экологического видов туризма).

4. ТРК «Аслы-Куль» расположен на территории Давлекановского района (перспектива развития спортивного (водного), экологического видов туризма).

5. ТРК «Кандрыкуль» расположен на территории Туймазинского района (перспектива развития спортивного (водного), экологического видов туризма).

6. ТРК «Северо-восток» расположен на территории Салаватского района (перспектива развития спортивного (водного), лечебно-оздоровительного, научно-познавательного, приключенческого видов туризма).

7. ТРК «Павловское водохранилище» рас-

положен на территории Нуримановского и Карайдельского районов (перспектива развития спортивного (водного, горнолыжного), экологического видов туризма).

8. ТРК «Уфимский» расположен на территории городского округа г. Уфа, Уфимского, Чишминского, Иглинского и Кармаскалинского районов (перспектива развития конгрессного, культурно-познавательного, событийного, оздоровительного, экологического видов туризма).

В заключение следует подчеркнуть, что проведенный анализ современного состояния сферы туризма в Республике Башкортостан показал высокий инвестиционный потенциал данной отрасли, особенно в условиях военно-политического обострения, экономического и санкционного давления недружественных стран. В совокупности это создало предпосылки для развития внутреннего туризма как в стране в целом, так и в регионе в частности. В связи с этим хочется надеяться, что в недалеком обозримом будущем благодаря грамотно проводимой инвестиционной политике республика будет занимать лидирующие позиции среди туристических направлений Российской Федерации.

*Данное исследование выполнено в рамках государственного задания Уфимского федерального исследовательского центра РАН № 075-01134-23-00 на 2023 г. и на плановый период 2024 и 2025 гг.*

### Список литературы

1. Баянова, Л.Н. Оценка инвестиционной привлекательности Республики Башкортостан / Л.Н. Баянова, Ю.Р. Лутфуллин, Ю.Я. Рахматуллин // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2020. – № 4(106). – С. 104–106.
2. Информационный сайт «Башинформ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bashinform.ru/news/economy/2022-03-10/razvitie-vnutrennego-turizma-priobretaet-kriticheskuyu-znachimost-andrey-nazarov-2720931>.
3. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.fedstat.ru>.
4. Современное состояние и перспективы развития внутреннего и въездного туризма. – Москва : Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (экономический факультет), 2019. – 149 с.
5. Официальный ответ Министерства предпринимательства и туризма Республики Башкортостан на личное обращение через электронную приемную органов власти Республики Башкортостан от 02.12.2022 г. № М19-74. – С. 2–4.
6. Официальный сайт Правительства Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pravitelstvorb.ru/news/17745>.
7. Официальный сайт Правительства Республики Башкортостан [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pravitelstvorb.ru/news/16377>.
8. Официальный сайт Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по РБ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://bashstat.gks.ru/storage/mediabank/>

Investitsii\_v\_osnovnoi\_kapital\_po\_VED.pdf.

### References

1. Bayanova, L.N. Otsenka investitsionnoy privlekatel'nosti Respubliki Bashkortostan / L.N. Bayanova, YU.R. Lutfullin, YU.YA. Rakhmatullin // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2020. – № 4(106). – S. 104–106.
2. Informatsionnyy sayt «Bashinform» [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.bashinform.ru/news/economy/2022-03-10/razvitie-vnutrennego-turizma-priobretaet-kriticheskuyu-znachimost-andrey-nazarov-2720931>.
3. Yedinaya mezhvedomstvennaya informatsionno-statisticheskaya sistema [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.fedstat.ru>.
4. Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya vnutrennego i v"yezdnoogo turizma. – Moskva : Moskovskiy gosudarstvennyy universitet im. M.V. Lomonosova (ekonomicheskiy fakul'tet), 2019. – 149 s.
5. Ofitsial'nyy otvet Ministerstva predprinimatel'stva i turizma Respubliki Bashkortostan na lichnoye obrashcheniye cherez elektronnyuyu priyemnyuyu organov vlasti Respubliki Bashkortostan ot 02.12.2022 g. № M19-74. – S. 2–4.
6. Ofitsial'nyy sayt Pravitel'stva Respubliki Bashkortostan [Electronic resource]. – Access mode : <https://pravitelstvorb.ru/news/17745>.
7. Ofitsial'nyy sayt Pravitel'stva Respubliki Bashkortostan [Electronic resource]. – Access mode : <https://pravitelstvorb.ru/news/16377>.
8. Ofitsial'nyy sayt Territorial'nogo organa Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po RB [Electronic resource]. – Access mode : [https://bashstat.gks.ru/storage/mediabank/Investitsii\\_v\\_osnovnoi\\_kapital\\_po\\_VED.pdf](https://bashstat.gks.ru/storage/mediabank/Investitsii_v_osnovnoi_kapital_po_VED.pdf).

---

© Ю.Я. Рахматуллин, Л.Н. Баянова, Ю.Р. Лутфуллин, О.А. Мустафина, 2023

УДК 336.4

Т.А. СААДУЛАЕВА, В.Д. ЛУКИНА

ГКОУ ВО «Российская таможенная академия», г. Люберцы

## РАЗВИТИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА

*Ключевые слова:* инвестиции; инвестиционная безопасность; инвестиционная политика; основной капитал; финансово-экономическая безопасность государства; экономическая безопасность государства.

*Аннотация.* Инвестиции определены как капитал, распределение которого происходит под влиянием экономических процессов. Целью исследования данной предметной области является рассмотрение структуры и видов инвестиционной политики, что позволит определить масштаб воздействия мер инвестиционной политики на государственную экономику. Определена структура инвестиционной политики государства. Исходя из представленной структуры, определена ключевая цель реализации инвестиционной политики. Определены задачи инвестиционной политики, продиктованные ее целью и экономической ситуацией в стране. По результатам проведенного анализа рассмотрены ключевые показатели, выделяемые в соответствии с выбранной методикой оценки финансово-экономической безопасности государства с использованием индикаторов инвестиционной безопасности. Представлены некоторые показатели, способствующие углублению анализа и расширению представления об основных показателях инвестиционной деятельности. Представлен анализ основных показателей инвестиционной деятельности и косвенных показателей, отображающих реализацию инвестиционной политики Российской Федерации. Для достижения цели исследования произведена оценка влияния инвестиционной политики и, в частности, результатов ее реализации на состояния финансово-экономической безопасности государства. Ключевой проблемой, выявленной в рамках исследования, является недостаточная инвестиционная активность, определены ее причины. Предложены направ-

ления развития инвестиционной политики при обеспечении экономической безопасности государства.

### Введение

Инвестиционная политика государства, как правило, рассматривается в качестве составляющей части экономической политики, где изменения первой полностью аналогичны вариациям второй. Данный факт обусловлен определением инвестиций как капитала, распределение которого происходит под влиянием экономических процессов (размещение в соответствии с интересами выгодоприобретателя). Однако инвестиционную политику необходимо интерпретировать как инструмент воздействия на экономические процессы и на экономику в целом [1].

Целесообразным является в ходе исследования данной предметной области рассмотреть структуру и виды инвестиционной политики, что позволит определить масштаб воздействия мер инвестиционной политики на государственную экономику.

### Материалы и методы исследования

Инвестиционная политика государства имеет сложную многоплановую структуру. В структурном описании инвестиционной политики следует выделить инвестиционную политику государства, региональную и отраслевую инвестиционную политику, инвестиционную политику предприятия и некоторые другие ее виды [2]. Ключевая цель реализации инвестиционной политики состоит в реализации стратегии экономического и социального развития страны, а так-



Рис. 1. Инвестиции в основной капитал в % к ВВП за 2010–2021 гг. [8]

же в активизации инвестиционной деятельности и обеспечения инвестиционной привлекательности в отраслевом и региональном разрезе [3–4].

Задачи инвестиционной политики государства диктуются ее целью и экономической ситуацией в стране: выбор и поддержка развития отдельных регионов, муниципальных образований и видов экономической деятельности; поддержка развития малого и среднего бизнеса; обеспечение сбалансированного развития отраслей экономики; реализация различных программ общественных расходов; стимулирование развития экспортных производств; обеспечение конкурентоспособности отечественной продукции и т.д.

Механизм реализации инвестиционной политики государства включает: выбор источников и методов финансирования инвестиций; определение сроков и органов, ответственных за реализацию инвестиционной политики; создание нормативно-правовой базы для функционирования рынка инвестиций; создание условий для привлечения инвестиций [5–6].

Достижение цели инвестиционной политики, как и реализация перечисленных задач, осуществляются посредством применения широкого перечня инструментов. В рамках реализации инвестиционной политики могут широко использоваться инструменты денежно-кредитной политики (монетарные инструменты), бюджетной налоговой политики (фискальные стимулы), а также институциональные инструменты.

### Результаты исследования и их обсуждение

Результатами реализации инвестиционной политики выступают непосредственно показатели инвестиционной деятельности, которые наблюдаются на определенном временном промежутке. Анализ данных показателей способен отразить эффективность мер, реализуемых в рамках соответствующей государственной политики [7].

Динамика показателя инвестиций в основной капитал в процентах к валовому внутреннему продукту (ВВП) сводится к отражению совокупности затрат, направленных на воспроизводство основных фондов (новое строительство, расширение, а также реконструкция и модернизация объектов, которые приводят к увеличению их первоначальной стоимости, приобретение машин, оборудования, транспортных средств, затраты на формирование основного стада, многолетние насаждения и т.д.) (рис. 1).

Восстановление экономики и экономической активности, которое наблюдалось с 2016 г., позволило незначительно увеличить данный показатель. Учитывая, что в 2020 г. экономика претерпевала значительные изменения в связи с распространением коронавирусной инфекции и следующего за ним экономического кризиса, обратимся к сопоставлению темпов роста инвестиций в основной капитал и показателя валового внутреннего продукта, чтобы



Рис. 2. Темпы роста инвестиций в основной капитал и ВВП за 2010–2021 гг. [8]

определить природу значительного прироста инвестиций в основной капитал в конкретном периоде (рис. 2).

Темпы роста инвестиций в основной капитал и ВВП указывают на изменения данных показателей относительно равномерно друг к другу. В анализируемом периоде наблюдается схожая динамика изменения, однако колебания показателей инвестиций в основной капитал от среднего значения оцениваются как более значительные. В период 2020–2021 гг. достигнуты опережающие темпы роста инвестиций в основной капитал в сравнении с темпами роста валового внутреннего продукта, что отображает положительную динамику в инвестиционной сфере и может характеризовать стимулирование инвестиционной активности инструментами инвестиционной политики [9].

Ключевой проблемой, выявленной в рамках исследования, является недостаточная инвестиционная активность, приводящая к неудовлетворительным показателям по целому ряду индикаторов, используемых в анализе в соответствии с выбранной методикой. Среди причин относительно невысокой совокупной инвестиционной активности в стране стоит отметить: недостаточный спрос на продукцию; состояние технической базы организации; существующий режим налогообложения инвестиционной деятельности; колебания цен на мировом рынке энергоносителей; экономическую ситуацию на мировом рынке; сложный механизм получения

кредитов для реализации инвестиционных проектов; параметры курсовой политики в стране; высокий процент коммерческого кредита; недостаток собственных финансовых средств; неопределенность экономической ситуации в стране [10].

В разрезе анализируемых показателей низкая инвестиционная активность первоначально отражается на объеме инвестиций в основной капитал, что на практике формирует целый ряд ограничений, распространяющихся не только в рамках показателей оценки состояния финансово-экономической безопасности. В целом, сохранение недостаточного объема инвестиций в основной капитал обеспечивает эффект пролонгированного отставания экономического развития государства.

Выявленные в процессе обеспечения финансово-экономической безопасности государства проблемные вопросы инвестиционной политики требуют проработки в части совершенствования некоторых механизмов стимулирования инвестиционной активности. Рассмотрим конкретные направления совершенствования инвестиционной политики в разрезе выявленных проблем и предложим меры по их решению (табл. 1).

В отношении существующей проблемы недостаточной инвестиционной активности, в частности, влияющей на инвестиции в основной капитал, считается возможным использование двух стимулирующих механизмов.

**Таблица 1.** Направления развития инвестиционной политики при обеспечении финансово-экономической безопасности (ФЭБ) государства

Проблема инвестиционной политики в контексте обеспечения ФЭБ	Направление совершенствования (сфера реализации мер)	Рекомендуемые меры	Ожидаемый эффект
Низкая инвестиционная активность (в части инвестирования в основной капитал)	Кредитно-денежная	Использование льготного целевого кредитования для финансирования инвестиций в основной капитал на федеральном уровне	Качественное обновление основных фондов, снижение доли износа; повышение фактических значений показателей до пороговых показателей индикаторов инвестиционной безопасности, как следствие, повышение совокупного состояния ФЭБ
	Налогово-бюджетная	Совершенствование налоговых вычетов в размере инвестиционных затрат на основной капитал	
Недостаточный уровень расходов на науку и научное обслуживание		Использование субсидирования затрат на науку и научное обслуживание	Увеличение наукоемкой и высокотехнологичной продукции; повышение фактических значений показателей до пороговых показателей индикаторов инвестиционной безопасности, как следствие, повышение совокупного состояния ФЭБ

Первый механизм базируется на инструментах кредитно-денежной политики. На основе практики применения различных льготных механизмов кредитования и потенциала применения пониженных процентных ставок предлагается в качестве рекомендации проработка механизма предоставления льготных целевых кредитов с государственной поддержкой на покрытие расходов в основной капитал на федеральном уровне [1; 6]. Пилотный проект программы по целевому льготному кредитованию затрат на основные средства запущен в Москве в 2022 г. и показал высокую заинтересованность хозяйствующих субъектов.

Программы льготного кредитования широко используются в различных аспектах экономической деятельности как стимулирующий фактор. В данном случае изменение условий кредитования может стать стимулом для домохозяйств в части активизации их инвестиционной деятельности. Разработка кредитной линии по целевому кредитованию расходов в основной капитал может включать в себя: пониженные ставки для заемщиков; изменение правил оплаты платежей по кредиту, на-

пример, отсрочка платежа без последующего применения штрафных санкций к заемщику; возможность использования специальных условий рефинансирования кредита или возможность рефинансирования ранее выданных заемщику кредитных средств на более выгодных условиях.

### Выводы

Воздействие инвестиционной политики на экономические процессы охватывает множество смежных сфер экономики, оказывая стимулирующие и поддерживающие меры, инвестиционная политика способна стать фактором обеспечения экономического роста.

Базируясь на выявленных проблемах инвестиционной политики в контексте обеспечения экономической безопасности государства, мы рассмотрели направления совершенствования и разработали рекомендуемые меры, реализация которых направлена на повышение состояния инвестиционной безопасности в частности и финансово-экономической безопасности России в целом.

## Список литературы

1. Аникеенко, А.Е. Определение и место инвестиционной безопасности в системе обеспечения национальной безопасности России / А.Е. Аникеенко // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2022. – № 8. – С. 12–15.
2. Качанова, Л.С. Мониторинг качества финансового менеджмента в Федеральной таможенной службе России / Л.С. Качанова, Е.Ю. Гончарова // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2022. – № 11. – С. 243–246.
3. Экономическая безопасность государства на основе цифровой трансформации предприятий аграрного сектора / А.М. Бондаренко, Л.С. Качанова, О.А. Кузминова, О.Н. Афанасьева // Московский экономический журнал. – 2021. – № 10.
4. Совершенствование технологической составляющей экономической безопасности предприятия / А.М. Бондаренко, Л.С. Качанова, О.А. Кузминова, Т.А. Саадулаева // Московский экономический журнал. – 2021. – № 10.
5. Качанова, Л.С. Анализ и оценка влияния внутренних факторов на финансово-экономическую безопасность государства / Л.С. Качанова, А.А. Болдова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 10-4(73). – С. 115–118.
6. Саадулаева, Т.А. Оценка использования процедуры свободной таможенной зоны как инструмента обеспечения инвестиционной привлекательности Калининградской особой экономической зоны / Т.А. Саадулаева, А.Е. Аникеенко // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – № 8-3(71). – С. 191–194.
7. Качанова, Л.С. Сущность вызовов и угроз финансовой безопасности государства / Л.С. Качанова, С.Р. Иневаткина // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2022. – № 5-2(87). – С. 44–48.
8. Официальный сайт Евразийской экономической комиссии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://eec.eaeunion.org>.
9. Качанова, Л.С. Оценка влияния внешних факторов на финансово-экономическую безопасность государства / Л.С. Качанова, К.Е. Земецкая // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2022. – № 10-2(92). – С. 191–194.
10. Качанова, Л.С. Мониторинг и оценка уровня финансовой безопасности региона / Л.С. Качанова, В.А. Кузминов, Т.А. Саадулаева // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 9(134). – С. 528–531.

## References

1. Anikeenko, A.Ye. Opredeleniye i mesto investitsionnoy bezopasnosti v sisteme obespecheniya natsional'noy bezopasnosti Rossii / A.Ye. Anikeenko // Ekonomika i biznes: teoriya i praktika. – 2022. – № 8. – S. 12–15.
2. Kachanova, L.S. Monitoring kachestva finansovogo menedzhmenta v Federal'noy tamozhennoy sluzhbe Rossii / L.S. Kachanova, Ye.YU. Goncharova // Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii. – 2022. – № 11. – S. 243–246.
3. Ekonomicheskaya bezopasnost' gosudarstva na osnove tsifrovoy transformatsii predpriyatiy agrarnogo sektora / A.M. Bondarenko, L.S. Kachanova, O.A. Kuzminova, O.N. Afanas'yeva // Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal. – 2021. – № 10.
4. Sovershenstvovaniye tekhnologicheskoy sostavlyayushchey ekonomicheskoy bezopasnosti predpriyatiya / A.M. Bondarenko, L.S. Kachanova, O.A. Kuzminova, T.A. Saadulayeva // Moskovskiy ekonomicheskiy zhurnal. – 2021. – № 10.
5. Kachanova, L.S. Analiz i otsenka vliyaniya vnutrennikh faktorov na finansovo-ekonomicheskuyu bezopasnost' gosudarstva / L.S. Kachanova, A.A. Boldova // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i yestestvennykh nauk. – 2022. – № 10-4(73). – S. 115–118.
6. Saadulayeva, T.A. Otsenka ispol'zovaniya protsedury svobodnoy tamozhennoy zony kak instrumenta obespecheniya investitsionnoy privlekatel'nosti Kaliningradskoy osoboy ekonomicheskoy zony / T.A. Saadulayeva, A.Ye. Anikeenko // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i yestestvennykh nauk. – 2022. – № 8-3(71). – S. 191–194.

7. Kachanova, L.S. Sushchnost' vyzovov i ugroz finansovoy bezopasnosti gosudarstva / L.S. Kachanova, S.R. Inevatkina // *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika*. – 2022. – № 5-2(87). – S. 44–48.

8. Ofitsial'nyy sayt Yevraziyskoy ekonomicheskoy komissii [Electronic resource]. – Access mode : <https://eec.eaeunion.org>.

9. Kachanova, L.S. Otsenka vliyaniya vneshnikh faktorov na finansovo-ekonomicheskuyu bezopasnost' gosudarstva / L.S. Kachanova, K.Ye. Zemetskaya // *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika*. – 2022. – № 10-2(92). – S. 191–194.

10. Kachanova, L.S. Monitoring i otsenka urovnya finansovoy bezopasnosti regiona / L.S. Kachanova, V.A. Kuzminov, T.A. Saadulayeva // *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. – 2021. – № 9(134). – S. 528–531.

---

© Т.А. Саадулаева, В.Д. Лукина, 2023

УДК 331.53

Ю.А. САЛАВАТОВА, В.А. ГЕРБА

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск;

ФГБОУ ВО «Гжельский государственный университет», пос. Электроизлятор

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЗАТРАТ НА ИНФОРМАЦИОННУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ ПРЕДПРИЯТИЯ

*Ключевые слова:* информационная инфраструктура; кадры; предприятие; цифровая экономика.

*Аннотация.* Данная статья является продолжением научного исследования по теме кадрового обеспечения цифровой экономики. Цель исследования – комплексная оценка затрат на информационную инфраструктуру предприятия с учетом затрат в области подготовки кадров цифровой экономики. Гипотеза: повышение квалификации кадров цифровой экономики является обязательным атрибутом для расчета стоимости информационной инфраструктуры предприятия. Полученные результаты: понятие информационной инфраструктуры, показатель стоимости информационной инфраструктуры предприятия, пути снижения затрат на информационную инфраструктуру предприятия. В работе использованы общенаучные методы: анализ, синтез, диалектика.

Современный этап развития экономики называют цифровым [2; 4–6]. В условиях цифровизации для поддержания основных бизнес-процессов деятельности и повышения конкурентоспособности современные предприятия должны уделять повышенное внимание построению эффективной информационной инфраструктуры.

Под информационной инфраструктурой авторы понимают совокупность аппаратно-программных средств, информационных технологий, информационных ресурсов и доступа к ним с использованием информационно-телекоммуникационных технологий.

Взаимосвязь информационной инфраструктуры и деятельности предприятия рассматривают многие авторы научных статей.

А.Б. Анисифоров отмечает, что формирование и управление информационной инфраструктурой при помощи информационного менеджмента позволяет управлять эффективностью бизнеса [1].

А.А. Шинкарев определяет создание и использование информационной инфраструктуры важным фактором при решении задач бизнеса, таких как задача поиска информации и актуализации результатов [10].

Е.Е. Бизянов, Л.А. Мотченко выделяют в качестве важной задачи современного бизнеса управление эффективным развитием информационной инфраструктуры экономического объекта, классифицируя и описывая в своей работе возникающие при этом процессе эффекты [3].

Авторы данной статьи согласны, что при построении информационной инфраструктуры следует придерживаться метода детализации укрупненных ИТ-сервисов [7]. Это позволяет учитывать запросы конечных пользователей и связано с необходимостью разграничения прав и содержания предоставляемой им информации.

Крупные компании характеризуются сложной организационной и информационной внутренней структурой. Большой штат сотрудников следует обеспечить интегрированными друг с другом современными программными продуктами. На это приходится значительная часть операционных расходов. *Synergy Research Group* в своем отчете фиксирует рост мировых капитальных затрат на информационную инфраструктуру на 9 % в 2022 г. относительно предыдущего года [8].

В научно-исследовательской литературе и исследованиях консалтинговых компаний приводятся различные варианты расчета затрат на информационную инфраструктуру. Для анализа

затрат предприятия предлагается использовать показатель стоимости информационной инфраструктуры:

$$I = S + A * N_1 + P * N_2,$$

где  $S$  – стоимость технического оборудования и программного обеспечения, руб.;  $A$  – стоимость одного автоматизированного рабочего места, руб.;  $N_1$  – количество автоматизированных рабочих мест, шт.;  $P$  – стоимость повышения квалификации сотрудника, руб.;  $N_2$  – количество сотрудников, прошедших повышение квалификации, чел.

В силу стремительного и непрерывного развития ИТ-сферы при рассмотрении общих затрат на информационную инфраструктуру учет повышения квалификации сотрудников является обоснованным. Снижение затрат на информационную инфраструктуру достижимо за счет следующих факторов:

- переноса информационной инфраструктуры в облачные технологии;
- организации отказоустойчивой информационной инфраструктуры;
- использования аутсорсинга информаци-

онной инфраструктуры;

- переноса информационной инфраструктуры в дата-центр.

Предприятия могут использовать данные возможности как отдельно, так и комбинированно для достижения большего эффекта.

По мнению авторов, перенос ИТ-инфраструктуры в дата-центр является перспективным и востребованным средством снижения затрат, что подтверждает увеличение расходов компаний в мировом масштабе по данной статье на 11,4 % в 2021 г. по сравнению с 2020 г., в абсолютных показателях – \$216,34 млрд. Согласно прогнозам *Dell'Oro Group*, в 2027 г. глобальные капиталовложения в центры обработки данных достигнут \$400 млрд [8].

В результате можно сделать следующие выводы. Общие затраты предприятия включают затраты на информационную инфраструктуру. Учет затрат на повышение компетенций кадров цифровой экономики при оценке является обязательным аргументом. Оперативный учет затрат в данной сфере позволит не только оптимизировать затраты на цифровизацию бизнес-процессов, но и повысить эффективность управления затратами предприятия.

### Список литературы

1. Анисифоров, А.Б. Базовые принципы формирования, развития и эксплуатации информационной инфраструктуры предприятия в решении задач информационного менеджмента / А.Б. Анисифоров // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2019. – № 3. – С. 128–136.
2. Баранов, Д.Н. Сущность и содержание категории «Цифровая экономика» / Д.Н. Баранов // Вестник Московского университета имени С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. – 2018. – № 2. – С. 15–23.
3. Бизянов, Е.Е. Эффекты от инноваций в информационную инфраструктуру современного экономического объекта / Е.Е. Бизянов, Л.А. Мотченко // Экономический вестник Донбасского государственного технического института. – 2022. – № 12. – С. 50–57.
4. Бухтиярова, Т.И. Цифровая экономика: особенности и тенденции развития / Т.И. Бухтиярова // Бизнес и общество. – 2019. – № 1(21). – С. 22.
5. Василенко, Н.В. Цифровая экономика: концепции и реальность / Н.В. Василенко // Инновационные кластеры в цифровой экономике: теория и практика : Труды VIII научно-практической конференции с международным участием / Под редакцией А.В. Бабкина. – СПб : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2017. – С. 147–151.
6. Гретченко, А.А. Сущность цифровой экономики, генезис понятия «цифровая экономика» и предпосылки ее формирования в России / А.А. Гретченко // Наука и практика Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. – 2018. – Т. 10. – № 3(31). – С. 23–37.
7. Дубгорн, А.С. Идентификация ИТ-сервисов в рамках сервис-ориентированной архитектуры / А.С. Дубгорн, И.В. Ильин, О.Ю. Ильяшенко // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2018. – № 2(80). – С. 21–24.
8. ИКТ: мировой рынок [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.tadviser.ru>.
9. Салаватова, Ю.А. Кадры для цифровой экономики / Ю.А. Салаватова // Наука и бизнес:

пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 5(131). – С. 284–287.

10. Шинкарев, А.А. Об одном подходе к реализации информационной инфраструктуры обновляемого информационного поиска / А.А. Шинкарев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 5–11.

### References

1. Anisiforov, A.B. Bazovyye printsipy formirovaniya, razvitiya i ekspluatatsii informatsionnoy infrastruktury predpriyatiya v reshenii zadach informatsionnogo menedzhmenta / A.B. Anisiforov // Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya: Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment. – 2019. – № 3. – С. 128–136.

2. Baranov, D.N. Sushchnost' i sodержaniye kategorii «Tsifrovaya ekonomika» / D.N. Baranov // Vestnik Moskovskogo universiteta imeni S.YU. Vitte. Seriya 1: Ekonomika i upravleniye. – 2018. – № 2. – С. 15–23.

3. Bizyanov, Ye.Ye. Effekty ot innovatsiy v informatsionnyu infrastrukturu sovremennogo ekonomicheskogo ob'yekta / Ye.Ye. Bizyanov, L.A. Motchenko // Ekonomicheskiy vestnik Donbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo instituta. – 2022. – № 12. – С. 50–57.

4. Bukhtiyarova, T.I. Tsifrovaya ekonomika: osobennosti i tendentsii razvitiya / T.I. Bukhtiyarova // Biznes i obshchestvo. – 2019. – № 1(21). – С. 22.

5. Vasilenko, N.V. Tsifrovaya ekonomika: kontseptsii i real'nost' / N.V. Vasilenko // Innovatsionnyye klasteri v tsifrovoy ekonomike: teoriya i praktika : Trudy VIII nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem / Pod redaktsiyey A.V. Babkina. – SPb : Sankt-Peterburgskiy politekhnicheskii universitet Petra Velikogo, 2017. – С. 147–151.

6. Gretchenko, A.A. Sushchnost' tsifrovoy ekonomiki, genesis ponyatiya «tsifrovaya ekonomika» i predposylki yeye formirovaniya v Rossii / A.A. Gretchenko // Nauka i praktika Rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova. – 2018. – Т. 10. – № 3(31). – С. 23–37.

7. Dubgorn, A.S. Identifikatsiya IT-servisov v ramkakh servis-oriyentirovannoy arkhitektury / A.S. Dubgorn, I.V. Il'in, O.YU. Il'yashenko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : ТМБпринт. – 2018. – № 2(80). – С. 21–24.

8. ИКТ: мировoy рынок [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.tadviser.ru>.

9. Salavatova, YU.A. Kadry dlya tsifrovoy ekonomiki / YU.A. Salavatova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 5(131). – С. 284–287.

10. Shinkarev, A.A. Ob odnom podkhode k realizatsii informatsionnoy infrastruktury obnovlyayemogo informatsionnogo poiska / A.A. Shinkarev // Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Komp'yuternyye tekhnologii, upravleniye, radioelektronika. – 2021. – Т. 21. – № 1. – С. 5–11.

УДК 342.7

Ю.Г. СЛЕДЬ, А.А. ШАКИРОВА, У.К. АКРАМОВ

*Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Набережные Челны*

## МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ПРЕСТУПНОСТИ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ ДЕТЕЙ

*Ключевые слова:* молодежная политика; несовершеннолетние; образование.

*Аннотация.* Целью статьи является изучение вопроса проведения региональной молодежной политики с целью снижения уровня преступности молодежи. Задачи исследования: выделить основные меры снижения преступности несовершеннолетних. Методы: анализ научной литературы, обобщение и систематизация научных подходов, теорий и концепций. Результаты: уровень преступности несовершеннолетних, образование, мораль и политика будут в будущем зависеть от влияния таких институтов, как государство, семья и общество.

Одной из самых актуальных и острых проблем на сегодняшний день является преступность несовершеннолетних детей. Существует большое количество литературы для изучения несовершеннолетних правонарушителей, что дает представление об экономических, семейных и образовательных факторах и предпосылок совершения преступлений несовершеннолетними детьми.

Известно, что молодые люди являются одними из самых активных представителей в обществе, которые нуждаются в постоянной заботе и поддержке со стороны общества и государства.

Во многих странах, когда речь идет о развитии, существует так называемая «региональная молодежная политика», целью которой является создание самых высоких социальных условий и осведомленности среди молодежи, чтобы молодые люди могли участвовать в жизни общества, чтобы оказывать помощь и поддержку всей молодежи. Объектом исследования являются молодые и незрелые граждане. В предмет исследования входит реализация молодежной политики в регионе, ее роль и эффективность на

данный момент.

В нашей стране государственную молодежную политику целесообразно рассматривать как самостоятельную отрасль деятельности государства. Многочисленные молодежные и политические организации для нужд молодежи проводили просветительскую деятельность и пытались привить молодежи свои идеи, научить молодежь духу современной гражданственности. Тем самым молодежные организации пытались влиять на проблемы молодежи в разных сферах жизни. С самого начала политические и корпоративные молодежные организации также играли важную роль в детской и молодежной политике. В целом, молодежная политика – это работа общественных организаций и реализация направлений молодежной работы по внедрению идеи молодежной политики, которая направлена на формирование социальных условий в результате активного взаимодействия таких институтов, как государство, гражданское общество и молодежные объединения. С целью снижения уголовных преступлений среди несовершеннолетних в России, к которым в соответствии со статьей 88 УК РФ относятся лица в возрасте от 14 до 18 лет, на сегодняшний день перед молодежной политикой ставятся следующие основные задачи: развивать базу для молодежи, усердно трудиться, чтобы участвовать в работе и экономической деятельности, организовывать мероприятия для демонстрации инноваций и создания новых рабочих мест, поощрять интерес молодежи к изучению правовой системы, организовывать региональные молодежные обмены, общественное просвещение, патриотическое воспитание и т.д. [1].

Рассмотрение и изучение данного вопроса позволяют понять социальные условия и идеи, лежащие в основе молодежной политики в различных контекстах и ситуациях, социальное положение молодежи в разное время, и объяснить,

как общество решает проблемы молодежи. Понимание процесса, достижение целей исследования помогают нам понять характеристики современной молодежной политики.

Согласно статье 88 части 1 УК России государством установлены различные виды наказания для детей, приговоренных к исправительным и принудительным работам. Это можно объяснить тем, что государство нацелено на образование осужденных детей с возможностью реабилитации и перевоспитания со стороны государственного управления. Так, в 2019 г. в Иркутском областном суде был осужден С., который обвинялся в совершении трех личных краж у чужих лиц группой лиц по предварительному сговору, причинивших крупный вред гражданам. На момент совершения преступления гражданин С. был несовершеннолетним. По статье 88 части 3 юноша был приговорен к 150 часам принудительных работ.

Молодежная политика также активно развивается и в других странах, в каждой из которых имеет свои отличительные черты.

Например, в Финляндии молодежные организации также играли важную роль в политике в отношении детей и молодежи после обретения Финляндией независимости в 1917 г. и трагической Гражданской войны. Среди прочего, проблемы, связанные с количеством сирот и бедностью, были значительными. В целом, молодежная политика была задачей движений и организаций гражданского общества за годы до государственного управления молодежной работой и за десятилетия до того, как была запущена концепция молодежной политики.

Работали молодежные сообщества, которые одновременно выступали за молодежную работу. Совет финских молодежных организаций был более смелым в вопросах молодежной политики, в совет входило более 50 организаций-членов, были созданы постоянные и временные комитеты, назначаемые советом, и они претворяли в жизнь планы, касающиеся проблем молодежи, таких как безработица среди молодежи и временное увеличение рождаемости после войны. Фактически «бэби-бум» стал главным катализатором финской молодежной политики в 1950-х и 1960-х гг. Забота, образование, трудоустройство, жилье и интеграция поколения бэби-бума были ключевой задачей молодежной политики с исторической точки зрения.

Совет финских молодежных организаций различными способами и посредством предло-

жений и советов пытался влиять на досуг молодежи, чтобы развивать и уточнять ее интересы. В течение первых 15 лет своего существования Совет финских молодежных организаций был ключевым агентом в решении проблем молодежи на межсекторальной основе. На рубеже 1950-х и 1960-х гг. в Финляндии в большей степени укрепилась идея более комплексной и программной молодежной политики. За этим развитием стояли как иностранные, так и внутренние влияния.

Например, если говорить о молодежной политике в Америке, самое главное здесь – это сама молодежь, которая ставит перед собой собственные цели. Главный вопрос в США заключается в том, что государство хотя бы частично участвует в разработке молодежной политики, что может повлиять на уровень преступности в стране. Этим занимаются профсоюзы и некоммерческие организации. Социальные услуги для молодежи в США осуществляются через государственные и федеральные программы поддержки молодежи. Практически каждый департамент или ведомство в США так или иначе занимается решением проблем, связанных с молодежью, например, Министерство труда занимается вопросами, связанными с трудоустройством молодежи, Министерство юстиции занимается правонарушениями несовершеннолетних. Сегодня в США одним из направлений молодежной политики является занятость молодежи, влияние которого достигло самого низкого уровня. Спорт, церкви и политические организации также играют здесь важную роль. Что касается правовой системы, то в США особое внимание уделяется поддержке слабых и обездоленных молодых людей и несовершеннолетних, которые часто являются донорами в коммерческих и некоммерческих целях.

Молодежная политика Германии реализует деятельность, связанную с социальной и молодежной работой, созданием условий для патриотизма и духовно-нравственного воспитания, развитием молодых умов, профессионалов и возможности роста. Молодежная политика ФРГ сосредоточена на социально-экономическом положении молодежи, проблемах безработной молодежи и иностранцев в общественной жизни, работе с малообеспеченными группами молодежи, инвалидами и малолетними детьми. В соответствии с этим сформирован активный образ жизни, который готов участвовать в политических делах страны и региональных мероприя-

тиях среди немецкой молодежи. Правительство Германии занимается молодежными группами, что позволяет ему максимально регулировать общественную безопасность в стране и снижать количество преступлений несовершеннолетних.

В целом, мы видим, что во многих странах на протяжении десятилетий молодежная политика была задачей движения и организации гражданского общества, государственного управления молодежной работой на основе концепции молодежной политики.

То, какие молодые люди, их уровень образования, мораль и политика, будет в будущем зависеть от влияния таких институтов, как государство, семья и общество. Необходимо продолжать искать пути решения проблем, использовать новые методы и подходы, разрабатывать

программы по работе с молодежью, совершенствовать правовую систему, активно привлекать молодежь в возрасте до 18 лет к участию в общественной деятельности и жизни в стране, что нормализует отношения с законом и снижает уровень преступности несовершеннолетних [2].

Основываясь на вышеуказанном исследовании, мы предлагаем следующее: усилить способность заботиться о молодых людях из бедных семей, сиротах, предоставляя большую защиту и помощь, а также осуществляя региональный обмен, участвуя в различных и уникальных научных мероприятиях, ввести школьные программы, основанные на патриотизме и праве, с целью воздействия на формирование правовой базы граждан с юных лет, увеличить уровень занятости молодежи.

### Список литературы

1. Меркулов, П.А. Формирование молодежной политики в Российской Федерации / П.А. Меркулов, А.Л. Елисеев // Среднерусский вестник общественных наук. – 2014. – № 3(33). – С. 301–305.
2. Смолева, Е.О. Преступность несовершеннолетних: состояние и тенденции / Е.О. Смолева // Вопросы территориального развития. – 2013. – №. 10(10). – С. 3.

### References

1. Merkulov, P.A. Formirovaniye molodezhnoy politiki v Rossiyskoy Federatsii / P.A. Merkulov, A.L. Yeliseyev // Srednerusskiy vestnik obshchestvennykh nauk. – 2014. – № 3(33). – S. 301–305.
2. Smoleva, Ye.O. Prestupnost' nesovershennoletnikh: sostoyaniye itendentsii / Ye.O. Smoleva // Voprosy territorial'nogo razvitiya. – 2013. – №. 10(10). – S. 3.

---

© Ю.Г. Следь, А.А. Шакирова, У.К. Акрамов, 2023

УДК 343.344

*Р.Г. ХАЙРУЛЛИНА, И.А. АХМАДУЛЛИНА, Е.С. ЩИГОРЦОВА*  
*Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)*  
*федеральный университет», г. Набережные Челны*

## ОСОБЕННОСТИ ОБЪЕКТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ КОНТРАБАНДЫ СТРАТЕГИЧЕСКИ ВАЖНЫХ ТОВАРОВ И РЕСУРСОВ

*Ключевые слова:* контрабанда; нормы уголовного законодательства; преступления в сфере таможенного дела; стратегически важные ресурсы; стратегически важные товары; уголовная ответственность.

*Аннотация.* Цель данной статьи заключается в описании характеристик объективных признаков контрабанды отдельных видов товаров, характеристик элементов состава указанного преступления. Методы: анализ научной и юридической литературы, сопроводительной документации. Результаты: в ходе проведенного анализа указанного состава преступления делаются соответствующие выводы: в случае контрабанды оружия и оружия массового поражения нет дифференциации уголовной ответственности, так как законодатель не определяет, как предмет контрабанды гражданское огнестрельное гладкоствольное оружие, его части и боеприпасы к нему.

Состояние национальной безопасности государства непосредственно находится в зависимости от ее финансовых возможностей.

Система управления рисками в таможенном деле в данном случае берет за основу своей деятельности сам факт преступления, то есть информация как один из элементов системы указывает на событие (в данном случае контрабанду), которое можно устранить в целях экономической безопасности. Однако, действуя в рамках только лишь системы, невозможно быстро среагировать на готовящееся преступление, в своевременной реакции играют роль профессионализм, внимательность сотрудника таможенных органов.

Необходимо отметить, в чем же заключается актуальность данного вида контрабанды для

экономической безопасности Российской Федерации, а также ее граждан и таможенных органов в специфике их деятельности.

У каждого объекта контрабанды своя особенность и актуальность. С целью контрабанды происходят почти все крупные хищения, браконьерство, должностные правонарушения. Единичные типы контрабанды причиняют колоссальный урон экономике государства: это контрабанда биологических ресурсов, металлов, стратегических товаров, культурных ценностей [1].

В связи с актуальностью и злободневностью данного вида контрабанды необходимо рассмотреть подробно состав преступления, выявить все причины контрабанды и способы ее устранения.

Говоря об объекте данного вида контрабанды, необходимо отметить, что он довольно обширен и затруднителен для понимания и распознавания для сотрудников таможенных органов в виду множества предметов в ее диспозиции.

В качестве вспомогательного непосредственного объекта этого преступления выступают взаимоотношения, которые определяют определенную процедуру передвижения посредством пересечения таможенной границы либо государственной границы предметов, указанных в названной статье Уголовного кодекса (УК) РФ.

В качестве непосредственного предмета указанного состава преступления выступают предметы, незаконно перемещаемые через таможенную границу Евразийского экономического союза (ЕАЭС), перечисленные в диспозиции указанной статьи. К ним относятся предметы, которые могут быть использованы при разработке орудия массового поражения и способов доставки таких материалов.

Понятие и перечень каждого из этих предметов указаны в соответствующих нормативно-правовых актах.

При этом заменители сильнодействующих и ядовитых веществ практически не относятся к запрещенным к обороту. Данным обстоятельством, безусловно, пользуются различные преступные группы, которые преследуют своей целью не только продажу таких товаров на территории России, но и перевозку их на территорию стран-членов ЕАЭС без применения к ним каких-либо правовых мер. Однозначно можно сказать, что включение аналогов в перечень, утвержденный законодателем, не решит данную проблему. Такие вещества можно определить только экспертными организациями.

Стратегические товары – отдельные типы товаров, чаще всего оружие, автомобили, сырьевые материалы, спецоборудование, ноу-хау, технологии, вывоз которых контролируется, ограничивается и в том числе запрещается, для того чтобы предотвратить ущерб для государственной безопасности и экономики государства как владельца продукта либо услуги.

Для ядерных материалов также существует перечень, утвержденный законодательством. То есть данные материалы подвергаются тщательному контролю со стороны таможенных органов, и попытка перемещения таких материалов будет признаваться как контрабанда ядерных материалов.

Понятие огнестрельного оружия и его частей содержится в Федеральном Законе «Об оружии» № 150-ФЗ и является исчерпывающим. Также законодательство выделяет следующие виды оружия: холодное, метательное, пневматическое, газовое.

При контрабанде оружия первоначально несоблюдение общественной безопасности, которая и считается ее главным непосредственным объектом. В сравнении с контрабандой товарной (экономической) контрабанда оружия характеризуется иными признаками проявления общественной опасности указанного преступления.

В таком случае из списка объектов контрабанды «исключаются» стратегически важные товары и ресурсы, а, кроме того, и культурные ценности, включенные в ст. 226.1 УК РФ, очевидно, по остаточному принципу.

К оружию не причисляются изделия, сертифицированные в свойстве изделий хозяйственно-бытового и промышленного назначения,

спортивные снаряды, которые конструктивно схожи с оружием.

Особая угроза контрабанды оружия массового поражения состоит в том, что, владея разрушительной силой, они при неумелом, а тем более противозаконном, применении формируют опасность для существования и здоровья людей, причиняют значительный вред безопасности и иным интересам общества не только Российской Федерации, но и иностранных государств.

Переходя к контрабанде культурных ценностей, необходимо отметить в первую очередь определение данного предмета.

Культурные ценности – это предметы вещественной и духовной деятельности человека, которые располагают общественно-полезными особенностями и характеристиками, вследствие которых могут удовлетворяться различные потребности людей. К примеру, это исторические и археологические ценности и т.п. [2].

Также к предмету указанной статьи УК РФ относятся ценные животные и водные биологические ресурсы. Перечень названных предметов включен в Красную книгу Российской Федерации. Нелегальная торговая деятельность редкими животными считается одним из максимально прибыльных типов теневого бизнеса.

Объективная сторона преступления проявляется в действии, которое характеризуется как перемещение (с нарушением норм действующего законодательства) через таможенную границу Евразийского экономического союза предметов контрабанды.

В данной статье доказательству подлежит такой признак, как место. Это таможенная граница Евразийского экономического союза или государственная граница Российской Федерации с участниками ЕАЭС.

Таким образом, проведя анализ данного вида контрабанды, можно сделать несколько выводов.

Указанный состав контрабанды, вне всякого сомнения, является опасным преступлением не только для экономики страны, но и для жизни и здоровья граждан, а также в случае контрабанды животных и водных биологических ресурсов – для национального богатства Российской Федерации. Также можно выделить некоторые недостатки ст. 226.1 УК РФ.

В случае контрабанды оружия и оружия массового поражения нет дифференциации

уголовной ответственности, что несет дополнительную опасность для реализации норм уголовного права, где указана справедливость наказания в качестве признака, что в случае сравнения степени опасности «обычного» оружия и оружия массового поражения несопоставимо.

Законодательство не определяет как предмет контрабанды гражданское огнестрельное гладкоствольное оружие, его части и боеприпасы к нему, что делает невыполнимым привлечение к ответственности согласно нормам уголовного кодекса РФ за контрабанду таких предметов.

### Список литературы

1. Хайруллина, Р.Г. Необходимость унификации норм уголовного законодательства о контрабанде государств-членов Таможенного союза / Р.Г. Хайруллина // Наука Красноярья. – 2017. – Т. 6. – № 3-2. – С. 44–49.
2. Марданова, Г.Р. Уголовно-правовая характеристика невозвращения на территорию Российской Федерации культурных ценностей / Г.Р. Марданова, Р.Г. Хайруллина // Наука Красноярья. – 2017. – Т. 6. – № 4-3. – С. 26–32.

### References

1. Khayrullina, R.G. Neobkhodimost' unifikatsii norm ugovnogo zakonodatel'stva o kontrabande gosudarstv-chlenov Tamozhennogo soyuza / R.G. Khayrullina // Nauka Krasnoyar'ya. – 2017. – Т. 6. – № 3-2. – S. 44–49.
2. Mardanova, G.R. Ugolovno-pravovaya kharakteristika nevozvrashcheniya na territoriyu Rossiyskoy Federatsii kul'turnykh tsennostey / G.R. Mardanova, R.G. Khayrullina // Nauka Krasnoyar'ya. – 2017. – Т. 6. – № 4-3. – S. 26–32.

---

© Р.Г. Хайруллина, И.А. Ахмадуллина, Е.С. Щигорцова, 2023

УДК 336.62

*К.А. СМЕЛКОВ**ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого», г. Санкт-Петербург*

---

## **ОЦЕНКА СТОИМОСТИ БИЗНЕСА: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

---

*Ключевые слова:* бизнес; машинное обучение; оценка; стоимость.

*Аннотация.* Цель исследования заключается в рассмотрении особенностей современных технологий и подходов к оценке стоимости бизнеса. Задачи: 1) формализация предмета оценки в процессе анализа стоимости бизнеса; 2) изучение традиционных подходов к оценке, их возможностей и сфер применения; 3) исследование прогрессивных методик оценки, основанных на алгоритмах машинного обучения. Методы: группировка, сравнительный анализ, синтез, обобщение, систематизация, индукция, дедукция. В результате исследования обозначены современные подходы к выбору предмета оценки в процессе анализа стоимости бизнеса. Детально рассмотрены различные приемы и оценки, которые могут использоваться для новых, действующих предприятий или тех, которые планируют выйти с рынка. Выводы: применение конкретного методического приема оценки стоимости бизнеса зависит от его особенностей, поставленных целей и рыночной ситуации.

---

Сегодня компании работают в условиях жесткой конкуренции, когда на рынках быстро появляются новые участники с инновационными способами предоставления продуктов и услуг. Если эти компании не могут быстро реагировать на появление новых конкурентов, они рискуют потерять клиентов и долю рынка, что поставит под угрозу доходы и прибыльность [6]. Поэтому в таких условиях большинству предприятий необходимо изменить свои бизнес-процессы или стратегию выхода на рынок, чтобы не только управлять ими в краткосрочной перспективе, но и становиться сильнее.

В данном контексте особую значимость приобретает оценка стоимости бизнеса, которая

позволит определить возможности для оптимизации, увеличения доходов и снижения рисков, повышения качества и удовлетворенности клиентов, а также сокращения операционных расходов. Оценка стоимости бизнеса важна как для потенциальных инвесторов, так и для собственников компании, соответственно, она может включать мониторинг эффективности управления компанией, анализ структуры ее капитала, изучение перспектив будущих доходов или рыночной стоимости активов [2; 4]. Инструменты, используемые для оценки, могут различаться у разных оценщиков, компаний и отраслей. Общие подходы включают анализ финансовой отчетности, модель дисконтирования денежных потоков и сравнение аналогичных компаний.

Таким образом, актуализация оценки стоимости компании как инструмента решения многих задач, стоящих перед субъектами рыночных отношений, предполагает углубленное изучение теоретических основ оценочной деятельности в целом и методологического аппарата в частности, что и обуславливает выбор темы данной статьи.

Проблемы оценки бизнеса и инвестиционной привлекательности предприятий исследовались многими известными учеными, в частности А.Ю. Колеговой, О.В. Антиповой, В.Б. Дасковским, В.Б. Киселевым.

Особенности учета отраслевой специфики в процессе оценки стоимости компании и выпуска ее ценных бумаг на рынок нашли свое отражение в работах А.Г. Садовой, М.С. Поповой, И.С. Бабича, Е.В. Максимчука.

Однако, несмотря на наличие большого количества научных работ, в которых раскрываются вопросы оценки инвестиционной привлекательности предприятий, ряд проблемных моментов требует более детальной проработки и анализа. Так, следует отметить, что существующие методические подходы в недостаточной степени учитывают реалии глобализации



Рис. 1. Подходы к оценке стоимости бизнеса

и перспективность инновационного развития предприятий в условиях цифровой экономики. Кроме того, отдельного внимания заслуживают возможности использования интеллектуального анализа в процессе определения инвестиционной привлекательности предприятия.

Таким образом, цель статьи заключается в рассмотрении особенностей современных технологий и подходов к оценке стоимости бизнеса.

Прежде чем приступить к анализу методов и подходов, с помощью которых оценивается стоимость бизнеса, представляется целесообразным четко формализовать, что именно является предметом оценки.

Кодексы корпоративного управления во многих странах мира ввели термин «интегрированная долгосрочная стоимость». Интегрированная стоимость включает в себя управление и сбалансирование финансовых, социальных и экологических аспектов ценности компаний. Измерение воздействия направлено на определение социальной и экологической ценности наряду с финансовой ценностью [3]. Это связано с ожиданиями общества относительно того, что компании будут включать социальные и экологические ценности в свои стратегии и бизнес-модели, чтобы обеспечить свою конкурентоспособность на рынке и устойчивые возможности дальнейшего развития.

На сегодняшний день в процессе оценки стоимости компании как действующего субъекта хозяйствования на рынке используются три

основных метода оценки: 1) анализ дисконтированного денежного потока (*DCF*); 2) анализ сопоставимых компаний; 3) рыночный подход (рис. 1). Это наиболее распространенные методы оценки, используемые в инвестиционно-банковской деятельности, исследованиях акционерного капитала, прямых инвестициях, корпоративном развитии, слияниях и поглощениях (*M&A*), выкупах с использованием заемных средств (*LBO*) и в большинстве областей финансов.

1. Подходы, основанные на активах. Методы оценки, относящиеся к этой группе, анализируют стоимость компании исходя из имеющихся в распоряжении материальных активов, включая оборудование, недвижимость, инвентарь, а также нематериальные активы, такие как программное обеспечение, лицензии, патенты и интеллектуальная собственность. Существуют различные методы оценки активов, но при любом из них необходимо подсчитать оценочную стоимость всего, чем владеет компания. Данная группа методов используется, когда бизнес планируется продать полностью или закрыть, поскольку они позволяют понять, сколько инвесторы или владельцы получат, если все активы компании будут проданы [5].

2. Метод дисконтированных денежных потоков. Этот метод прогнозирует будущий денежный поток компании, а затем «дисконтирует» эту сумму, принимая во внимание инфляцию и неопределенность бизнеса, чтобы получить его текущую стоимость. Данный метод

хорошо подходит для новых компаний, которые еще не являются прибыльными, но имеют потенциал для получения высоких доходов в будущем.

3. Рыночный подход. Подобно анализу рынка недвижимости рыночный процесс оценки бизнеса определяет стоимость компании на основе «сравнений», т.е. оценок бизнеса сопоставимых компаний. Чтобы использовать этот метод, лицо, проводящее оценку, изучает покупки и продажи сопоставимых компаний или других активов в той же отрасли. Затем используются поправочные коэффициенты, которые учитывают различия между ними, например, местоположение или размер. Этот метод может быть полезен для быстрорастущих компаний, которые хотят лучше понять свою ценность, или для компаний, которые хотят быть проданными.

Одним из инновационных и прогрессивных подходов к оценке стоимости бизнеса является использование интеллектуального анализа данных на базе нейросетевого моделирования.

Популярность данного метода связана с тем, что определение стоимости молодых компаний на рынке или стартапов на ранней стадии в большинстве случаев очень сложно из-за ограниченности исторических данных, незначительного или нулевого дохода, неопределенности рынка и многого другого. Таким образом, традиционные методы оценки, такие как дисконтированный денежный поток или мультипликатор (*ССА*), часто приводят к неверным результатам. В данном случае используются алгоритмы машинного обучения для прогнозирования справедливой, основанной на данных и понятной оценки стоимости компании [1].

Чтобы построить модель машинного обучения и получить значимые результаты, необходимо иметь надежную базу данных. В этом случае окончательный набор аналитических данных представляет собой комбинацию общедоступных и частных анонимных источников данных.

Затем необходимо объединить различные данные и провести их нормализацию, поскольку, поступая из различных источников, они могут иметь разные единицы измерения. Идея нормализации состоит в том, чтобы привести числовые значения к общей шкале. Это необходимо, например, для того чтобы объединить численность персонала и доход компании в единой модели оценки.

Базовая прикладная модель машинного обучения для оценки бизнеса, которая применяется на сегодняшний день, учитывает только структурированные данные о производительности компании. Важные факторы, которые обычно сильно влияют на инвестиционную оценку, такие как опыт управленческой команды, технологическое преимущество, рост операционного рынка и многие другие, пока в рамках модели не учитываются.

Имеющиеся на сегодняшний день исследования показывают, что при небольшом количестве структурированных данных о частных и публичных компаниях простая регрессионная модель способна дать полезную оценку. Для дальнейшего развития модели машинного обучения и повышения ее производительности необходимо учитывать неструктурированные данные из упомянутых выше областей в сочетании с дополнительными индикаторами роста, что в результате позволит значительно повысить производительность модели.

Таким образом, подводя итоги, можно сделать следующий вывод. В настоящее время существует большое количество различных подходов к оценке стоимости компании. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, сферу применения и условия использования. Однако необходимо акцентировать внимание на том, что хотя, в целом, методики могут быть применены в разных ситуациях для любых предприятий, в некоторых случаях конкретный подход целесообразно адаптировать, используя именно те показатели, которые действительно будут наиболее релевантными целям оценки.

## Список литературы

1. Бурдина, А.А. Оценка стоимости бизнеса с учетом стратегического риска / А.А. Бурдина // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2020. – № 3. – С. 89–93.
2. Гилева, Д.В. Проблемы методов оценки стоимости бизнеса в условиях цифровой трансформации / Д.В. Гилева // Современная школа России. Вопросы модернизации. – 2022. – № 1-2(38). – С. 20–21.
3. Градус, А.Е. Оценка стоимости бизнеса: подходы, методология определения стоимости

предприятия / А.Е. Градус // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. – 2022. – № 12(216). – С. 14–18.

4. Дубровская Т.В. Исследование процесса оценки инновационного потенциала / Т.В. Дубровская, Л.Н. Ридель, И.В. Шадрина, Е.В. Костоунова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 11(137). – С. 44–46.

5. Лебедева, А.Л. Корпоративные финансы и оценка стоимости бизнеса / А.Л. Лебедева // Экономика и социум. – 2022. – № 4-3(95). – С. 3–8.

6. Спиридонова, Е.А. Применение современных методов оценки бизнеса при оценке и управлении стоимостью результатов интеллектуальной деятельности / Е.А. Спиридонова, А.А. Носов // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 12(137). – С. 1042–1047.

### References

1. Burdina, A.A. Otsenka stoimosti biznesa s uchetom strategicheskogo riska / A.A. Burdina // RISK: Resursy, Informatsiya, Snabzheniye, Konkurenciya. – 2020. – № 3. – С. 89–93.

2. Gileva, D.V. Problemy metodov otsenki stoimosti biznesa v usloviyakh tsifrovoy transformatsii / D.V. Gileva // Sovremennaya shkola Rossii. Voprosy modernizatsii. – 2022. – № 1-2(38). – С. 20–21.

3. Gradus, A.Ye. Otsenka stoimosti biznesa: podkhody, metodologiya opredeleniya stoimosti predpriyatiya / A.Ye. Gradus // Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom. – 2022. – № 12(216). – С. 14–18.

4. Dubrovskaya T.V. Issledovaniye protsessa otsenki innovatsionnogo potentsiala / T.V. Dubrovskaya, L.N. Ridel', I.V. Shadrina, Ye.V. Kostoustova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 11(137). – С. 44–46.

5. Lebedeva, A.L. Korporativnyye finansy i otsenka stoimosti biznesa / A.L. Lebedeva // Ekonomika i sotsium. – 2022. – № 4-3(95). – С. 3–8.

6. Spiridonova, Ye.A. Primeneniye sovremennykh metodov otsenki biznesa pri otsenke i upravlenii stoimost'yu rezul'tatov intellektual'noy deyatel'nosti / Ye.A. Spiridonova, A.A. Nosov // Ekonomika i predprinimatel'stvo. – 2021. – № 12(137). – С. 1042–1047.

УДК 339; 5.2.5

*Т.А. ИЗУТИНА*

*ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», г. Москва*

## ВЛИЯНИЕ САНКЦИОННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА РАСШИРЕНИЕ ТОРГОВЛИ РОССИИ НЕСЫРЬЕВЫМИ НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ТОВАРАМИ СО СТРАНАМИ ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ И КАРИБСКОГО БАССЕЙНА

*Ключевые слова:* несырьевой экспорт; расширение экспорта; Российская Федерация; страны Латинской Америки и Карибского бассейна; товары.

*Аннотация.* Целью исследования является рассмотрение вопроса влияния санкционных ограничений со стороны западных стран и утверждения перечней «недружественных» стран на торговлю Российской Федерации несырьевыми неэнергетическими товарами со странами Латинской Америки и Карибского бассейна (ЛАК). Основными задачами являются анализ импорта странами ЛАК отечественных товаров за период 2020–2022 гг., в том числе несырьевых, а также рассмотрение изменений по отдельным товарным группам. Гипотезой исследования является допущение, что объемы торговли несырьевыми неэнергетическими товарами в 2022 г. возросли по сравнению с предыдущими периодами. В качестве ключевых методов исследования использованы анализ и сравнение. По итогам проведенного исследования определены потенциальные возможности для наращивания объемов несырьевого неэнергетического экспорта в регион, в том числе даны рекомендации по стимулированию торговли с латиноамериканскими партнерами.

Украинские события февраля 2022 г. стали причиной многократного усиления санкционного давления на Российскую Федерацию со стороны стран Европейского Союза, США, ряда стран Азии и иных государств, обусловили уход значительного числа транснациональных компаний с российского рынка.

В качестве одной из ответных мер Правительством Российской Федерации был ут-

вержден перечень так называемых «недружественных» стран [1], торгово-экономические отношения с которыми хотя и не относятся к категории невозможных для российских компаний, тем не менее в настоящее время представляются достаточно затруднительными.

В целях минимизации негативных последствий для российской экономики и обеспечения сбыта российских товаров на иностранные рынки Правительством Российской Федерации была развернута масштабная работа по обеспечению переориентации отечественного экспорта на рынки стран Азии, Африки и Латинской Америки, которые не присоединились к антироссийским экономическим санкциям. Особенно важным такой разворот представляется для несырьевых неэнергетических товаров, экспорт которых до 2022 г. показывал устойчивый стабильный рост.

Учитывая изложенное, предложенная автором тема исследования является актуальной, в том числе в связи тем, что торговое взаимодействие России со странами Латинской Америки сегодня является стратегически приоритетным в контексте общего изменения парадигмы долгосрочного сотрудничества России с мировым сообществом в торговой сфере.

Вопросы торговых взаимоотношений России и стран ЛАК рассмотрены в работах В.К. Медины Гонсалес и Р.Н. Торо Бельотта [2], П.П. Яковлева [4], И.А. Чувычкиной [3], однако исследования изменения экспорта России на рынки стран Латинской Америки и Карибского бассейна, и в том числе в разрезе несырьевых неэнергетических товаров, в условиях санкций 2022 г. в настоящее время отсутствуют.

Рассмотрим изменения общего объема импорта стран ЛАК из России в период 2020–2022 гг. (рис. 1) [6].



Рис. 1. Изменения стоимостных объемов импорта товаров из РФ странами ЛАК (составлено автором на основе данных ITC Trademap)

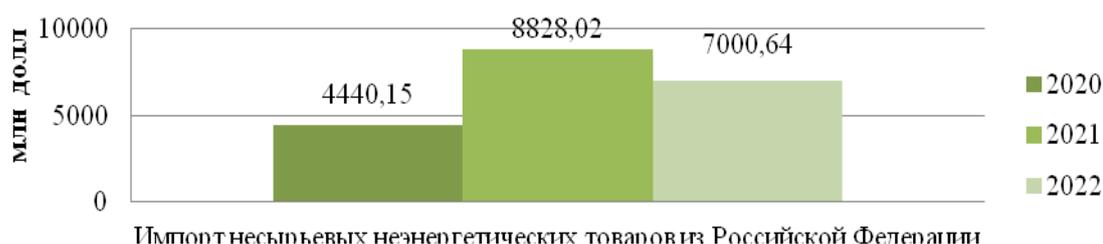


Рис. 2. Изменения стоимостных объемов импорта несырьевых неэнергетических товаров из РФ странами ЛАК (составлено автором на основе данных ITC Trademap)

Таблица 1. Изменение объемов поставок по отдельным несырьевым неэнергетическим товарам на рынки стран ЛАК (составлено автором на основе данных ITC Trademap)

№	Код ТН ВЭД с наименованием товарной позиции	2021 г.	2022 г.	Значения роста, п.п.
1	3 104 «Удобрения минеральные или химические, калийные»	1 525,11	2 477,94	62,48
2	3 105 «Удобрения минеральные или химические, содержащие два или три питательных элемента: азот, фосфор и калий; удобрения прочие...»	1 938,15	2 464,19	27,14
3	1 001 «Пшеница и меслин»	64,12	98,88	54,21
4	7 225 «Прокат плоский из прочих легированных сталей, шириной 600 мм или более»	35,8	44,80	25,21
5	8 704 «Моторные транспортные средства для перевозки грузов»	16,1	26,87	66,89
6	8 411 «Двигатели турбореактивные и турбовинтовые, газовые турбины прочие»	13,56	22,63	66,89
7	7 502 «Никель необработанный»	15,17	20,71	36,52

Поскольку в 2022 г. Россия временно приостановила публикацию данных по экспорту и импорту [5], в данном исследовании автором будет использована «зеркальная» статистика по импорту стран-партнеров России в ЛАК.

Из рис. 1 видно, что, хотя общий объем импорта в 2022 г. по сравнению с 2021 г. стал меньше (на 3 399,02 млн долл. США), тем не

менее значения 2022 г. выше ковидного 2020 г. Рассмотрим далее, как изменились объемы поставок несырьевых неэнергетических товаров на рынок ЛАК (рис. 2) [6].

Из рис. 2 видно, что объем импорта несырьевых неэнергетических товаров из России в 2022 г. снизился по сравнению с 2021 г. (по аналогии с общими объемами импорта всех то-

варов). При этом, если объем импорта всех товаров из России в 2022 г. составил 72,38 % от объемов 2021 г., то для несырьевых неэнергетических товаров указанное соотношение составляет 79,3 %, что говорит о том, что поставки товаров данного типа из России на рынки стран Латинской Америки и Карибского бассейна снизились в меньшем объеме.

Важно отметить, что по состоянию на начало апреля 2022 г. не все страны ЛАК представили статистические данные по экспортно-импортным операциям за 2022 г. (например, отсутствуют сведения по Мексике, Уругваю, Перу), что, в свою очередь, позволяет сделать вывод о возможной актуализации соответствующих данных по объемам поставок отечественных несырьевых товаров в данный регион.

Хотя общие объемы импорта товаров (как в целом, так и отдельно несырьевых) снижены, в 2022 г. по ряду товарных позиций наблюдался рост стоимостных объемов экспорта (табл. 1) [6].

Из табл. 1 видно, что наиболее существенным оказался рост поставок на рынки стран ЛАК товаров по кодам ТН ВЭД 8 411 м 8 704 (рост на 66,89 процентных пункта), удобрений (по коду ТН ВЭД 3 104 – рост на 62,48 процентных пункта, по коду ТН ВЭД 3 105 – на 27,14 процентных пункта), существенно увеличились поставки пшеницы и меслина. Примечательно, что наблюдается рост экспорта несырьевых неэнергетических товаров по всем категориям переделов (нижних, средних и верхних). Кроме того, из табл. 1 также видно, в каком типе товаров заинтересованы страны ЛАК – удобрения (что логично при условии аграрной направленности региона в целом), а также машины и изделия из металла. Таким образом, можно сделать вывод о том, что, хотя общие объемы несырьевого неэнергетического экспорта в страны ЛАК в 2022 г. снизились по сравнению с 2021 г., по ряду товарных позиций наблюдается устойчивый рост.

Стоит отметить, что потенциал торгового взаимодействия России с партнерами из стран Латинской Америки и Карибского бассейна достаточно велик. При этом речь идет не только о торговле, но и о поставках технологий, а также

об открытии совместных предприятий. Важно также и то, что страны региона (кроме ряда территорий Карибского бассейна), не вошли в перечень недружественных, а это дает дополнительные возможности для расширения торгового взаимодействия.

Говоря о конкретных перспективах расширения объема поставок российских товаров на рынки стран ЛАК, выделим следующие ключевые позиции. Во-первых, учитывая, что регион относится к категории одного из крупнейших в мире производителей сельскохозяйственной продукции, возможно не только наращивание поставок на данный рынок отечественных удобрений, но также, например, экспорт сельскохозяйственной техники.

Кроме того, в 2021 г. рынки стран Латинской Америки были одними из главных покупателей отечественных вакцин от коронавирусной инфекции *COVID-19*. Если принимать во внимание нехватку в регионе ряда лекарственных препаратов (инсулиносодержащих, например), возможно расширение экспорта на рынки стран ЛАК продукции фармацевтической промышленности.

Не менее важным и перспективным является наращивание предоставляемых на данные рынки услуг. Уже сегодня возможна реализация на территории региона контрактов по строительству предприятий в том же сельском хозяйстве по принципу «под ключ», расширение экспорта из России образовательных услуг, услуг по созданию транспортной и энергетической инфраструктуры.

В качестве рекомендаций по мерам стимулирования торговых взаимоотношений между российскими компаниями и партнерами из ЛАК, возможно отметить расширение взаимодействия в рамках переговорной площадки *BRICS*, в том числе подписание в рамках соответствующих встреч двусторонних соглашений о сотрудничестве, изучение возможностей по гармонизации законодательства России и стран ЛАК в наиболее приоритетных отраслях взаимодействия (например, в области энергетики), а также расширение применения практики взаимных бизнес-миссий для определения целевых точек роста и наиболее приоритетных направлений сотрудничества.

### Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 05.03.2022 № 430-р (ред. от 29.10.2022) «Об утвержде-

дении перечня иностранных государств и территорий, совершающих недружественные действия в отношении Российской Федерации, российских юридических и физических лиц» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203070001>.

2. Гонсалес, В.К.М. Внешнеэкономические отношения России с крупнейшими латиноамериканскими партнерами в условиях антироссийских санкций / В.К.М. Гонсалес, Р.Н.Т. Бельотт // Ибероамериканские тетради. – 2022. – Т. 10. – № 3. – С. 109–122.

3. Чувычкина, И.А. Структура и динамика российского экспорта на рынки Латинской Америки / И.А. Чувычкина // Актуальные проблемы Европы. – 2022. – № 3(115). – С. 270–293.

4. Яковлев, П.П. Взаимодействие России с латиноамериканскими странами в условиях геополитического перелома / П.П. Яковлев // Актуальные проблемы Европы. – 2022. – № 3(115) – С. 227–253.

5. ФТС временно приостановит публикацию статистики по импорту и экспорту // РБК – Экономика, 21.04.2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.rbc.ru/economics/21/04/2022/6261ab2b9a7947b9f8975965>.

6. Bilateral trade between Latin America and the Caribbean and Russian Federation Product: TOTAL All products [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [clck.ru/34K3Gh](http://clck.ru/34K3Gh).

### References

1. Rasporyazheniye Pravitel'stva RF ot 05.03.2022 № 430-r (red. ot 29.10.2022) «Ob utverzhdenii perechnya inostrannykh gosudarstv i territoriy, sovershayushchikh nedruzhestvennyye deystviya v otnoshenii Rossiyskoy Federatsii, rossiyskikh yuridicheskikh i fizicheskikh lits» [Electronic resource]. – Access mode : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202203070001>.

2. Gonsales, V.K.M. Vneshneekonomicheskiye otnosheniya Rossii s krupneyshimi latinoamerikanskimi partnerami v usloviyakh antirossiyskikh sanktsiy / V.K.M. Gonsales, R.N.T. Bel'ott // Iberoamerikanskiye tetradi. – 2022. – Т. 10. – № 3. – С. 109–122.

3. Chuvychkina, I.A. Struktura i dinamika rossiyskogo eksporta na rynki Latinskoy Ameriki / I.A. Chuvychkina // Aktual'nyye problemy Yevropy. – 2022. – № 3(115). – С. 270–293.

4. Yakovlev, P.P. Vzaimodeystviye Rossii s latinoamerikanskimi stranami v usloviyakh geopoliticheskogo pereloma / P.P. Yakovlev // Aktual'nyye problemy Yevropy. – 2022. – № 3(115) – С. 227–253.

5. FTS vremenno priostanovit publikatsiyu statistiki po importu i eksportu // RBC – Ekonomika, 21.04.2022 [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.rbc.ru/economics/21/04/2022/6261ab2b9a7947b9f8975965>.

6. Bilateral trade between Latin America and the Caribbean and Russian Federation Product: TOTAL All products [Electronic resource]. – Access mode : [clck.ru/34K3Gh](http://clck.ru/34K3Gh).

УДК 005.8

Т.А. КАСЬЯНОВА, К.П. ПОЛЯКОВА, В.В. РЕШЕТОВА, Д.А. ФРОЛОВА  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И МЕТОДЫ

---

*Ключевые слова:* окружение проекта; проект; управление проектом.

*Аннотация.* Что такое проект и управление проектом в целом? Ответ на данный вопрос и является целью статьи. Задача состоит в изучении понятий проекта и его окружения в современном мире с помощью рассмотрения различной научной литературы. В результате выяснено, что под проектом понимается идея и действия по ее воплощению, а также то, что представляет собой управление проектом и его окружение.

---

### Введение

До недавнего времени в нашей стране и за рубежом под проектом понимался комплект чертежей, в которых отражались объемно-планировочные, конструктивные, организационные, технологические и другие решения в разных областях промышленности и производства. В большей мере это касалось строительных проектов.

В настоящее время отсутствует единый подход к понятию «проект» как в отечественной, так и в зарубежной литературе. Под проектом могут пониматься любые виды идей и действий, которые характеризуются конкретной целью, временем начала и окончания работ, финансовыми ограничениями и потреблением различного вида ресурсов.

Под проектом понимается некоторое действие, в то же самое время проект является и продуктом, который можно купить или продать. В этих подходах отражается дуалистическая природа понятия «проект», которую необходимо принимать во внимание при изучении данной дисциплины.

Проанализировав основные составляющие

проектов, можно сформулировать наиболее всеобъемлющее определение проекта.

Проект (*project*) – это идея и действия по ее реализации с целью создания продукта, услуги или другого полезного результата.

В свою очередь, управление проектами может означать разные вещи: науку, искусство и многое другое. Однако в любом проекте большая часть времени управляющего тратится на организацию взаимодействия между участниками проекта. В процессе переговоров определяются проблемы, возникающие при реализации проекта и их возможные решения. Люди генерируют идеи, выявляют и решают проблемы, выполняют все необходимые работы.

Управление проектом (*project management*) – это управление процессом его реализации. А сама суть реализации проекта – это комплекс мер, дел и действий, направленных на достижение целей проекта. Другими словами, управление проектом – это управление комплексом мер, дел и действий, направленное на достижение целей проекта.

В управлении проектом есть свои стадии, отображенные на рис. 1.

### Окружение проекта

Под окружением проекта понимаются все внешние и внутренние факторы, которые могут повлиять на достижение результата проекта.

Внешними факторами являются те, которые, как правило, находятся вне компетенции руководителя проекта. Это может быть что угодно: от погоды, экономической и политической ситуации, налогового законодательства, требования по охране труда до принятого процесса закупок, наличия у компании нужных поставщиков и прочего.

Внутренние факторы, наоборот, находятся в рамках компетенции руководителя проекта. Например, выбранный инструмент для совмест-

## Стадии управления проектом



Рис. 1. Стадии управления проектом



Рис. 2. Окружение проекта

ной работы, организационная структура проекта или бюджет проекта.

### Отличия проектного и традиционного управления

Любая деятельность выполняется в течение

определенного периода времени и связана с затратами финансовых, материальных и трудовых ресурсов. Кроме того, любая разумная деятельность, как правило, целесообразна, т.е. направлена на достижение определенного результата. И тем не менее в одних случаях к управлению деятельностью под-

Таблица 1. Отличия проектной и операционной деятельности

	Проектная деятельность	Операционная деятельность
Периодичность	Однократный процесс	Циклический процесс
Длительность	Ограничена по времени (указан конкретный срок)	Не ограничена до наличия спроса на продукцию или услугу
Наличие опыта в конкретном виде деятельности	Опыт недостаточный – каждый проект является уникальным	Высокий уровень опыта – каждый цикл неотличим от другого
Объекты управления	Управление проектами	Управление повторяющимися операциями или бизнес-процессами

ходят как к управлению проектом, а в других случаях – нет.

Операционная деятельность организации – это функция, направленная на непрерывное выполнение действий по производству одного и того же продукта или предоставлению повторяющейся услуги. Серийный выпуск продукции не имеет заранее определенного конца во времени и зависит лишь от наличия и величины спроса. Основное отличие проекта от производственной системы заключается в том, что проект является однократной, нециклической деятельностью.

### Стандарты управления проектами

Признание проектного менеджмента научной дисциплиной повлекло за собой разработку методических документов, призванных повысить эффективность управления проектами. Например, международные стандарты управления проектами, такие как *PMBoK (Project Management Body of Knowledge)* – руководство к своду знаний по управлению проектами, разработанный *PMI*, *ICB (International Competence Baseline)* – международные требования к компетенции менеджеров проектов, разработанный *IPMA*, и *ISO 10006-97*, разработанный техническим комитетом *ISO/TC 176* «Управление качеством и обеспечение качества» Всемирной федерации национальных органов

стандартизации.

На основе международных стандартов разрабатываются и национальные стандарты управления проектами. Например, в России используется ГОСТ Р 54869–2011 «Проектный менеджмент. Требования к управлению проектом».

### Заключение

В современных представлениях об управлении любой комплекс мероприятий, в результате которого к заданному сроку должна быть достигнута некоторая цель, при ограниченных ресурсах рассматривается как проект. Управление проектами как методология управления является методической основой разумной реализации мероприятий административного, промышленного, экономического, военного и другого характера.

В настоящее время сформировалась дисциплина управления проектами. Методологию управления проектами составляют организационно-экономические механизмы общей теории управления.

Под проектом понимается четко определенная последовательность событий, направленных на достижение некоторой цели, имеющих начало и конец и управляемых людьми посредством таких факторов, как время, стоимость, ресурсы и качество.

### Список литературы

1. Фунтов, В.Н. Основы управления проектами в компании : Учебное пособие. 4-е изд., дополненное. Стандарт третьего поколения / В.Н. Фунтов. – СПб : Питер, 2021.
2. Kravets, E.O. Дефиниция понятий «управление проектами» и «проектное управление» / E O. Kravets, N.N. Vertil //Вестник Института экономических исследований. – 2021. – №. 3(23). –

C. 105–110.

3. Суховерхов, Н.Ю. Современный взгляд на управление изменениями проекта и потребность в управлении изменениями, инициируемыми проектом / Н.Ю. Суховерхов // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2017. – №. 11. – С. 199–201.

4. Ручкин, А.В. Управление проектами: основные определения и подходы / А.В. Ручкин, О.М. Трофимова // Вопросы управления. – 2017. – № 3(46). – С. 121–128.

### References

1. Funtov, V.N. Osnovy upravleniya proyektami v kompanii : Uchebnoye posobiye. 4-ye izd., dopolnennoye. Standart tret'yego pokoleniya / V.N. Funtov. – SPB : Piter, 2021.

2. Kravets, E.O. Definitiya ponyatiy «upravleniye proyektami» i «proyektnoye upravleniye» / E O. Kravets, N.N. Vertil // Vestnik Instituta ekonomicheskikh issledovaniy. – 2021. – №. 3(23). – S. 105–110.

3. Sukhoverkhov, N.YU. Sovremennyy vzglyad na upravleniye izmeneniyami proyekta i potrebnost' v upravlenii izmeneniyami, initsiiuyemymi proyektom / N.YU. Sukhoverkhov // Ekonomika i biznes: teoriya i praktika. – 2017. – №. 11. – S. 199–201.

4. Ruchkin, A.V. Upravleniye proyektami: osnovnyye opredeleniya i podkhody / A.V. Ruchkin, O.M. Trofimova // Voprosy upravleniya. – 2017. – № 3(46). – S. 121–128.

---

© Т.А. Касьянова, К.П. Полякова, В.В. Решетова, Д.А. Фролова, 2023

УДК 659.1

*С.М. МАЛЬЦЕВА<sup>1,2</sup>, М.Н. НЕКРАСОВ<sup>1</sup>, Е.В. РЫЖАКОВА<sup>3</sup>, Д.А. СТРОГАНОВ<sup>1,4</sup>**<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», г. Нижний Новгород;**<sup>2</sup>Филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», г. Нижний Новгород;**<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород;**<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Нижний Новгород*

---

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ РЕКЛАМЫ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЙ ВЫБОР СТУДЕНТОВ**

*Ключевые слова:* потребительский выбор; потребительское поведение; реклама.

*Аннотация.* Студенты – одна из самых экономически и интеллектуально развитых групп в обществе, от системы ценностей которой во многом зависит будущее. Целью работы является анализ влияния рекламных сообщений на студентов вузов. Задачи: выявление на основе анонимного опроса изменений в поведении студентов как следствия обращения внимания на рекламу; анализ отношения студентов к рекламе. Методы исследования: описание, обобщение, сопоставление, анализ данных опроса. Результаты: наиболее востребованными категориями товаров, на рекламу которых обращают внимание студенты, являются индустрия развлечений, любые товары со скидками и продукты питания.

номически и интеллектуально развитых групп в обществе, от системы ценностей которой во многом зависит будущее. На формирование этих ценностей реклама оказывает существенное влияние. Именно в этом возрасте происходит сепарация, появляется больше ответственности, но еще нет должного умения грамотно распоряжаться своими ресурсами. Воздействие рекламы именно на студенческую молодежь и ее потребительские предпочтения сегодня все еще недостаточно полно изучено. Проанализированные нами исследования показали, что большинство работ описывают психологическое воздействие рекламы на молодежь или же новые формы рекламного воздействия на потребителей в условиях быстрой цифровизации и перехода в электронные средства массовой информации (СМИ). Воздействие рекламы на потребительский выбор студентов вуза описано мало [3].

---

### **Введение**

Социальная роль потребления стремительно возрастает во всем мире. Россия также активно становится обществом потребления. Каждый из нас каждый день что-то покупает как в очной форме, так и онлайн. В современном изменчивом мире происходит изменение способов распространения рекламы, аудитории охвата, способов рекламирования, воздействия на целевые группы и т.д. [1; 2].

Студенты являются одной из самых эко-

### **Методология**

Целью работы является проведение анализа влияния рекламных сообщений на студентов вузов. Задачи работы заключаются в описании положительных и отрицательных сторон влияния рекламы; выявлении на основе анонимного опроса изменений в поведении студентов как следствия обращения внимания на рекламу; анализе отношения студентов к рекламе. Методы исследования: описание, обобщение, сопоставление, анализ данных опроса, проведенного среди студентов.

## Результаты

Чтобы изучить отношение студентов к рекламе, было проведено анонимное анкетирование среди студентов в возрасте 17–20 лет. Опрошено в совокупности 300 человек (Нижегородский государственный педагогический университет имени К. Минина, Приволжский исследовательский медицинский университет, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского, СамГУПС – Филиал в Нижнем Новгороде), из которых 183 составили девушки и 117 юноши.

На первый вопрос, связанный с отношением к рекламе, студенты ответили следующим образом: 48 % студентов положительно относятся к рекламным сообщениям, 36 % иногда обращают внимание на рекламу, а 16 % студентов обращают внимание, но относятся отрицательно. В ходе анализа ответов на вопрос о том, какая реклама тематически привлекает особое внимание, выбор распределился так:

- реклама развлекательных мероприятий и премьер фильмов (по 68 % ответов);
- выгодные предложения/скидки (44 %);
- реклама продуктов питания (36 %);
- реклама косметики (27 %);
- продажа вещей (8 %);
- новые современные «игрушки» (5 %).

На вопрос о том, знают ли студенты людей, которые часто приобретают товары под влиянием рекламы, 72 % ответили, что встречали таких людей, 17 % сомневаются в ответе, а 11 % студентов не сталкивались с такими людьми. В ходе анализа вопроса о том, влияла ли на них реклама, студенты ответили так: 56 % – «влияла и очень часто», 24 % затруднились ответить и 20 % «не влияла, так как они осторожно относятся к своему выбору». Таким образом, мы видим, что влияние рекламы не полностью осознается студентами, ответ на этот вопрос противоречит ответу на первый вопрос об отношении к рекламе. При ответе на вопрос о том, хотели ли бы они, чтобы рекламы стало меньше, мнения студентов разделились: 44 % хотят, чтобы было меньше рекламы, 24 % студентов ответили, что им «без разницы» и 32 % не хотят, так как часто обращают на нее внимание. Данные также можно трактовать как усталость от навязчивости рекламы, которая наблюдается уже среди молодых потребителей. На вопрос о желании приобрести товар со скидкой сту-

денты разделились на три категории: 44 % студентов подумали бы над таким вопросом, 36 % приобрели бы товар или услугу, 20 % никогда бы не воспользовались подобным предложением, так как думают, что это обман.

Следовательно, студенты поддаются влиянию рекламы и приобретают товары после их рекламирования. Также стоит отметить, что исследование выявило положительное отношение студентов к рекламе, но все же мнения были разные, часто реклама ассоциировалась у студентов с некоторыми опасениями, недоверием.

## Обсуждение

В производстве рекламы участвуют группы профессионалов: это и маркетологи, и социологи, и психологи, и дизайнеры. Она формирует представление молодежи о желаемом образе жизни, представляя необходимые для него элементы, о существовании которых мы еще вчера не догадывались [4]. Студенческая молодежь является здесь достаточно уязвимой группой, так как еще не имеет стабильного дохода и должного опыта потребления. Как правило, студентов еще поддерживают финансово родители, обеспечивая необходимый для жизни минимум. Дополнительные же заработки студенты могут тратить по своему желанию без родительского контроля. Таким образом они становятся мишенью для рекламы развлекательных мероприятий, одежды и косметики. Вещи приобретаются не из-за потребности, а для статуса или моды. Большая часть потребителей среднего возраста уже не доверяет рекламе, в то время как большая часть студентов ей доверяет. А доверие, как отмечает М.А. Гагарина, способствует активной экономической деятельности [5]. Студенты чаще всего не признают, что их выбор навязан рекламой, а не является собственной потребностью.

## Выводы

Наиболее востребованными категориями товаров, на рекламу которых обращают внимание студенты, являются: индустрия развлечений, любые товары со скидками и продукты питания (многие студенты являются иногородними и питаются самостоятельно). Реклама привлекает их, если это интересно и кажется нужным. Однако растет количество по-

требителей-студентов, которые уже устали от рекламы и хотели бы, чтобы ее стало меньше. Социальные функции рекламы являются продолжением ее экономических функций, а по тому необходимо обучение молодого поколения индивидуальному аудиту потребительского поведения. Это поможет избегать лишних трат под воздействием рекламных сообщений.

### Список литературы

1. Дегтярева, А.В. Роль рекламы в новой экономике / А.В. Дегтярева // Молодой ученый. – 2014. – № 20. – С. 257–261.
2. Мальцева, С.М. Социальная сеть как средство удовлетворения потребностей человека в условиях виртуальной реальности / С.М. Мальцева, Е.С. Балашова, Т.А. Егорова // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2019. – № 6(25). – С. 87–93.
3. Мальцева, С.М. Финансы как ценность в представлении поколений Y и Z: сравнительный анализ / С.М. Мальцева, Е.Н. Назарова, Е.С. Суровегина // Современные исследования социальных проблем. – 2022. – Т. 14. – № 3-2. – С. 40–44.
4. Социологическое исследование выявления предпочтений молодежи по трудоустройству / С.М. Мальцева, А.Е. Булганина, С.В. Булганина, К.В. Белоусова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 3(93). – С. 89–92.
5. Гагарина, М.А. Роль социально-психологического капитала в долговом поведении личности / М.А. Гагарина // Вестник Мининского университета. – 2022. – Т. 10. – № 3(40).

### References

1. Degtyareva, A.V. Rol' reklamy v novoy ekonomike / A.V. Degtyareva // Molodoy uchenyy. – 2014. – № 20. – S. 257–261.
2. Mal'tseva, S.M. Sotsial'naya set' kak sredstvo udovletvoreniya potrebnostey cheloveka v usloviyakh virtual'noy real'nosti / S.M. Mal'tseva, Ye.S. Balashova, T.A. Yegorova // Obrazovaniye i nauka v sovremennom mire. Innovatsii. – 2019. – № 6(25). – S. 87–93.
3. Mal'tseva, S.M. Finansy kak tsennost' v predstavlenii pokoleniy Y i Z: sravnitel'nyy analiz / S.M. Mal'tseva, Ye.N. Nazarova, Ye.S. Surovegina // Sovremennyye issledovaniya sotsial'nykh problem. – 2022. – T. 14. – № 3-2. – S. 40–44.
4. Sotsiologicheskoye issledovaniye vyyavleniya predpochteniy molodezhi po trudoustroystvu / S.M. Mal'tseva, A.Ye. Bulganina, S.V. Bulganina, K.V. Belousova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 3(93). – S. 89–92.
5. Gagarina, M.A. Rol' sotsial'no-psikhologicheskogo kapitala v dolgovom povedenii lichnosti / M.A. Gagarina // Vestnik Mininskogo universiteta. – 2022. – T. 10. – № 3(40).

УДК 33

С.М. МАЛЬЦЕВА<sup>1,2</sup>, Я.С. ШИБАЕВА<sup>1</sup>, А.Н. КОМАРОВА<sup>3</sup>, М.Б. РОТАНОВА<sup>3</sup><sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», г. Нижний Новгород;<sup>2</sup>Филиал ФГБОУ ВО «Самарский государственный университет путей сообщения», г. Нижний Новгород;<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный лингвистический университет имени Н.А. Добролюбова», г. Нижний Новгород

## ВЫБОР СТУДЕНТАМИ НИЖНЕГО НОВГОРОДА БРЕНДОВ ОДЕЖДЫ ДО И ПОСЛЕ ВВЕДЕНИЯ САНКЦИЙ

*Ключевые слова:* бренды; одежда; самовыражение; санкции; студенты.

*Аннотация.* Цель работы заключается в описании отношения студентов Нижнего Новгорода к отечественным и иностранным брендам молодежной одежды. Гипотеза исследования такова: студенты предпочитают зарубежные бренды одежды отечественным даже в условиях санкций. Методы: описание, обобщение, сравнительный анализ, анализ данных опроса студентов. Установлено, что большинство студентов пока не изменило мнение об отечественном производителе, при возвращении зарубежных брендов отдали бы предпочтение им снова.

### Введение

В 2022 г. в связи со сложившейся политической ситуацией с рынка Российской Федерации ушли многие иностранные компании, тем самым потребители страны не смогли позволить себе зарубежные товары, которые раньше пользовались большим спросом. Трансформация затронула всю экономику страны, были предложены новые стратегии выхода из создавшегося положения. О.И. Алаухова отмечает, что Россия сегодня активно включена в процесс создания новой комплексной модели развития на основе импортозамещения [1]. Эта ситуация также затронула рынок одежды. В данный период времени очень актуальна проблема трансформации рынка одежды для молодежи. Анти-

российские санкции последнего календарного года поспособствовали уходу известных сетевых магазинов с российского рынка, что повлияло на выбор молодежью одежды. Социальная значимость этого выбора бесспорна: молодые люди воспринимают одежду как средство самовыражения [2; 3], атрибут взросления, признак социального статуса. Для учащейся молодежи мода является большим регулятором социального поведения, чем, например, политические события [4; 5]. Российские производители пытаются сделать все, чтобы уход магазинов не повлиял на самосознание молодежи.

Иностранные магазины, в которых «закупалась» молодежь, также ушли с российского рынка, что доставило очень много проблем в создании молодежного образа. Для улучшения положения индустрии моды отечественные производители пытаются создать аналоги, которые полностью смогли бы заменить уходящие бренды. Д.В. Третьяк описал признаки товара, способного заменить ушедший: он должен соответствовать цвету, стилю, качеству материала зарубежной продукции [6]. Е.А. Сулимова, П.А. Токарева обратили внимание на то, что в конкурентной борьбе побеждают бренды, сумевшие связать себя в головах потребителей с нематериальными факторами, а желанием иметь отношение к бренду [7]. Не так давно подростков накрывала волна агрессивных субкультур с вопросом «Поясни за шмот», когда нужно было обосновать право на ношение одежды того или иного известного бренда или быть побитым [8]. М.С. Калуга связала молодежные бренды одежды *H&M, United colors of Benetton, Zara* с транслируемыми ими ценностями [9].

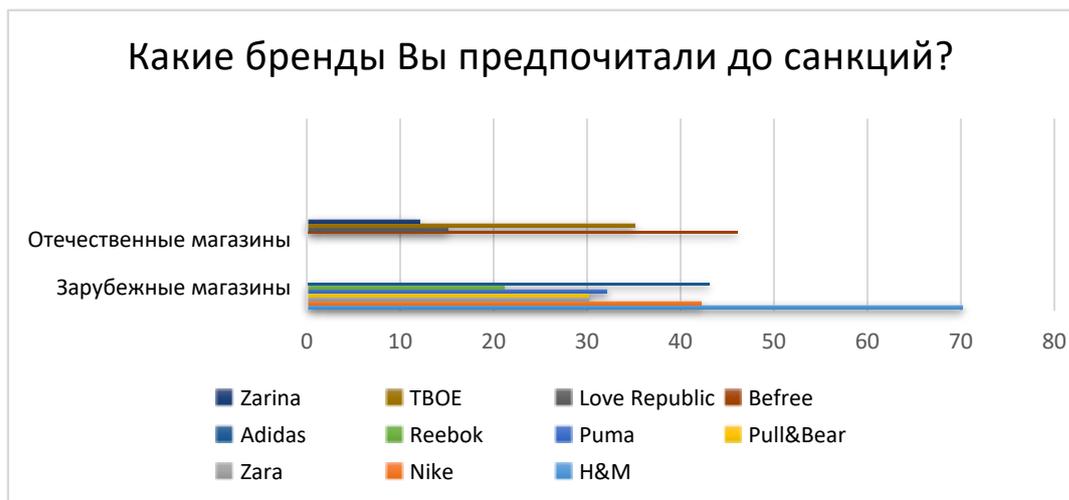


Рис. 1. Бренды одежды, выбираемые молодежью до санкций, %



Рис. 2. Отечественные бренды одежды, выбираемые молодежью после введения санкций, %

**Методология**

Цель работы – описание отношения студентов Нижнего Новгорода к отечественным и зарубежным брендам молодежной одежды. Гипотеза исследования такова: студенты предпочитают зарубежные бренды одежды отечественным даже в условиях санкций. Методы: описание, обобщение, сравнительный анализ, анализ данных опроса.

**Результаты**

В связи с уходом иностранных магазинов молодежи приходится отдавать предпочтение отечественному рынку. Опрос был проведен среди жителей города Нижний Новгород, в нем

приняли участие 124 студента в возрасте от 16 до 20 лет, из которых 83 девушки и 41 юноша. Респондентам было предложено выбрать бренды из готового списка, сформированного на основе представленных в самых крупных торговых центрах города брендов. Проанализируем полученные данные.

На половину опрошенных (по их мнению) не повлиял уход иностранных брендов (50 % ответов), так как они приобретали одежду не только зарубежных, но и отечественных производителей. Другая половина (50 % респондентов) призналась, что этот уход повлиял на нее значительно, так как ранее они приобретали товары в основном в зарубежных магазинах. Вопрос о предпочитаемых брендах одежды показал, что большинство опрошенных выбира-

ли одежду до санкций в зарубежных магазинах, лидерами которых стали *H&M* (более 65 % ответов), *Nike* (более 45 %), *Adidas* (более 45 %), в отечественных магазинах лидирует *Befree* (более 45 %) (рис. 1).

Далее мы спросили: «В каких отечественных магазинах Вы стали приобретать одежду после ухода западных?» Данные рис. 2 говорят о том, например, что количество покупателей в *Befree* после введения санкций (более 60 %) выросло в сравнении с прошлой диаграммой, магазин стал лидирующим среди других отечественных магазинов. На втором месте среди популярных отечественных магазинов стал *Colin's* (более 30 %).

Мы задали вопрос: «При отмене санкций Вы бы вновь отдали предпочтение иностранным брендам?» 75 % опрошенных при возвращении зарубежных магазинов вновь отдали бы им предпочтения, остальным 25 % либо понравился отечественный производитель, либо они нейтрально относятся к зарубежным.

Далее мы задали вопрос: «Изменилось ли Ваше мнение по отношению к отечественным брендам и в какую сторону?» Отношение большинства опрошенных (55 %) к отечественным брендам не изменилось, у 35 % изменилось в худшую сторону. Это связано с тем, что рос-

сийский рынок не выполняет все требования по выбору товара (качество самого товара, новизна, мода на данный период времени). 10 % студентов открыли для себя новые магазины, в которых будут и далее приобретать отечественный товар.

### Обсуждение

Нельзя не отметить, что уход иностранных брендов дал возможность российскому рынку улучшить свои товары как в качестве, так и в новизне. А.А. Пьянкова отмечает, что в данной ситуации главное – обеспечить преемственность и поддержать бывших постоянных клиентов зарубежных магазинов, предлагая им аналоги или удивляя новыми коллекциями [10].

### Выводы

Годами выработанная привычка молодежи к приобретению импортной одежды позволяла самовыражаться, носить одежду не только удобную и красивую, но и качественную, соответствующую эстетическому вкусу. Студенты Нижнего Новгорода готовы сделать выбор в пользу отечественных брендов одежды, но пока она не оправдывает их ожиданий.

### Список литературы

1. Алаухова, О.И. Импортозамещение в условиях преодоления внешнего санкционного давления / О.И. Алаухова // Вестник евразийской науки. – 2022. – № 3. – С. 1–10.
2. Балашова, Е.С. К проблеме воздействия социальной рекламы на общество / Е.С. Балашова, Е.С. Суругина, А.В. Липатова // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2020. – № 7(49). – С. 183–188.
3. Париков, О.В. Утверждение черт постмодерна в современном российском государстве / О.В. Париков, И.А. Треушников, М.Б. Ротанова // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Т. 2. – № 1. – С. 21–24.
4. Социологическое исследование выявления предпочтений молодежи по трудоустройству / С.М. Мальцева, А.Е. Булганина, С.В. Булганина, К.В. Белоусова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 3(93). – С. 89–92.
5. Гагарина, М.А. Роль социально-психологического капитала в долговом поведении личности / М.А.Гагарина // Вестник Мининского университета. – 2022. – Т. 10. – № 3. – С. 12.
6. Третьяк, Д.В. Современное положение индустрии моды России - испытания на прочность / Д.В. Третьяк // *Modern Economy Success*. – 2022. – № 5. – С. 66–74.
7. Сулимова, Е.А. Анализ роли бренда и его влияние на ценность компании / Е.А. Сулимова // Экономика и бизнес. – 2022. – № 11. – С. 1–11.
8. Поясни за шмот: что это значит и как пояснить [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.kp.ru/daily/26699.7/3723381>.
9. Калуга, М.С. Молодежные бренды как агенты социализации / М.С. Калуга // Научные труды московского гуманитарного университета. – 2019. – № 5. – С. 4.
10. Пьянкова, А.А. Франчайзинг в России под влиянием санкций / А.А. Пьянкова // Вопросы

Российской Юстиции. – 2022. – № 20. – С. 249–257.

### References

1. Alaukhova, O.I. Importozameshcheniye v usloviyakh preodoleniya vneshnego sanktsionnogo davleniya / O.I. Alaukhova // Vestnik yevraziyskoy nauki. – 2022. – № 3. – S. 1–10.
2. Balashova, Ye.S. K probleme vozdeystviya sotsial'noy reklamy na obshchestvo / Ye.S. Balashova, Ye.S. Surovegina, A.V. Lipatova // Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya. – 2020. – № 7(49). – S. 183–188.
3. Parilov, O.V. Utverzhdeniye chert postmoderna v sovremennom rossiyskom gosudarstve / O.V. Parilov, I.A. Treushnikov, M.B. Rotanova // Uspekhi sovremennoy nauki i obrazovaniya. – 2017. – T. 2. – № 1. – S. 21–24.
4. Sotsiologicheskoye issledovaniye vyyavleniya predpochteniy molodezhi po trudoustroystvu / S.M. Mal'tseva, A.Ye. Bulganina, S.V. Bulganina, K.V. Belousova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 3(93). – S. 89–92.
5. Gagarina, M.A. Rol' sotsial'no-psikhologicheskogo kapitala v dolgovom povedenii lichnosti / M.A.Gagarina // Vestnik Mininskogo universiteta. – 2022. – T. 10. – № 3. – S. 12.
6. Tret'yak, D.V. Sovremennoye polozheniye industrii mody Rossii - ispytaniya na prochnost' / D.V. Tret'yak // Modern Economy Success. – 2022. – № 5. – S. 66–74.
7. Sulimova, Ye.A. Analiz roli brenda i yego vliyaniye na tsennost' kompanii / Ye.A. Sulimova // Ekonomika i biznes. – 2022. – № 11. – S. 1–11.
8. Poyasni za shmot: chto eto znachit i kak poyasnit' [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.kp.ru/daily/26699.7/3723381>.
9. Kaluga, M.S. Molodezhnyye brendy kak agenty sotsializatsii / M.S. Kaluga // Nauchnyye trudy moskovskogo gumanitarnogo universiteta. – 2019. – № 5. – S. 4.
10. P'yankova, A.A. Franchayzing v Rossii pod vliyaniem sanktsiy / A.A. P'yankova // Voprosy Rossiyskoy Yustitsii. – 2022. – № 20. – S. 249–257.

---

© С.М. Мальцева, Я.С. Шиббаева, А.Н. Комарова, М.Б. Ротанова, 2023

---

## Abstracts and Keywords

*Y.A. Akalu, D.V. Elenev*

### **Methods for Modeling the Motion of Tether Systems**

*Keywords:* near-Earth orbit; material point; tether system; Lagrange equation; modeling; deployment.

*Abstract.* The article considers the motion of two bodies in near-Earth orbit, connected by a weightless and inextensible tether. The purpose of this paper is to study methods for modeling the movement of tether systems and to build a mathematical model of motion. The research objectives are the study of the motion of two bodies and formulation of a mathematical model of the motion of bodies using the Lagrange equations. In order to analyze the motion of a tether system, we used the fourth order Runge-Kutta numerical method. As shown in the results of formulating the dynamic equations of motion and analyzing the motion of the tether system in Matlab, the fourth-order Runge-Kutta method has exact solutions.

---

*Y.A. Akalu, D.V. Elenev, A.Y. Germamo*

### **Application and Experiments for the Implementation Of Space Tether Systems**

*Keywords:* spacecraft; space tether system; electrodynamic tether system; space debris; conductive tether; orbit.

*Abstract.* The article considers an overview of the existing and used methods for deploying space tether systems. The purpose of this paper is to analyze the application and experiments carried out in the implementation of space tether systems. The research objectives are to study a review of theories and methods of using space tether systems.

We used a theoretical method of research and study of existing tether systems. As a result, the prospects of the problem to be solved in the field of the space tether system were revealed.

---

*M.G. Bashirov, N.A. Khisamov, Y.S. Ghurba, O.G. Volkova*

### **The Development of an Intelligence System for Troubleshooting of Machine Assemblies with Electric Motor Drive**

*Keywords:* diagnostics; electric motor; fault; data communication; harmonics; technical position; spectrum of consumption current.

*Abstract.* Oil and gas entities always have exclusive standards for the reliability of electrical equipment, because its damage or fault can lead to breakdown or the emergency situations, which in turn will entail economic and environmental damage. In this article, based on the use of the electromagnetic spectral method, an intelligent diagnosis system of the technical condition of machine assemblies with an electric drive is proposed with using hardware-software solution and IT in the form of fuzzy sets, artificial intelligence and neural networks. The article describes block diagram of the electric drive and the neural work functionality, the main damages of the electric motor and the advantages of their computer simulation. This paper gives comparative analysis of the diagnostics of vibration monitoring of machine assemblies between health assessment in terms of the parameters of the current and voltage harmonics of the electric drive motor. Based on the available experimental data, the most effective intelligence diagnostic system was identified to detect health assessment of machine assemblies with an electric drive, which is necessary to identify their operating modes and predict the residual lifetime.

---

*M.G. Bashirov, A.M. Khafizov, R.R. Adalguzhin*

### **Digital Twin of a Laboratory Stand with a Controller Based on Fuzzy Logic**

*Keywords:* programmable logic controller; training laboratory stand; CoDeSys V2.3; fuzzy logic; fuzzy control.

*Abstract.* The aim of the study is to create a digital double of an educational laboratory stand, which is based on an intelligent control system based on software for domestic programmable industrial controllers "Aries". The main tasks of the study are the consideration of the basics of fuzzy control of an object, the characteristics of which are obtained from a real laboratory stand; the development of a digital double, as well as the possibility of introducing it into the process of training specialists. The study clearly demonstrates the stages of implementation of fuzzy control of a mathematical model of a specific object, the interfaces of user interaction with the digital twin environment implemented in the programming environment of domestic microprocessor industrial equipment, and a look at the possible use of the developed digital twin in educational programs of higher educational institutions according to modern training formats.

---

*M.S. Denisenko, V.Yu. Belash*

### **Information System Design for Public Organization**

*Keywords:* architecture; diagram; model; organization; application; design; process.

*Abstract.* This article discusses information models developed at the design stage of an information system to account for members of a public organization. The purpose of the study is to create a software product for a public organization in order to optimize its functioning. The hypothesis of the study is the popularity of the developed application among users, as well as the ease of use of such software. Research methods are analysis of literature on application development, idealization and formalization of ideas about the implementation of software products, testing and analysis of statistical data. It was found that the created application is prepared for implementation in the activities of a public organization.

---

*I.V. Zaitseva, M.G. Kaznacheeva, D.V. Shlaev, I.K. Sidenko*

### **Mathematical modeling of the solution of the competitive problem of subtask synchronization**

*Keywords:* modeling; network planning; critical path method; research; project; resources.

*Abstract.* For the implementation of projects or large sets of works, it is important to have the calendar consistency of a large number of interrelated works performed by various organizations. Geopolitical projects are a complex system of operations that require clear order and synchronization. An important aspect of the project is the synchronization of the phased execution of operations by several actors in a competitive environment. The purpose of the work is to develop a model for synchronizing the execution of subtasks of the project by several actors. To achieve the goal, you need to solve a number of tasks: formalizing the task of synchronizing the implementation of the project; development of a model that describes the task; formulation of the task of finding the optimal time and costs for the implementation of the project plan. Additionally, the ratio between the cost and duration of each operation and restrictions on the minimum and maximum duration of the operation should be set. To solve the problem, methods of game theory are used. An example of the numerical implementation of the problem is given.

---

*I.V. Zaitseva, A.S. Shebukova, O.Kh. Kaznacheeva, A.F. Dolgopolova*

### **Mathematical Modeling of Network Planning of Resource Allocation in Competitive Conditions**

*Keywords:* modeling; network planning; critical path method; research; project; resources.

*Abstract.* The paper considers the project as a set of operations, the implementation of which is necessary to achieve a certain goal, where the order of sequence is set between operations, and the duration of each operation is considered known. Otherwise, minimum and maximum estimates of the duration of the operation should be introduced, as well as the most likely duration, which are clarified with the specialists responsible for performing the relevant operations. The aim of the work is to develop a mathematical model for the study of the critical path of resource allocation. The task is to identify the critical path, that is, to find the "critical" operations to which the greatest efforts should be directed in the process of project implementation. The network planning method allows you to correctly allocate resources, minimize the time of project implementation and the cost of its implementation, as well as identify subtasks that are "critical" for the overall calendar duration of the project.

---

*P.S. Ivanov*

### **Processing Data from a Three-Factor Experiment and Creating Mathematical Models to Determine the Optimal Parameters of the Cone Vibration Mill**

*Keywords:* vibrating mill; mathematical models; data processing.

*Abstract.* The subject of the study is the physico-mechanical processes occurring in a cone mill during the grinding of sand. The object of the study is the formation, receipt and processing of the above data, as well as methods of their control and management, in order to achieve optimal operation.

---

*S.V. Palmov, A.V. Timofeev*

### **Research on Data Preprocessing Methods**

*Keywords:* data preprocessing; dimension reduction; machine learning; decision tree; neural network; Python.

*Abstract.* Preparation is an obligatory stage of data analysis. Independent variables dimension reduction is an important transformation, especially when processing large amounts of information. There is a problem of selecting the most suitable algorithm for certain conditions that implements the processing. The purpose of the paper was to test the hypothesis that the application (module) created by the authors can help the researcher to choose a dimension reduction method. To verify the above statement, the following tasks were solved: a program code was written and a module that performs data preprocessing was tested. This has been done through principal component analysis, singular value decomposition, independent component analysis, factorial and comparative analysis, and high-level programming. The obtained results unequivocally indicate that the created application allows solving the specified problem quite effectively.

---

*I.V. Prakhov, Sh.Sh. Kholmatov, N.A. Khisamov*

### **Using an Intelligent Distribution Substation Management System for Energy Efficiency and Energy Saving Tasks**

*Keywords:* digital substation; energy efficiency; energy distribution; equipment; information; distribution network; data processing.

*Abstract.* There is a need to improve and modernize the existing power supply system to ensure not only its operability and reliability, but also to increase its ability to withstand internal and external

---

damages. This task is very relevant. The implementation of an automated control system for a distribution transformer substation will provide the ability to monitor and control the power grid in real time, which will improve its manageability, efficiency, and reliability, as well as respond to possible calculation disruptions in the power grid. This article describes measures to increase the reliability of the power supply system and the development of an automated control system for a transformer distribution substation, the purpose of which is to increase its reliability and energy efficiency. The article draws attention to the advantages of using digital substations, considers the scheme of a dynamic voltage distortion compensator, as well as the possibilities of a multifunctional meter. The role of the control room collecting information about the state of the entire network and its elements was analyzed. Based on the available data, the results of the implementation of all considered technical solutions were described.

---

*A.A. Scriabina, A.S. Khismatullin, D.A. Zabolotny, M.V. Boev*

### **Improvement of the Power Supply System of the Catalytic Reforming Shop**

*Keywords:* reactive power compensation; distribution transformer substation; energy efficiency; computer simulation; power engineering; harmonic analysis.

*Abstract.* The purpose of the article is to analyze the process of reactive power compensation in a three-phase AC network. The material of modern technical documentation, methods of calculation and analysis of the existing system, modern software are used. As a result of the study, a circuit of a distribution transformer substation (**RDS**) was assembled, a reactive power compensator was developed, loads were connected in the form of asynchronous electric motors with a squirrel-cage rotor (**SCRM**), and an analysis of the operation of the reactive power compensator (**RPC**) was performed. Research and development and technical and economic indicators have been improved through the introduction of more reliable and energy efficient means of modernization. When designing electrical networks of industrial enterprises, a number of technical and economic problems arise related to the rationalization of consumption and transmission of electricity. One of these tasks is the control of reactive power in the system.

---

*B.B. Turutin*

### **Features of the Formation of Information Models Obtained from the Results of Processing Survey Materials**

*Keywords:* information model; BIM-technologies; life cycle; object; classification; requirements.

*Abstract.* The purpose of the research is to study the features of building information models in the process of managing the life cycle of objects. In the context of changes in the nature of the functioning of production at industrial enterprises, the necessity of improving the modeling technology is analyzed, due to the relevance of the issues of forming requirements for the composition of information models of railway infrastructure facilities. The study solves the problems of improving the requirements for information models, the specific properties of BIM models of subsystems, components and infrastructure facilities. As a hypothesis of the study, it is assumed that the information models of a unique object and the formed requirements based on the current information modeling technology undergo a gradual transformation, first in terms of clarifying the design geometric and attribute parameters, and then in accordance with the processes of construction production and operational events. In this regard, the current requirements for the functionality of information models will allow the customer to provide life cycle management processes for infrastructure facilities.

### **Analysis of Designs of Maximum Air Flow Sensors with Various Elastic Sensing Elements**

*Keywords:* maximum air flow sensors; elastic sensing elements; springs.

*Abstract.* This article describes the designs of maximum air flow sensors with elastic sensing elements in the form of a spiral, helical and flat spring for measuring the peak exhalation rate of a person. From the analysis of the equation of motion of elastic sensing elements, it was found that the maximum air flow sensor with a flat spring has the smallest errors, since it has fewer different moments of resistance to the movement of the elastic sensing element. Elastic sensing elements were analyzed by the nonlinearity of the characteristic and hysteresis. The analysis showed the advantages of flat springs, consisting in simplicity of design and low hysteresis, but revealed that they have a sufficiently high value of nonlinearity, leading to the nonlinearity of the scale of values of peak exhalation velocity.

---

*V.V. Krokmal, O.N. Matsko, A.S. Gabriel, N.A. Mokhova*

### **The Effect of Centrifugal Force on the Pressure in the Working Chamber of the Pneumatic Spring of the Mechatronic Test Bench**

*Keywords:* centrifugal force; vibrations; pneumatics; inertial forces; tests; rotor; mechatronic test bench.

*Abstract.* In this paper, the processes occurring in the working chamber of a pneumatic spring during the rotation of the rotor of a centrifuge test bench are studied; in particular, the effect of centrifugal force on the pressure in the working chamber of a pneumatic spring is studied.

To accomplish this task, the article presents a mathematical model of a rotor with a hollow cylinder that is rigidly fixed to the rotor and pumped with gas. By analyzing the processes occurring with the gas during the rotation of the rotor, the formula for calculating the pressure at each point of the working chamber of the cylinder is derived. With the help of the derived formula, a graph of the redistribution of gas pressure in the working chamber of the cylinder is obtained. The redistribution of gas pressure at different speeds of rotation of the rotor is analyzed; a visual dependence of gas pressure on centrifugal force is obtained.

---

*P.A. Govorukha*

### **Problems of Management and Efficiency of Construction Project Implementation**

*Keywords:* life cycle; organization of construction; project structure; control; efficiency.

*Abstract.* Management decisions rationally formed and adapted to current external and internal conditions are the key to a successfully implemented construction project. The correctness of the chosen path of development of construction and installation works is determined by a comprehensive review of the results of activities through an assessment of efficiency. Construction is a complex and multifactorial system, where the definition of efficiency is always a relevant and complex problem. The purpose of the study is to systematize and classify the existing principles of the scientific approach in the field of management and organization of a construction project and to determine the existing actual problem.

The hypothesis of the study lies in the possibility of improving the efficiency of managerial and organizational decisions during construction and installation work through the systematic implementation of the principles of a scientific approach. The research methods are analysis and synthesis, system analysis, classification, comparison and generalization were used. The study resulted in the systematization and classification of the existing principles of the scientific approach in the field of management and organization of the construction project and the definition of the existing problem.

### **A Study of the Structural Features of Different Parts of Wood Biomass**

*Keywords:* biomass; wood; wood raw materials; logging residues; trunk; branches; logging waste.

*Abstract.* At present, the problem of the integrated use of the entire biomass of a tree is acute. As a result, the purpose of this research was to analyze the structural features of various parts of the tree biomass and directions for their use. To achieve this goal, such tasks were solved as: an analysis of individual parts of the biomass of a tree was carried out, their characteristics were given and possible directions for their use were identified. The hypothesis of the study was to substantiate the effectiveness of the process of integrated use of the entire biomass of a tree. In the course of the research, an analytical method was implemented, which made it possible to analyze the process of processing individual parts of wood biomass. As a result, the need to expand the use of wood waste generated at various stages of logging and wood processing was justified.

---

M.A. Zyryanov, I.G. Shvetsova, S.O. Sergaev, V.S. Nepomnyashchy

### **Design Calculation of Working Bodies for Shredding Coniferous Wood Greens in the Climatic Conditions of the Far North**

*Keywords:* geometric characteristics; Far North; cutting knife; negative temperature.

*Abstract.* At present, the question is being raised about the integrated use of the entire biomass of a tree, including the woody greenery of coniferous species. Currently, the crown of coniferous trees is used very little, mainly for the production of coniferous vitamin flour, granulated fuel and medicines. In most cases, tree greens are burned or buried. For the complex use of coniferous tree greenery, a plant design was developed that will allow operations for the separation and grinding of coniferous tree greenery and subsequent packaging of the resulting product. The design features of the installation allow it to be moved around the cutting area and used in the climatic conditions of the Far North. Due to the fact that the needles will be separated from the branches, the resulting product will have a reduced amount of mineral and wood inclusions. The study aims to make design calculations for a knife for chopping coniferous greenery in the Far North.

---

M.A. Zyryanov, M.M. Gerasimova, I.G. Shvetsova, V.S. Nepomnyashchy

### **Mathematical Modeling of the Technological Process of Preparation of Logging Waste for Disposal**

*Keywords:* logging equipment; wood waste; productivity; natural production conditions; complex processing; profit; mathematical modeling.

*Abstract.* Coniferous species are predominant in the forests of the Krasnoyarsk Territory. As a rule, the crown of coniferous trees is practically not used, but with its complex processing it is possible to obtain a wide range of products. In this regard, the issue of complex processing of all wood biomass is currently relevant. To resolve this issue, the technological process of its processing was considered. The research method is an analytical method for studying the issue of complex processing of wood biomass using a compiled information and logical model of the technological process of a mobile installation, for a more visual representation. In the course of the research, the equations of the dependence of the performance of a mobile installation under favorable and unfavorable conditions were obtained. The application of the developed models in practice will allow determining the volume of processing of wood greens, which will allow planning the process of its transportation from the cutting area and the direction of further use.

The study aims to analyze the performance of a mobile plant for processing coniferous wood greens for further use.

---

*M.A. Zyryanov, I.G. Shvetsova, V.S. Nepomnyashchy, P.V. Stupak*

### **The Development of the Design of Knives for Chopping Wood Greens of Coniferous Wood Species**

*Keywords:* logging waste; grinding; needles; innovative installation.

*Abstract.* Currently, only about 700 thousand tons of wood waste are used, which is no more than 4 % of the resulting amount of potential raw materials that could be used at wood processing plants. The analysis of the processes of formation and use of logging waste has shown that to date, coniferous wood greens have found their use as raw materials for the production of coniferous flour, which is produced directly in the cutting area. The study aims to analyze the operation of a mobile machine for grinding wood.

---

*V.S. Nepomnyashchy, S.O. Sergaev, M.A. Zyryanov*

### **Mobile Woodworking Equipment as a Basis for the Efficiency of Logging Operations**

*Keywords:* wood; mobility; waste; mobile device.

*Abstract.* Today in our country it is difficult for logging trucks with whips to enter public roads. At the moment, without state support, it is not profitable for enterprises that are engaged in timber processing to create special roads, so the removal of the whip has fallen significantly. As a result, it is advisable to process the felling residues at the sites of logging operations. On the basis of the considered mobile devices, the study aims to identify their advantages in comparison with stationary devices. To achieve this goal, it is necessary to consider mobile devices that are capable of processing raw materials in the places where it appears. The main areas of research are the study of scientific literature on the topic of the work. The result of this study is that mobile installations will find their application in places difficult to transport raw materials.

---

*L.G. Chernykh, S.N. Stepanov, I.N. Khrustaleva*

### **Calculation of the Systematic Component of Primary Profile with Regard to Relative Oscillations**

*Keywords:* surface roughness; primary profile; pro-filogram; measurement; fine turning.

*Abstract.* This paper covers issues related to forming the texture profile of the surface of thin-walled machine building parts. To determine the texture of the surface obtained during fine turning, the article shows a composite mathematical model of the primary profile of the surface current, taking into account relative vibrations. This model is presented as a trace of a periodically moving cutting tool on the treated surface, depending on the profile of the cutting tool and the cutting modes.

---

*A.A. Bobrysheva*

### **Directions for the Development of Cluster Structures in the Saratov Region**

*Keywords:* cluster structure; cluster development centers; pricing; trends.

*Abstract.* The article reveals the issues of trends in the development of cluster structures in the Saratov region. The purpose of this article is to identify trends in the formation of cluster structures. The study of the main indicators of agricultural activity in the Saratov region is the task of this article. The methods of analysis and synthesis, generalization and structuring were used as research methods. The hypothesis of the study is the assumption that the establishment of trends in the development of the cluster structure can positively affect the formation of an integrated structure in the Saratov region.

---

According to the research, it is established that the solution of economic issues is the primary element of solving the issue of forming a cluster structure.

---

*K.V. Zhegera, O.A. Panina*

### **The Analysis of Competitiveness through the Example of a Dairy Industry Enterprise**

*Keywords:* competitiveness; dairy industry; sour cream; SWOT analysis; FSA.

*Abstract.* For a stable position in the market, enterprises need to constantly improve their products. Thanks to various methods of assessing competitiveness, manufacturers can monitor the quality of their products and correlate it with competitors. On the basis of SWOT and elements of the FSA analyses, the points that the company needs to pay attention to have been identified and recommendations have been developed to improve competitiveness among competitors-producers of dairy products of the Penza region.

---

*T.V. Kirillova, M.B. Ianenko, M.E. Ianenko*

### **Product Policy as an Element of the Marketing Mix in the Concept of the Metaverse**

*Keywords:* virtual and augmented reality; innovation; marketing mix; product policy; metaverse; digital marketing; digital transformation.

*Abstract.* Digital transformation has an increasing impact on the business environment, markets, consumer behavior, forcing companies to use innovative methods to increase competitiveness. Considering the metaverse as an immersive environment that opens up wide opportunities for creating innovative marketing tools, the authors substantiate the need to specify the theoretical and methodological foundations of the marketing complex within the concept of the metaverse. A special place in the marketing mix is occupied by product policy and its digital transformation. In this paper, the authors put forward a hypothesis that changes in consumer behavior, the emergence of digital and virtual worlds, the formation of the concept of the metaverse makes it necessary to specify the theoretical and methodological foundations of the company's product policy as an element of the marketing mix.

The purpose of the article is, based on an analysis of the transformation of marketing, its development and application in the digital environment, to show the features of product policy as an element of the marketing mix of real, digital, virtual goods. To achieve this goal, the following tasks have been completed: based on the systematization of the experience of using digital technologies, the creation of metauniverses, and a description of their influence on the elements of the marketing mix, it is shown that digital marketing should not be considered mainly as a means of promoting goods and services in isolation from the modernization of other elements of the marketing mix; it is confirmed that the emergence of digital goods and services, virtual worlds, metaverses makes it necessary to modernize the commodity policy; recommendations for improving the commodity strategy in the metaverse are given. The study used general scientific theoretical and empirical research methods.

---

*Yu.V. Kosolapov, E.A. Kostromina, A.A. Sivova*

### **Prospects of Energy Technologies in the Foreign Penitentiary Transport Sector**

*Keywords:* special transport; electric mobility; penitentiary system.

*Abstract.* The purpose of the article is to identify the possibilities of introducing energy road transport in the process of escorting persons in custody from the point of view of economic efficiency, environmental friendliness and safety. To complete the tasks, the experience of foreign countries is analyzed; the pros and cons of electric mobility are revealed. The results of the study come down to the

---

fact that the policy of organizations whose competence includes special transportation should focus not only on ensuring safety, but also on the introduction of energy technologies that help reduce costs and increase the level of greening of penitentiary institutions and its partner organizations.

---

*S.A. Kotov, V.I. Talolo*

### **Investing in None-Fungible Tokens (NFT)**

*Keywords:* blockchain; investments; cryptocurrency; non-fungible tokens.

*Abstract.* The relevance of the topic is determined by the fact that the task of selecting investment instruments is a task for which the demand is constantly growing, and the market for cryptocurrencies is actively developing. This article deals with such an investment tool as NFT. The analysis of how to invest, what ways of investing in NFT are used today and what NFT as an investment tool lacks.

---

*S.A. Kotov, V.I. Talolo*

### **Modern NFT Technology as a Way to Invest Finances**

*Keywords:* blockchain; investments; cryptocurrency; non-fungible tokens.

*Abstract.* The purpose of this article is to analyze and dissect NFT technology as a financial investment tool. In this article the analysis of modern economic opportunities of NFT as an investment financial tool is carried out. The article draws conclusions about the current state of affairs in the NFT segment. Ideas to improve the use of NFT as an investment tool are suggested.

---

*L.L. Pokrovskaya, N.L. Dolotov, V.G. Fomina*

### **Economic Fraud in the Russian Federation: Analysis and Modern Aspects**

*Keywords:* business fraud; falsification; economic crimes; analysis of statistical data.

*Abstract.* The purpose of this article is to study statistical data on the investigation and disclosure of fraud in business activities. The objectives of the article include characterizing economic crimes and reflecting the effectiveness of the activities of the internal affairs bodies, identifying the effectiveness of counteracting economic crimes using the corresponding index. Correlation and comparative analysis were chosen as research methods. As a result of the study, a positive trend has been established in the investigation and prevention of fraud in the field of entrepreneurial activity in the Russian Federation in recent years.

---

*Yu.Ya. Rakhmatullin, L.N. Bayanova, J.R. Lutfullin, O.A. Mustafina*

### **The Regional Tourism Cluster of the Republic of Bashkortostan: Analysis and Development Prospects**

*Keywords:* tourism; tourism sector; investment attractiveness; tourist flow; Republic of Bashkortostan.

*Abstract.* The purpose of the study is to study the tourism industry of the Republic of Bashkortostan and determine the prospects for its development. The objectives of the study were to analyze the activities of the tourism sector within the framework of investment attractiveness and identify key areas of strategic development of tourism in the region. The hypothesis of the study is presented by the thesis that the impact of tourism on the regional economy is conditionally divided into indirect and direct. In the course of the study, experimental-analytical and computational-constructive methods were applied. The results of the conducted research are the priority directions of social and economic policy in the

---

field of tourism, in particular, the development of industrial tourism and the creation of tourist and recreational clusters.

---

*T.A. Saadulaeva, V.D. Lukina*

### **Development of Investment Policy While Ensuring the Economic Security of the State**

*Keywords:* investments; investment policy; investment security; fixed capital; economic security of the state; financial and economic security of the state.

*Abstract.* Investments are defined as capital, the distribution of which occurs under the influence of economic processes. The purpose of the study of this subject area is to consider the structure and types of investment policy, which will determine the scale of the impact of investment policy measures on the state economy. The structure of the state's investment policy is determined. Based on the presented structure, the key goal of implementing the investment policy is determined. The objectives of the investment policy dictated by its purpose and the economic situation in the country are defined. Based on the results of the analysis, the key indicators identified in accordance with the chosen methodology for assessing the financial and economic security of the state using investment security indicators are considered. Some indicators are presented that contribute to deepening the analysis and expanding the understanding of the main indicators of investment activity. The analysis of the main indicators of investment activity and indirect indicators reflecting the implementation of the investment policy of the Russian Federation is presented. To achieve the purpose of the study, the impact of investment policy and, in particular, the results of its implementation on the state of financial and economic security of the state was assessed. The key problem identified in the study is insufficient investment activity, its causes are determined. The directions of investment policy development while ensuring the economic security of the state are proposed.

---

*J.A. Salavatova, V.A. Gerba*

### **On the Issue of Estimating the Costs of the Information Infrastructure of an Enterprise**

*Keywords:* personnel; enterprise; digital economy; information infrastructure.

*Abstract.* This article is a continuation of a scientific study on the topic of staffing the digital economy. The purpose of the study: a comprehensive assessment of the costs of the information infrastructure of an enterprise, taking into account the costs in the field of training personnel in the digital economy. The hypothesis is the assumption that advanced training of personnel in the digital economy is a mandatory attribute for calculating the cost of an enterprise's information infrastructure. The results obtained are as follows: the concept of information infrastructure, an indicator of the cost of an enterprise's information infrastructure, ways to reduce the cost of an enterprise's information infrastructure. The study uses general scientific methods, such as analysis, synthesis, and dialectics.

---

*Yu.G. Sled, A.A. Shakirova, U.K. Akramov*

### **Measures to Reduce Minor Crime**

*Keywords:* youth policy; minors; education.

*Abstract.* The purpose of the article is to study the issue of conducting a regional youth policy in order to reduce the level of youth crime. The research objectives are to highlight the main measures to reduce juvenile delinquency. The research methods include analysis of scientific literature, generalization and systematization of scientific approaches, theories and concepts. It is concluded that the level of juvenile delinquency, education, morality and politics will in the future depend on the influence of institutions such as the state, family and society.

### **Features of Objective Signs of Smuggling of Strategically Important Goods and Resources**

*Keywords:* norms of criminal legislation; crimes in the field of customs; criminal liability; strategically important goods; strategically important resources; smuggling.

*Abstract.* The purpose of this article is to describe the characteristics of the objective signs of smuggling of certain types of goods, the characteristics of the elements of the specified crime. The research methods are analysis of scientific and legal literature, accompanying documentation. In the course of the analysis of the specified corpus delicti, the relevant conclusions are drawn: in the case of smuggling of weapons and weapons of mass destruction, there is no differentiation of criminal liability, since the legislator does not define civil firearms, their parts and ammunition as the subject of smuggling.

---

K.A. Smelkov

### **Business Valuation: Modern Approaches and Technologies**

*Keywords:* business; machine learning; valuation; cost.

*Abstract.* The aim of the study is to consider the features of modern technologies and approaches to the assessment of business value. The objectives are formalization of the subject of evaluation in the process of business value analysis; the study of traditional approaches to valuation, their capabilities and areas of application; the study of progressive evaluation techniques based on machine learning algorithms. The research methods are grouping, comparative analysis, synthesis, generalization, systematization, induction, and deduction. In the course of the research the modern approaches to the choice of the object of evaluation in the process of analysis of the cost of business have been indicated. Various techniques and estimations which can be used for new, operating enterprises or those which are planned to leave the market have been considered in details. It is concluded that the use of a particular methodological technique to assess the value of the business depends on its characteristics, objectives and market situation.

---

T.A. Izutina

### **The Impact of Sanction Restrictions on the Expansion of Russia's Trade in Non-Commodity Non-Energy Goods with the Countries of Latin America and the Caribbean**

*Keywords:* Russian Federation; non-commodity exports; goods; Latin America and the Caribbean; export expansion.

*Abstract.* The purpose of the study is to consider the impact of sanctions restrictions on the part of Western countries and the approval of the lists of "unfriendly" countries on the Russian Federation's trade in non-commodity non-energy goods with the countries of Latin America and the Caribbean. The main tasks are to analyze imports of domestic goods by LAC countries for the period 2020-2022, including non-commodity ones, as well as to consider changes in individual product groups. The hypothesis of the study is the assumption that the volume of trade in non-commodity non-energy goods in 2022 increased compared to previous periods. The analysis and comparison were used as key research methods. Based on the results of the study, potential opportunities for increasing the volume of non-commodity non-energy exports to the region were identified, including recommendations for stimulating trade with Latin American partners.

---

*T.A. Kasyanova, K.P. Polyakova, V.V. Reshetova, D.A. Frolova*

### **Project Management: Basic Concepts and Methods**

*Keywords:* project environment; project; project management.

*Abstract.* The study aims to address the problem of defining a project and project management in general. The task is to study the concepts of the project and its environment in the modern world by reviewing scientific literature. As a result, it was found out that the project is understood as an idea and actions for its implementation, as well as what is the management of the project and its environment.

---

*S.M. Maltseva, M.N. Nekrasov, E.V. Ryzhakova, D.A. Stroganov*

### **The Impact of Advertising on Students' Consumer Choice**

*Keywords:* advertising; consumer choice; consumer behavior.

*Abstract.* Students are the most economically and intellectually developed groups in society, on whose value system the future largely depends. The purpose of the work is to analyze the impact of advertising messages on university students. The tasks are identification on the basis of an anonymous survey of changes in students' behavior as a result of paying attention to advertising; analysis of students' attitude to advertising. The research methods include description, generalization, comparison, and analysis of survey data. The results are as follows: the most popular categories of goods that students pay attention to are the entertainment industry, any discounted goods and food.

---

*S.M. Maltseva, Y.S. Shibaeva, A.N. Komarova, M.B. Rotanova*

### **Nizhny Novgorod Students' Choice of Clothing Brands before and After the Introduction of Sanctions**

*Keywords:* sanctions; brands; clothing; students; self-expression.

*Abstract.* The study aims to describe the attitude of Nizhny Novgorod's students to domestic and foreign brands of youth clothing. The hypothesis of the study is as follows: students prefer foreign clothing brands to domestic ones even under sanctions. The research methods are description, generalization, comparative analysis, and analysis of student survey data. It has been found that the majority of students have not yet changed their opinion about the domestic manufacturer; when returning foreign brands, they would give preference to them again.

---

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ List of Authors

<b>Й.А. АКАЛУ</b> аспирант Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева, г. Самара <b>E-mail:</b> yehalemaynwagaa@gmail.com	<b>Y.A. AKALU</b> Postgraduate student, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, Samara <b>E-mail:</b> yehalemaynwagaa@gmail.com
<b>Д.В. ЕЛЕНЕВ</b> кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры информационной системы и технологии Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева, г. Самара <b>E-mail:</b> elenev@ssau.ru	<b>D.V. ELENEV</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Professor, Department of Information System and Technology, Samara National Research University named after Academician S.P. Queen, Samara <b>E-mail:</b> elenev@ssau.ru
<b>А.Й. ГЕРМАМО</b> аспирант Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева, г. Самара <b>E-mail:</b> akiyig@gmail.com	<b>A.Y. GERMAMO</b> Postgraduate student, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, Samara <b>E-mail:</b> akiyig@gmail.com
<b>М.Г. БАШИРОВ</b> кандидат технических наук, профессор кафедры электрооборудования и автоматизации промышленных предприятий Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават <b>E-mail:</b> eapp@yandex.ru	<b>M.G. BASHIROV</b> Candidate of Science (Engineering), Professor, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat <b>E-mail:</b> eapp@yandex.ru
<b>Н.А. ХИСАМОВ</b> магистрант Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават <b>E-mail:</b> nail.hisamov@bk.ru	<b>N.A. KHISAMOV</b> Master's student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat <b>E-mail:</b> nail.hisamov@bk.ru
<b>Я.С. ЖУРБА</b> магистрант Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават <b>E-mail:</b> zhurba1998@list.ru	<b>Y.S. GHURBA</b> Master's student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat <b>E-mail:</b> zhurba1998@list.ru
<b>О.Г. ВОЛКОВА</b> магистрант Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават <b>E-mail:</b> olya2700@list.ru	<b>O.G. VOLKOVA</b> Master's student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat <b>E-mail:</b> olya2700@list.ru

<p><b>А.М. ХАФИЗОВ</b> кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават <b>E-mail:</b> alik_havizov@mail.ru</p>	<p><b>A.M. KHAFIZOV</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat <b>E-mail:</b> alik_havizov@mail.ru</p>
<p><b>Р.Р. АДЕЛЬГУЖИН</b> магистрант Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават <b>E-mail:</b> rinsait7@mai.ru</p>	<p><b>R.R. ADELGUZHIN</b> Master's student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat <b>E-mail:</b> rinsait7@mai.ru</p>
<p><b>М.С. ДЕНИСЕНКО</b> студент Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского, г. Калуга <b>E-mail:</b> denisenkoms@studklg.ru</p>	<p><b>M.S. DENISENKO</b> Student, Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga <b>E-mail:</b> denisenkoms@studklg.ru</p>
<p><b>В.Ю. БЕЛАШ</b> кандидат педагогических наук, доцент кафедры информатики и информационных технологий Калужского государственного университета имени К.Э. Циолковского, г. Калуга <b>E-mail:</b> mininavy@tksu.ru</p>	<p><b>V.Yu. BELASH</b> Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor of the Department of Informatics and Information Technologies, Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga <b>E-mail:</b> mininavy@tksu.ru</p>
<p><b>И.В. ЗАЙЦЕВА</b> кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой высшей математики и теоретической механики Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> irina.zaitseva.stv@yandex.ru</p>	<p><b>I.V. ZAITSEVA</b> Candidate of Science (Physics and Mathematics), Head of Department of Higher Mathematics and Theoretical Mechanics, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> irina.zaitseva.stv@yandex.ru</p>
<p><b>М.Г. КАЗНАЧЕЕВА</b> доцент кафедры экономики и управления Невинномысского государственного гуманитарно-технического института, г. Невинномысск <b>E-mail:</b> o.k4znacheeva@yandex.ru</p>	<p><b>M.G. KAZNACHEEVA</b> Associate Professor, Department of Economics and Management, Nevinnomyssk State Humanitarian and Technical Institute, Nevinnomyssk <b>E-mail:</b> o.k4znacheeva@yandex.ru</p>
<p><b>Д.В. ШЛАЕВ</b> кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем Ставропольского государственного аграрного университета, г. Ставрополь <b>E-mail:</b> shl-dmitrij@yandex.ru</p>	<p><b>D.V. SHLAEV</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Systems, Stavropol State Agrarian University, Stavropol <b>E-mail:</b> shl-dmitrij@yandex.ru</p>

---

**И.К. СИДЕНКО**

кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнес-информатики Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета), г. Санкт-Петербург

**E-mail:** sidenko@inbox.ru

**I.K. SIDENKO**

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Business Informatics, St. Petersburg State Technological Institute (Technical University), St. Petersburg

**E-mail:** sidenko@inbox.ru

**А.С. ШЕБУКОВА**

кандидат технических наук, доцент кафедры инновационных технологий управления в государственной сфере и бизнесе Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург

**E-mail:** ashebukova@mail.ru

**A.S. SHEBUKOVA**

Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Innovative Management Technologies in the Public Sphere and Business of the Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg

**E-mail:** ashebukova@mail.ru

**О.Х. КАЗНАЧЕЕВА**

кандидат педагогических наук, доцент, декан финансово-экономического факультета Невинномысского государственного гуманитарно-технического института, г. Невинномыск

**E-mail:** o.k4znacheeva@yandex.ru

**O.KH. KAZNACHEEVA**

Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Dean of the Faculty of Finance and Economics, Nevinnomyssk State Humanitarian and Technical Institute, Nevinnomyssk

**E-mail:** o.k4znacheeva@yandex.ru

**А.Ф. ДОЛГОПОЛОВА**

кандидат экономических наук, доцент кафедры математики Ставропольского государственного аграрного университета, г. Ставрополь

**E-mail:** dolgopolova.a@mail.ru

**A.F. DOLGOPOLOVA**

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Mathematics, Stavropol State Agrarian University, Stavropol

**E-mail:** dolgopolova.a@mail.ru

**П.С. ИВАНОВ**

старший преподаватель кафедры строительной механики Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, г. Санкт-Петербург

**E-mail:** Ivanovpavel.spb@gmail.com

**P.S. IVANOV**

Senior Lecturer, Department of Structural Mechanics, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg

**E-mail:** Ivanovpavel.spb@gmail.com

**С.В. ПАЛЬМОВ**

кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики; доцент кафедры информационных систем и технологий Самарского государственного технического университета, г. Самара

**E-mail:** psvzo@yandex.ru

**S.V. PALMOV**

Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies of the Volga State University of Telecommunications and Informatics; Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Samara State Technical University, Samara

**E-mail:** psvzo@yandex.ru

---

**А.В. ТИМОФЕЕВ**

кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных технологий Самарского государственного технического университета; доцент кафедры информационных систем и технологий Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева; доцент кафедры цифровых технологий образования Самарского государственного университета путей сообщений, г. Самара

**E-mail:** timofeev\_av@list.ru

**A.V. TIMOFEEV**

Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Information Technologies, Samara State Technical University; Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev; Associate Professor of the Department of Digital Education Technologies, Samara State University of Communications, Samara

**E-mail:** timofeev\_av@list.ru

**И.В. ПРАХОВ**

кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават

**E-mail:** priwan@yandex.ru

**I.V. PRAKHOV**

Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat

**E-mail:** priwan@yandex.ru

**Ш.Ш. ХОЛМАТОВ**

магистрант Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават

**E-mail:** sherozkholmatov7@mail.ru

**SH.SH. KHOLMATOV**

Master's student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat

**E-mail:** sherozkholmatov7@mail.ru

**А.А. СКРЯБИНА**

студент Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават

**E-mail:** skryabina\_19@mail.ru

**A.A. SCRIBINA**

Student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat

**E-mail:** skryabina\_19@mail.ru

**А.С. ХИСМАТУЛЛИН**

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават

**E-mail:** him5az@mail.ru

**A.S. KHISMATULLIN**

Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor of the Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat

**E-mail:** him5az@mail.ru

**Д.А. ЗАБОЛОТНЫЙ**

студент Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават

**E-mail:** Jaytax23@gmail.com

**D.A. ZABOLOTNY**

Student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat

**E-mail:** Jaytax23@gmail.com

<p><b>М.В. БОЕВ</b>  студент Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават  <b>E-mail:</b> bmwx4manuchehr@gmail.com</p>	<p><b>M.V. BOEV</b>  Student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technological University (branch), Salavat  <b>E-mail:</b> bmwx4manuchehr@gmail.com</p>
<p><b>Б.Б. ТУРУТИН</b>  кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной графики и компьютерного моделирования Национального исследовательского Московского государственного университета, г. Москва  <b>E-mail:</b> zebra2000@bk.ru</p>	<p><b>B.B. TURUTIN</b>  Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Engineering Graphics and Computer Modeling, National Research Moscow State University, Moscow  <b>E-mail:</b> zebra2000@bk.ru</p>
<p><b>И.С. ЖАРОВ</b>  кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры специальной техники и информационных технологий ВЮИ ФСИН России, г. Владимир  <b>E-mail:</b> viaduc@mail.ru</p>	<p><b>I.S. ZHAROV</b>  Candidate of Science (Engineering), Senior Lecturer of the Department of Special Equipment and Information Technologies of the All-Russian Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia, Vladimir  <b>E-mail:</b> viaduc@mail.ru</p>
<p><b>В.В. КРОХМАЛЬ</b>  ассистент Высшей школы автоматизации и робототехники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург  <b>E-mail:</b> krohmal_vv@spbstu.ru</p>	<p><b>V.V. KROKHMAL</b>  Assistant, Higher School of Automation and Robotics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg  <b>E-mail:</b> krohmal_vv@spbstu.ru</p>
<p><b>О.Н. МАЦКО</b>  кандидат технических наук, доцент Высшей школы автоматизации и робототехники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург  <b>E-mail:</b> matsko_on@spbstu.ru</p>	<p><b>O.N. MATSKO</b>  Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Higher School of Automation and Robotics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg  <b>E-mail:</b> matsko_on@spbstu.ru</p>
<p><b>А.С. ГАБРИЕЛЬ</b>  старший преподаватель Высшей школы автоматизации и робототехники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург  <b>E-mail:</b> gabriel_as@spbstu.ru</p>	<p><b>A.S. GABRIEL</b>  Senior Lecturer, Higher School of Automation and Robotics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg  <b>E-mail:</b> gabriel_as@spbstu.ru</p>
<p><b>Н.А. МОХОВА</b>  ассистент Высшей школы автоматизации и робототехники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург  <b>E-mail:</b> mohova_na@spbstu.ru</p>	<p><b>N.A. MOKHOVA</b>  Assistant, Higher School of Automation and Robotics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg  <b>E-mail:</b> mohova_na@spbstu.ru</p>

---

**П.А. ГОВОРУХА**

кандидат технических работ, доцент кафедры технологий и организации строительного производства Московского государственного строительного университета (национального исследовательского университета, г. Москва)

**E-mail:** GovoruhaPA@mgsu.ru

**P.A. GOVORUKHA**

Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Department of Technologies and Organization of Construction Production, Moscow State University of Civil Engineering (National Research University, Moscow)

**E-mail:** GovoruhaPA@mgsu.ru

**М.А. ЗЫРЯНОВ**

кандидат технических наук, доцент кафедры информационных и технических систем Лесосибирского филиала Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Лесосибирск

**E-mail:** zuryanov13@mail.ru

**M.A. ZYRYANOV**

Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information and Technical Systems of the Lesosibirsk Branch of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Lesosibirsk

**E-mail:** zuryanov13@mail.ru

**С.О. МЕДВЕДЕВ**

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономических и естественнонаучных дисциплин Лесосибирского филиала Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Лесосибирск

**E-mail:** medvedev\_serega@mail.ru

**S.O. MEDVEDEV**

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economic and Natural Sciences, Lesosibirsk Branch of the Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Lesosibirsk

**E-mail:** medvedev\_serega@mail.ru

**И.А. ПЕТРОВА**

кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных и технических систем Лесосибирского филиала Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Лесосибирск

**E-mail:** inftex2010@mail.ru

**I.A. PETROVA**

Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor of the Department of Information and Technical Systems, Lesosibirsk Branch of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Lesosibirsk

**E-mail:** inftex2010@mail.ru

**И.Г. ШВЕЦОВА**

студент Лесосибирского филиала Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Лесосибирск

**E-mail:** milyaevairen@yandex.ru

**I.G. SHVETSOVA**

Student, Lesosibirsk Branch of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Lesosibirsk

**E-mail:** milyaevairen@yandex.ru

**С.О. СЕРГАЕВ**

студент Лесосибирского филиала Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Лесосибирск

**E-mail:** ctepansergaev@mail.ru

**S.O. SERGAEV**

Student, Lesosibirsk Branch, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Lesosibirsk

**E-mail:** ctepansergaev@mail.ru

<p><b>В.С. НЕПОМНЯЩИЙ</b> студент Лесосибирского филиала Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Лесосибирск <b>E-mail:</b> nvs0407033@yandex.ru</p>	<p><b>V.S. NEPOMNYASHCHY</b> Student, Lesosibirsk Branch of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Lesosibirsk <b>E-mail:</b> nvs0407033@yandex.ru</p>
<p><b>М.М. ГЕРАСИМОВА</b> кандидат технических наук, доцент кафедры кафедры информационных и технических систем Лесосибирского филиала Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Лесосибирск <b>E-mail:</b> marina-gerasimov@list.ru</p>	<p><b>M.M. GERASIMOVA</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information and Technical Systems of the Lesosibirsk Branch of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Lesosibirsk <b>E-mail:</b> marina-gerasimov@list.ru</p>
<p><b>П.В. СТУПАК</b> студент Лесосибирского филиала Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Лесосибирск <b>E-mail:</b> pavel.vladimirovih01@yandex.ru</p>	<p><b>P.V. STUPAK</b> Student, Lesosibirsk branch of Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Lesosibirsk <b>E-mail:</b> pavel.vladimirovih01@yandex.ru</p>
<p><b>Л.Г. ЧЕРНЫХ</b> ассистент Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> 2904180@mail.ru</p>	<p><b>L.G. CHERNYKH</b> Assistant, Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> 2904180@mail.ru</p>
<p><b>С.Н. СТЕПАНОВ</b> кандидат технических наук, доцент Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> stepanov56@mail.ru</p>	<p><b>S.N. STEPANOV</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: stepanov56@mail.ru</p>
<p><b>И.Н. ХРУСТАЛЕВА</b> кандидат технических наук, доцент Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> stepanov56@mail.ru</p>	<p><b>I.N. KHRUSTALEVA</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> stepanov56@mail.ru</p>
<p><b>А.А. БОБРЫШЕВА</b> аспирант Поволжского института управления имени П.А. Столыпина – филиала Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, г. Саратов <b>E-mail:</b> alisa.bobrysheva@yandex.ru</p>	<p><b>A.A. BOBRYSHEVA</b> Postgraduate student, Volga Institute of Management named after P.A. Stolypin – branch of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Saratov <b>E-mail:</b> alisa.bobrysheva@yandex.ru</p>

<p><b>К.В. ЖЕГЕРА</b> кандидат технических наук, доцент кафедры управления качеством и технологии строительного производства Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, г. Пенза <b>E-mail:</b> jegera@yandex.ru</p>	<p><b>K.V. ZHEGERA</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Quality Management and Technology of Construction Production, Penza State University of Architecture and Construction, Penza <b>E-mail:</b> jegera@yandex.ru</p>
<p><b>О.А. ПАНИНА</b> студент Пензенского государственного университета архитектуры и строительства, г. Пенза <b>E-mail:</b> jegera@yandex.ru</p>	<p><b>O.A. PANINA</b> Student, Penza State University of Architecture and Construction, Penza <b>E-mail:</b> jegera@yandex.ru</p>
<p><b>Т.В. КИРИЛЛОВА</b> кандидат экономических наук, доцент Высшей школы сервиса и торговли Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> kirillova_tan@rambler.ru</p>	<p><b>T.V. KIRILLOVA</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Higher School of Service and Trade, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> kirillova_tan@rambler.ru</p>
<p><b>М.Б. ЯНЕНКО</b> доктор экономических наук, профессор Высшей школы сервиса и торговли Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> yanenko_57@mail.ru</p>	<p><b>M.B. IANENKO</b> Doctor of Economics, Professor, Higher School of Service and Trade of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> yanenko_57@mail.ru</p>
<p><b>М.Е. ЯНЕНКО</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, учета и анализа хозяйственной деятельности Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> myanenko@mail.ru</p>	<p><b>M.E. IANENKO</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics, Accounting and Analysis of Economic Activity, St. Petersburg State Forest Engineering University named after S.M. Kirov, St. Petersburg <b>E-mail:</b> myanenko@mail.ru</p>
<p><b>Ю.В. КОСОЛАПОВ</b> кандидат химических наук, доцент кафедры таможенного права и организации таможенного дела Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва <b>E-mail:</b> Pan_kosolapov@mail.ru</p>	<p><b>Yu.V. KOSOLAPOV</b> Candidate of Science (Chemistry), Associate Professor, Department of Customs Law and Organization of Customs Affairs, Russian University of Transport (MIIT), Moscow <b>E-mail:</b> Pan_kosolapov@mail.ru</p>
<p><b>Е.А. КОСТРОМИНА</b> кандидат филологических наук, доцент, доцент Высшей школы бизнеса, менеджмента и права Российского государственного университета туризма и сервиса, г. Москва <b>E-mail:</b> ea_kostromina@mail.ru</p>	<p><b>E.A. KOSTROMINA</b> Candidate of Science (Philology), Associate Professor, Associate Professor, Higher School of Business, Management and Law, Russian State University of Tourism and Service, Moscow <b>E-mail:</b> ea_kostromina@mail.ru</p>

<p><b>А.А. СИВОВА</b> кандидат филологических наук, начальник отдела изучения отечественного и зарубежного опыта, истории УИС, сравнительного анализа пенитенциарного законодательства Научно-исследовательского института Федеральной службы исполнения наказаний, г. Москва <b>E-mail:</b> sivovaanna@mail.ru</p>	<p><b>A.A. SIVOVA</b> Candidate of Science (Philology), Head of Department for the Study of Domestic and Foreign Experience, History of the Penitentiary System, Comparative Analysis of the Penitentiary Legislation of the Research Institute of the Federal Penitentiary Service, Moscow <b>E-mail:</b> sivovaanna@mail.ru</p>
<p><b>С.А. КОТОВ</b> аспирант Московского финансово-промышленного университета «Синергия», г. Москва <b>E-mail:</b> kotovsam@mail.ru</p>	<p><b>S.A. KOTOV</b> Postgraduate student, Moscow Financial and Industrial University "Synergy", Moscow <b>E-mail:</b> kotovsam@mail.ru</p>
<p><b>В.И. ТАЛОЛО</b> аспирант Московского финансово-промышленного университета «Синергия», г. Москва <b>E-mail:</b> v.talolo88@gmail.com</p>	<p><b>V.I. TALOLO</b> Postgraduate student, Moscow Financial and Industrial University "Synergy", Moscow <b>E-mail:</b> v.talolo88@gmail.com</p>
<p><b>Л.Л. ПОКРОВСКАЯ</b> кандидат экономических наук, доцент Высшей инженерно-экономической школы Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> Pokroskaya07@inbox.ru</p>	<p><b>L.L. POKROVSKAYA</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Higher School of Engineering and Economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> Pokroskaya07@inbox.ru</p>
<p><b>Н.Л. ДОЛОТОВА</b> старший преподаватель Высшей инженерно-экономической школы Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> dolotova@kafedrapik.ru</p>	<p><b>N.L. DOLOTOVA</b> Senior Lecturer, Higher School of Engineering and Economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> dolotova@kafedrapik.ru</p>
<p><b>Ф.Г. ФОМИНА</b> студент Высшей инженерно-экономической школы Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> fomina.vg@edu.spbstu.ru</p>	<p><b>F.G. FOMINA</b> Student, Higher School of Engineering and Economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> fomina.vg@edu.spbstu.ru</p>
<p><b>Ю.Я. РАХМАТУЛЛИН</b> кандидат экономических наук, доцент сектора региональных финансов и бюджетно-налоговой политики Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа <b>E-mail:</b> ulaj-@mail.ru</p>	<p><b>Yu.Ya. RAKHMATULLIN</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor of the Sector of Regional Finance and Fiscal Policy, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa <b>E-mail:</b> ulaj-@mail.ru</p>

<p><b>Л.Н. БАЯНОВА</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры культурологии и социально-экономических дисциплин Башкирского государственного педагогического университета имени М. Акмуллы, г. Уфа <b>E-mail:</b> balei81@mail.ru</p>	<p><b>L.N. BAYANOVA</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Cultural Studies and Socio-Economic Disciplines, Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa <b>E-mail:</b> balei81@mail.ru</p>
<p><b>Ю.Р. ЛУТФУЛЛИН</b> доктор экономических наук, профессор кафедры культурологии и социально-экономических дисциплин Башкирского государственного педагогического университета имени М. Акмуллы, г. Уфа <b>E-mail:</b> unir2007@mail.ru</p>	<p><b>J.R. LUTFULLIN</b> Doctor of Economics, Professor, Department of Cultural Studies and Socio-Economic Disciplines of the Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa <b>E-mail:</b> unir2007@mail.ru</p>
<p><b>О.А. МУСТАФИНА</b> магистрант Башкирского государственного педагогического университета имени М. Акмуллы, г. Уфа <b>E-mail:</b> nurtour02@yandex.ru</p>	<p><b>O.A. MUSTAFINA</b> Master's student, Bashkir State Pedagogical University named after M. Akmulla, Ufa <b>E-mail:</b> nurtour02@yandex.ru</p>
<p><b>Т.А. СААДУЛАЕВА</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры финансового менеджмента Российской таможенной академии, г. Люберцы <b>E-mail:</b> t.saadulaeva@customs-academy.ru</p>	<p><b>T.A. SAADULAEVA</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Financial Management of the Russian Customs Academy, Lyubertsy <b>E-mail:</b> t.saadulaeva@customs-academy.ru</p>
<p><b>В.Д. ЛУКИНА</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры финансового менеджмента Российской таможенной академии, г. Люберцы <b>E-mail:</b> v.lukina@customs-academy.ru</p>	<p><b>V.D. LUKINA</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Financial Management of the Russian Customs Academy, Lyubertsy <b>E-mail:</b> v.lukina@customs-academy.ru</p>
<p><b>Ю.А. САЛАВАТОВА</b> старший преподаватель кафедры экономической кибернетики Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск <b>E-mail:</b> choporova@mail.ru</p>	<p><b>J.A. SALAVATOVA</b> Senior Lecturer, Department of Economic Cybernetics, Pacific State University, Khabarovsk <b>E-mail:</b> choporova@mail.ru</p>
<p><b>В.А. ГЕРБА</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и финансов Гжелского государственного университета, пос. Электроизолитор <b>E-mail:</b> vikuliaalk@mail.ru</p>	<p><b>V.A. GERBA</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor of the Department of Economics and Finance, Gzhel State University, pos. electrical insulator <b>E-mail:</b> vikuliaalk@mail.ru</p>

<p><b>Ю.Г. СЛЕДЬ</b> кандидат юридических наук, доцент кафедры уголовного права, уголовного процесса и криминалистики Набережночелнинского института Казанского (Приволжского) Федерального университета, г. Набережные Челны <b>E-mail:</b> yuriisled@mail.ru</p>	<p><b>YU.G. SLED</b> Candidate of Science (Law), Associate Professor, Department of Criminal Law, Criminal Procedure and Criminalistics, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny <b>E-mail:</b> yuriisled@mail.ru</p>
<p><b>А.А. ШАКИРОВА</b> ассистент кафедры уголовного права, уголовного процесса и криминалистики Набережночелнинского института Казанского (Приволжского) Федерального университета, г. Набережные Челны <b>E-mail:</b> ala8080@mail.ru</p>	<p><b>A.A. SHAKIROVA</b> Assistant, Department of Criminal Law, Criminal Procedure and Criminalistics, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny <b>E-mail:</b> ala8080@mail.ru</p>
<p><b>У.К. АКРАМОВ</b> старший преподаватель кафедры уголовного права, уголовного процесса и криминалистики Набережночелнинского института Казанского (Приволжского) Федерального университета, г. Набережные Челны <b>E-mail:</b> acramof@mail.ru</p>	<p><b>U.K. AKRAMOV</b> Senior Lecturer, Department of Criminal Law, Criminal Procedure and Criminalistics, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny <b>E-mail:</b> acramof@mail.ru</p>
<p><b>Р.Г. ХАЙРУЛЛИНА</b> кандидат юридических наук, доцент кафедры конституционного, административного и международного права Набережночелнинского института Казанского (Приволжского) Федерального университета, г. Набережные Челны <b>E-mail:</b> RGHajrullina@kpfu.ru</p>	<p><b>R.G. KHAIRULLINA</b> Candidate of Science (Law), Associate Professor, Department of Constitutional, Administrative and International Law, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny <b>E-mail:</b> RGHajrullina@kpfu.ru</p>
<p><b>И.А. АХМАДУЛЛИНА</b> кандидат педагогических наук, доцент кафедры конституционного, административного и международного права Набережночелнинского института Казанского (Приволжского) Федерального университета, г. Набережные Челны <b>E-mail:</b> irina-ahmad@mail.ru</p>	<p><b>I.A. AKHMADULLINA</b> Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Constitutional, Administrative and International Law, Naberezhnye Chelny Institute, Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny <b>E-mail:</b> irina-ahmad@mail.ru</p>
<p><b>Е.С. ЩИГОРЦОВА</b> кандидат социологических наук, доцент кафедры уголовно-правовых дисциплин Российского государственного университета правосудия Казанского филиала, г. Казань <b>E-mail:</b> 1996yulia@gmail.com</p>	<p><b>E.S. SHCHIGORTSOVA</b> Candidate of Science (Sociology), Associate Professor, Department of Criminal Law Disciplines, Russian State University of Justice, Kazan Branch, Kazan <b>E-mail:</b> 1996yulia@gmail.com</p>
<p><b>К.А. СМЕЛКОВ</b> аспирант Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> smeaspir@gmail.com</p>	<p><b>K.A. SMELKOV</b> Postgraduate student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> smeaspir@gmail.com</p>

<p><b>Т.А. ИЗУТИНА</b> аспирант Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Москва <b>E-mail:</b> izutina94@mail.ru</p>	<p><b>T.A. IZUTINA</b> Postgraduate student, G.V. Plekhanov Russian University of Economics, Moscow <b>E-mail:</b> izutina94@mail.ru</p>
<p><b>Т.А. КАСЬЯНОВА</b> магистрант Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> kristina99.09@mail.ru</p>	<p><b>T.A. KASYANOVA</b> Master's student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> kristina99.09@mail.ru</p>
<p><b>К.П. ПОЛЯКОВА</b> магистрант Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> kristina99.09@mail.ru</p>	<p><b>K.P. POLYAKOVA</b> Master's student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> kristina99.09@mail.ru</p>
<p><b>В.В. РЕШЕТОВА</b> магистрант Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> kristina99.09@mail.ru</p>	<p><b>V.V. RESHETOVA</b> Master's student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> kristina99.09@mail.ru</p>
<p><b>Д.А. ФРОЛОВА</b> магистрант Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> kristina99.09@mail.ru</p>	<p><b>D.A. FROLOVA</b> Master's student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> kristina99.09@mail.ru</p>
<p><b>С.М. МАЛЬЦЕВА</b> кандидат философских наук, доцент кафедры философии и теологии Мининского университета; доцент кафедры общеобразовательных и профессиональных дисциплин филиала Самарского государственного университета путей сообщения, г. Нижний Новгород <b>E-mail:</b> maltsewasvetlana@yandex.ru</p>	<p><b>S.M. MALTSEVA</b> Candidate of Science (Philosophy), Associate Professor, Department of Philosophy and Theology, Minin University; Associate Professor, Department of General Education and Professional Disciplines, Branch of the Samara State University of Communications, Nizhny Novgorod <b>E-mail:</b> maltsewasvetlana@yandex.ru</p>
<p><b>М.Н. НЕКРАСОВ</b> студент Мининского университета, г. Нижний Новгород <b>E-mail:</b> zatonirovan52@mail.ru</p>	<p><b>M.N. NEKRASOV</b> Student, Minin University, Nizhny Novgorod <b>E-mail:</b> zatonirovan52@mail.ru</p>
<p><b>Е.В. РЫЖАКОВА</b> кандидат культурологии, доцент кафедры гуманитарно-правовых дисциплин Национального исследовательского Нижегородского государственного университета имени Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород <b>E-mail:</b> brusrm@yandex.ru</p>	<p><b>E.V. RYZHAKOVA</b> Candidate of Cultural Studies, Associate Professor, Department of Humanitarian and Legal Disciplines, National Research Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky, Nizhny Novgorod <b>E-mail:</b> brusrm@yandex.ru</p>

---

**Д.А. СТРОГАНОВ**

старший преподаватель кафедры всеобщей истории, классических дисциплин и права Мининского университета; старший преподаватель кафедры иностранных языков Приволжского исследовательского медицинского университета, г. Нижний Новгород

**E-mail:** stroganoff.dmitry2012@yandex.ru

**D.A. STROGANOV**

Senior Lecturer, Department of World History, Classical Disciplines and Law, Minin University; Senior Lecturer, Department of Foreign Languages, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod

**E-mail:** stroganoff.dmitry2012@yandex.ru

**Я.С. ШИБАЕВА**

студент Мининского университета, г. Нижний Новгород

**E-mail:** shibaeva.04@mai.ru

**YA.S. SHIBAEVA**

Student, Minin University, Nizhny Novgorod

**E-mail:** shibaeva.04@mai.ru

**А.Н. КОМАРОВА**

кандидат философских наук, доцент кафедры рекламы, связей с общественностью и туризма Нижегородского государственного лингвистического университета имени Н.А. Добролюбова, г. Нижний Новгород

**E-mail:** komaranna@yandex.ru

**A.N. KOMAROVA**

Candidate of Science (Philosophy), Associate Professor, Department of Advertising, Public Relations and Tourism, Linguistic University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod

**E-mail:** komaranna@yandex.ru

**М.Б. РОТАНОВА**

кандидат философских наук, доцент, заведующая кафедрой рекламы, связей с общественностью и туризма Нижегородского государственного лингвистического университета имени Н.А. Добролюбова, г. Нижний Новгород

**E-mail:** miraborisovna@gmail.com

**M.B. ROTANOVA**

Candidate of Science (Philosophy), Associate Professor, Head of Department of Advertising, Public Relations and Tourism, Linguistic University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod

**E-mail:** miraborisovna@gmail.com

---

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

---

---

**НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ**  
**SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS**  
**№ 4(142) 2023**  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

---

Подписано в печать 23.03.2023 г.  
Формат журнала 60×84/8  
Усл. печ. л. 24,18. Уч.-изд. л. 13,39.  
Тираж 1000 экз.