

ISSN 2221-5182

Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

# «НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 6(108) 2020

*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
- Машины, агрегаты и процессы
- Организация производства
- Стандартизация и управление качеством

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:**

- Системы автоматизации проектирования
- Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети
- Математическое моделирование и численные методы

### **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:**

- Экономика и управление
- Математические и инструментальные методы экономики

Москва 2020

# «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 информационных технологий в строительстве Московского государственного университета природообустройства; 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: qdwucong@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@tmb.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

## МАШИНОСТРОЕНИЕ

## Технология машиностроения

- Мержоева М.С., Хаматханова Ж.М.** Постановка задач исследования при обработке деталей выглаживанием ..... 8
- Пестриков П.П., Пестрикова Т.В.** Многоканальный измерительный усилитель биопотенциалов с компенсацией постоянной составляющей сигнала ..... 11
- Савушкина Ю.В.** Особенности экономического развития железнодорожной индустрии ... 17

## Машины, агрегаты и процессы

- Моисеев А.Н., Моисеев Е.А.** Современное состояние машинно-тракторного парка в Тюменской области ..... 20
- Шегельман И.Р., Васильев А.С.** Патентование для дистанционного управления, мониторинга и роботизации в лесном комплексе ..... 24

## Организация производства

- Архипов А.В.** Оценка эксплуатационной надежности подземных резервуаров на территории Бованенковского нефtezаконденсатного месторождения ..... 27
- Горбунов В.П., Рухлинский В.М., Саввина А.М.** Роль природных и антропогенных факторов в современном состоянии региональной авиации Арктики и Крайнего Севера ..... 32
- Дрепалов И.Ф., Мазурин Д.М., Петров А.А.** Бережливое производство и его роль в современном строительстве ..... 38
- Дрепалов И.Ф., Мазурин Д.М., Петров А.А., Далбараев А.С.** Применение цифровых технологий в строительстве для повышения эффективности управления операциями ..... 41
- Иванов Н.А., Федосеева Т.А.** Применение проектных организационных структур в российском строительстве ..... 44
- Коршунов Г.И., Нурушев Е.Т., Поляков С.Л., Смирнова В.О.** Нечеткая система контроля состояния бортового радиоэлектронного оборудования ..... 49
- Ндайирагидже Ив, Салех Эль Мавед** Повышение эффективности организации строительного производства путем создания национальных стандартов ..... 58
- Носков С.И., Перфильева К.С.** Эмпирический анализ некоторых свойств метода смешанного оценивания параметров линейного регрессионного уравнения ..... 62
- Орлов А.В., Малых А.Н., Пархоменко А.А.** Математическая модель производственного процесса технического обслуживания устройств железнодорожной автоматики ..... 67
- Савченко П.В., Неваров П.А., Тарадин Н.А., Давыдов И.Д.** Производственное планирование этапов модернизации устройств железнодорожной автоматики на метрополитене в условиях технических рисков ..... 70

## Стандартизация и управление качеством

- Затрова Ю.С.** Человеческий капитал для цифровой и креативной экономики ..... 75
- Коршунов Г.И., Соколов В.В.** Цифровизация сквозного контроля качества процессов проектирования и аддитивного производства металлических изделий ..... 84
- Тушавин В.А.** Применение МаксКУСУМ-карт для мониторинга ИТ-процессов ..... 89

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## Системы автоматизации проектирования

- Козин Е.А., Будаковский Д.В., Петраки А.В., Мыключенко Н.А.** Системы Больших Данных и управление доступом к ним ..... 93

<b>Козленко Т.А., Придвижкин С.В., Белькевич А.В., Мальцева К.В.</b> Исторические предпосылки информационного моделирования .....	97
<b>Сольнищев Р.И., Коршунов Г.И.</b> Об инструментарию проектирования и производства киберфизических систем .....	102

**Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети**

<b>Будаковский Д.В., Козин Е.А., Петраки А.В., Кондратеня К.А.</b> Методы автоматизации поиска утечек информации в сети Интернет .....	108
<b>Самарин В.А., Васильев А.Е.</b> Расширение возможностей инструментальных средств проектирования робототехнических приложений посредством применения компьютерных моделей структурно-сложных исполнительных элементов .....	111

**Математическое моделирование и численные методы**

<b>Горбунова Т.Н., Баженов Р.И., Туманова М.Б.</b> Моделирование автоколебательного процесса авторегрессионным параметрическим методом .....	117
--	-----

**Информационная безопасность**

<b>Лушников Н.Д., Лебедев А.А.</b> Внедрение биометрических технологий для защиты информационных ресурсов .....	124
<b>Петраки А.В., Будаковский Д.В., Козин Е.А., Гатауллин А.А.</b> Применение сетевых скрытых каналов в протоколе OAuth 2.0 для решения задач информационной безопасности ....	127

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**Экономика и управление**

<b>Абрамов Г.А.</b> Формирование институциональных основ как фактора инновационного развития.....	132
<b>Главатских О.Б., Пушина Н.Н., Троянская А.И., Харитоновна Н.Н.</b> Цифровая трансформация системы управления персоналом конкурентоустойчивых предприятий.....	135
<b>Дубровская Т.В., Насырова Г.Ф.</b> Рынок коммерческой недвижимости Красноярска в условиях пандемии COVID-19 .....	138
<b>Исакова А.П.</b> Влияние эффективности использования основных средств на финансово-хозяйственную деятельность организации .....	141
<b>Кузьмич Н.П.</b> Эколого-экономические задачи строительной сферы .....	147
<b>Литвинова А.Г.</b> Цикл потребительского опыта в инновационной деятельности компании и при разработке инноваций.....	151
<b>Мухина М.В., Смирнова Ж.В., Бычков Д.А., Феофанова Т.Д.</b> Маркетинговое исследование спроса на внутренний туризм .....	155
<b>Мыключенко Н.А., Девяткина А.С., Тихомирова А.Н.</b> Использование электронных практикумов как способ повышения качества обучения .....	160
<b>Ойдуп Т.М.</b> Анализ системы управления персоналом в научной организации.....	165
<b>Оюн А.О.</b> Особенности воспроизводственного процесса образовательных услуг .....	171
<b>Первушина Т.Л., Галиутинова Е.И.</b> Проект повышения экологической безопасности топливно-энергетического комплекса Красноярского края .....	174
<b>Томских А.А., Ахременя А.А.</b> О реализации потенциала научно-образовательных систем субъектов байкальского региона в коридоре «Китай – Монголия – Россия» .....	178
<b>Шукаева А.В.</b> Основные направления анализа эффективности бренда.....	182

**Математические и инструментальные методы экономики**

<b>Серов Д.А.</b> Структурно-параметрическая идентификация процесса водоснабжения на основе ценностных параметров .....	184
---	-----

## Contents

### MECHANICAL ENGINEERING

#### Engineering Technology

- Merzhoeva M.S., Hamathanova Z.M.** Setting Research Problems for Machining Parts by Smoothing..... 8
- Pestrikov P.P., Pestrikova T.V.** A Multichannel Measuring Amplifier of Biopotentials with Compensation of the DC Component of the Signal.....11
- Savushkina Yu.V.** Peculiarities of Railway Industry Economic Development ..... 17

#### Machines, Units and Processes

- Moiseev A.N., Moiseev E.A.** Current State of the Machine and Tractor Park in the Tyumen Region..... 20
- Shegelman I.R., Vasilyev A.S.** Patenting for Remote Management, Monitoring and Robotics in Forest Complex ..... 24

#### Organization of Manufacturing

- Arkipov A.V.** Assessment of the Operational Reliability of Underground Reservoirs in the Bovanenkovo Oil Condensate Field..... 27
- Gorbunov V.P., Rukhlinskiy V.M., Savvina A.M.** The Role of Natural and Anthropogenic Factors in the Modern State of the Regional Aviation of the Arctic and Far North ..... 32
- Drepalov I.F., Mazurin D.M., Petrov A.A.** Lean Manufacturing and Its Role in Modern Construction..... 38
- Drepalov I.F., Mazurin D.M., Petrov A.A., Dalbarev A.S.** Digital Technologies in Construction to Improve the Efficiency of Operations Management..... 41
- Ivanov N.A., Fedoseeva T.A.** Application of Project Organizational Structures in the Russian Construction Industry..... 44
- Korshunov G.I., Nurushev E.T., Polyakov S.L., Smirnova V.O.** Fuzzy Control System of the State of On-Board Radio Electronic Equipment..... 49
- Ndayiragije Yves, Saleh El Mawed** Improving the Organization of Construction Industry Efficiency by Creating National Standards in Burundi ..... 58
- Noskov S.I., Perfilieva K.S.** Empirical Analysis of Some Properties of the Mixed Estimation Method for Linear Regression Equation Parameters ..... 62
- Orlov A.V., Malykh A.N., Parkhomenko A.A.** Mathematical Model of the Production Process of Maintenance of Railway Automation Devices..... 67
- Savchenko P.V., Nevarov P.A., Taradin N.A., Davydov I.D.** Modernization of Railway Automation Devices on the Metro in Conditions of Technical Risks ..... 70

#### Стандартизация и управление качеством

- Zatrova Yu.S.** Human Capital for the Digital and Creative Economy ..... 75
- Korshunov G.I., Sokolov V.V.** Digitalization of Through Quality Control of Design and Additive Manufacturing of Metal Products ..... 84
- Tushavin V.A.** Using Max-CUSUM Cards for Monitoring IT Processes..... 89

### INFORMATION TECHNOLOGY

#### Design Automation Systems

- Kozin E.A., Budakovskiy D.V., Petraki A.V.** Big Data Systems and Access Control ..... 93

<b>Kozlenko T.A., Pridvishkin S.V., Belkevich A.V., Maltseva K.V.</b> Historical Background of Information Modeling .....	97
<b>Solnitsev R.I., Korshunov G.I.</b> Design and Production Tools of Cyber-Physical Systems.....	102
<b>Computers, Software and Computer Networks</b>	
<b>Budakovsky D.V., Kozin E.A., Petraki A.V., Kondratenya K.A.</b> Methods for Automating the Search for Information Leaks on the Internet .....	108
<b>Samarin V.A., Vasilyev A.E.</b> Expanding Capabilities of Instrumental Tools for Robot Application Design Using Computer Models of Actuators with a Complicated Structure.....	111
<b>Mathematical Modeling and Numerical Methods</b>	
<b>Gorbunova T.N., Bazhenov R.I., Tumanova M.B.</b> Simulation of the Auto-Oscillatory Process by the Autoregressive Parametric Method .....	117
<b>Information Security</b>	
<b>Lushnikov N.D., Lebedev A.A.</b> Implementation of Biometric Technologies to Protect Information Resources.....	124
<b>Petraki A.V., Budakovsky, D.V. Kozin E.A., Gataullin A.A.</b> Network Covert Channels in OAuth2.0 Protocol for Solving Security Problems.....	127
<b>ECONOMIC SCIENCES</b>	
<b>Economics and Management</b>	
<b>Abramov G.A.</b> Formation of Institutional Bases as a Factor of Innovative Development.....	132
<b>Glavatskikh O.B., Pushina N.N., Troyanskaya A.I., Kharitonova N.N.</b> Digital Transformation of the Personnel Management System of Competitive Enterprises.....	135
<b>Dubrovskaya T.V., Nasyrova G.F.</b> PCommercial Real Estate Market in Krasnoyarsk under the COVID-19 Pandemic .....	138
<b>Isakova A.P.</b> The Influence of the Efficiency of Using Fixed Assets on Financial and Economic Performance of the Organization .....	141
<b>Kuzmich N.P.</b> Ecological and Economic Problems of the Construction Sector .....	147
<b>Litvinova A.G.</b> The Cycle of Consumer Experience in the Innovation Activities of the Company and In the Development of Innovations.....	151
<b>Mukhina M.V., Vaganova O.I., Bychkov D.A., Feofanova T.D.</b> Market Research of Demand for Domestic Tourism.....	155
<b>Myklyuchenko N.A., Devyatkina A.S., Tikhomirova A.N.</b> Electronic Workshops as a Way to Improve the Quality of Training.....	160
<b>Oydup T.M.</b> Analysis the Staff Management System in a Research Organization.....	165
<b>Oyun A.O.</b> Features of the Reproductive Process of Educational Services .....	171
<b>Pervushina T.L., Galiutinova E.I.</b> The Project of Improving the Environmental Safety of Fuel-Energy Complex of the Krasnoyarsk Region.....	174
<b>Tomskikh A.A., Akhremenya A.A.</b> Realizing the Scientific and Educational Potential of the Baikal Region in the “China – Mongolia – Russia” Corridor.....	178
<b>Shukaeva A.V.</b> Main Directions of Brand Performance Assessment .....	182
<b>Mathematical and Instrumental Methods of Economics</b>	
<b>Serov D.A.</b> Modeling of the Water Supply Process Based on Value Parameters .....	184

УДК 621

М.С. МЕРЖОЕВА, Ж.М. ХАМАТХАНОВА

ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет», г. Магас

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ВЫГЛАЖИВАНИЕМ

*Ключевые слова:* выглаживание; математическая модель; механические свойства; моделирование; обрабатываемая поверхность; пластическое деформирование; поверхностное упрочнение.

*Аннотация.* Цель исследования состоит в разработке и реализации механико-математических моделей упругопластического взаимодействия индентора с вращающимися цилиндрическими поверхностями деталей.

Задача исследования состоит в подтверждении целесообразности разработки и реализации аналитико-численного алгоритма расчета основных характеристик взаимодействия индентора с цилиндрической поверхностью при поверхностно-упрочняющей обработке.

Методы исследования: построение математической модели основано на базе фундаментальных положений обработки деталей выглаживанием с использованием современных математических и численных методов решения задач упругопластического взаимодействия инструмента и детали.

Гипотеза исследования основана на предположении о том, что использование сопоставления результатов двух независимых подходов даст подтверждение достоверности модели. Достигнутые результаты позволяют сделать вывод о том, что дана постановка основных и вспомогательных задач, необходимых для разработки механико-математической модели, в том числе для взаимодействия вращающейся детали с неподвижным индентором, выбраны основные подходы к решению модельных задач упругопластического взаимодействия цилиндрических тел с индентором.

В машиностроении традиционно широко распространены детали, имеющие цилиндрическую форму внешней или внутренней поверхностей. Для повышения качества и долговечности

таких деталей машин и механизмов применяют различные способы обработки цилиндрических поверхностей, в том числе поверхностно-упрочняющей. Для решения проблемы повышения качества обрабатываемых поверхностей при достижении максимального поверхностного упрочнения и повышения геометрических характеристик поверхности после обработки используются различные технические средства и методы обработки. Один из наиболее эффективных способов повышения эксплуатационных характеристик деталей, в том числе цилиндрической формы, – поверхностно-упрочняющая обработка выглаживанием, при которой можно достигнуть необходимых геометрических характеристик обрабатываемой поверхности с одновременным изменением механических свойств приповерхностного слоя обрабатываемой детали за счет его пластического деформирования [1–3]. Количественные и качественные характеристики, определяющие поверхностное упрочнение материала после обработки выглаживанием, определяются сложными процессами, особенно при неровной (в нашем случае цилиндрической) форме обрабатываемой поверхности. Исследование этих особенностей и закономерностей экспериментальными средствами и методами является чрезвычайно трудоемким, требует специального прецизионного оборудования и не позволяет оперативно получить достаточно полную информацию.

Интенсивное развитие фундаментальных исследований в области механики деформируемого твердого тела, а также вычислительной техники и программного обеспечения позволяет опираться в исследованиях на методику, основанную на создании математических моделей, описывающих тот или иной процесс с требуемой степенью точности и адекватности.

Разработке математических моделей, позволяющих формализовать логические связи параметров модели, и реализации модели в виде взаимосвязанных автоматизированных проце-

дур для получения оптимальных значений планируемых параметров модели посвящены работы [4–7].

Подобный подход зарекомендовал себя достаточно хорошо и находит в настоящее время все более обширное применение при исследовании широкого спектра проблем практики. Основное преимущество подобного подхода связано с возможностью получения достаточно полной информации о процессе, а также с возможностью получить ответ на вопрос: что произойдет с обрабатываемой деталью при изменении той или иной характеристики ее взаимодействия с инструментом.

Однако разработка математической модели достаточно сложного процесса упругопластического взаимодействия инструмента с цилиндрической поверхностью детали, адекватно описывающей реальность, требует параллельно проведения целенаправленных экспериментальных исследований. Только на основе сопоставления теоретических и экспериментальных данных можно сделать заключение о степени адекватности математической модели в реальности, после чего ее можно использовать для решения практических задач.

Использование экспериментальных средств и методов при исследовании процесса поверхностной обработки деталей выглаживанием связано с рядом трудностей. Практически не представляется возможным получить информацию о напряженно-деформированном состоянии обрабатываемой детали непосредственно в зоне ее контакта с инструментом или в непосредствен-

ной близости к ней в ходе обработки.

Достаточно сложен и трудоемок процесс исследования характеристик материала после поверхностно-упрочняющей обработки выглаживанием, однако для проведения этой работы имеются отлаженные методы и стандартные средства. По этой причине для проверки адекватности механико-математической модели процесса обработки детали выглаживанием будем использовать экспериментальные данные для конкретных пар материалов (индентор – деталь), формы инструмента и режима обработки. Совпадение или близость расчетных и экспериментальных данных являются основанием для подтверждения адекватности модели реальной ситуации.

Подобную схему можно использовать для реализации поставленных задач. В основу механико-математической модели заложено два независимых алгоритма – аналитико-численный [1] и прямой численный [8], основанный на использовании метода конечного элемента и реализующих его программных комплексов. Сопоставление результатов двух независимых подходов дает дополнительное подтверждение достоверности модели и получаемых на ее основе численных данных.

Основная сложность настоящего исследования связана с цилиндрической формой обрабатываемых поверхностей, что приводит к необходимости проведения дополнительных исследований теоретического характера (в отличие от [1]), а также разработки иных алгоритмов реализации метода конечных элементов.

### Список литературы

1. Мальсагов, А.А. Теоретические и экспериментальные основы технологических методов отделочно-упрочняющей обработки деталей машин : дисс. ... докт. техн. наук / А.А. Мальсагов. – Ростов-на-Дону, 2000. – 295 с.
2. Мальсагов, А.А. Твердосплавный инструмент для выглаживания зубчатых колес / А.А. Мальсагов, Т.Ф. Терликова, А.А. Тихонов // Прогрессивная отделочно-упрочняющая технология : стат. сборник. – Ростов-на-Дону, 1982 г.
3. Shimizu, I. Surface roughening and microscopic inhomogeneity of polycrystalline iron during cyclic pJ deformation / I. Shimizu, H. Teroi, T. Noshio, T. Abe; Trans. Jap. Soc. Mech. A // Nihon kikai gakkai ronbunshu. – 1998. – 64. – № 620. – S. 1043–1051.
4. Емельянов, С.Г. Математическая модель проектирования элементов конструкции сборных зенкеров под установку сменных многогранных пластин в CAD/CAM системе / С.Г. Емельянов, О.С. Зубкова, М.С. Мержоева, Р.Л. Корнев // Материалы второй международной научно-технической конференции «Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации». – Курск : Курский государственный технический университет, 2004. – С. 154–156.
5. Мержоева, М.С. Повышение эффективности проектирования сборных зенкеров, оснащен-

ных сменными многогранными пластинами, на основе системного моделирования / М.С. Мерзоева // автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Орел : Орловский государственный технический университет, 2004. – 23 с.

6. Мерзоева, М.С. Дискретное представление образующих при проектировании конструкций сборных зенкеров / М.С. Мерзоева, М.Ш. Гатиев, А.Х. Сайнороева, Л.М. Бурсагова, Р.М. Алхоев, В.М. Озиев // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2016. – №9(84). – С. 7–11.

7. Мерзоева, М.С. Расчет положения и ориентации СМП относительно производящей поверхности сборного зенкера / М.С. Мерзоева // Глобальный научный потенциал. – СПб. : ТМБпринт. – 2016. – № 10(67). – С. 93–96.

8. Bibel, G.D. Contact stress analysis of spiral bevel gears using finite element analysis / G.D. Bibel, A. Kumar, S. Reddy, R. Handschuh // Trans. ASME. J. Mech. Des. – 1995. – № 117, 2A. – P. 235–240.

### References

1. Malsagov, A.A. Teoreticheskie i eksperimentalnye osnovy tekhnologicheskikh metodov otdelochno-uprochnyayushchej obrabotki detalej mashin : diss. ... dokt. tekhn. nauk / A.A. Malsagov. – Rostov-na-Donu, 2000. – 295 s.

2. Malsagov, A.A. Tverdosplavnyj instrument dlya vyglazhivaniya zubchatykh koles / A.A. Malsagov, T.F. Terlikova, A.A. Tikhonov // Progressivnaya otdelochno-uprochnyayushchaya tekhnologiya : stat. sbornik. – Rostov-na-Donu, 1982 g.

4. Emelyanov, S.G. Matematicheskaya model proektirovaniya elementov konstruksii sbornykh zenkerov pod ustanovku smennykh mnogogrannykh plastin v CAD/CAM sisteme / S.G. Emelyanov, O.S. Zubkova, M.S. Merzhoeva, R.L. Kornev // Materialy vtoroj mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferentsii «Sovremennye instrumentalnye sistemy, informatsionnye tekhnologii i innovatsii». – Kursk : Kurskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet, 2004. – S. 154–156.

5. Merzhoeva, M.S. Povyshenie effektivnosti proektirovaniya sbornykh zenkerov, osnashchennykh smennymi mnogogrannymi plastinami, na osnove sistemnogo modelirovaniya / M.S. Merzhoeva // avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk. – Орел : Орловский государственный технический университет, 2004. – 23 с.

6. Merzhoeva, M.S. Diskretnoe predstavlenie obrazuyushchikh pri proektirovanii konstruksij sbornykh zenkerov / M.S. Merzhoeva, M.SH. Gatiev, A.KH. Sajnoroeva, L.M. Bursagova, R.M. Alkhoev, V.M. Oziev // Perspektivy nauki. – Тамбов : ТМБпринт. – 2016. – №9(84). – С. 7–11.

7. Merzhoeva, M.S. Raschet polozheniya i orientatsii SMP otноситelno proizvodnyashchej poverkhnosti sbornogo zenkera / M.S. Merzhoeva // Globalnyj nauchnyj potentsial. – SPb. : ТМБпринт. – 2016. – № 10(67). – С. 93–96.

© М.С. Мерзоева, Ж.М. Хаматханова, 2020

УДК 616-7

П.П. ПЕСТРИКОВ, Т.В. ПЕСТРИКОВА

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск

## МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ БИОПОТЕНЦИАЛОВ С КОМПЕНСАЦИЕЙ ПОСТОЯННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СИГНАЛА

*Ключевые слова:* бионический протез; индифферентный электрод; инструментальный усилитель; электромиография.

*Аннотация.* Целью исследования является построение измерительного усилителя биопотенциалов человека с минимальным уровнем собственных шумов, способного работать при высоком уровне постоянной составляющей в измеряемом сигнале. В статье предложен метод подавления медленно меняющихся составляющих сигнала электромиографии непосредственно в первом каскаде измерительного усилителя за счет введения дополнительной петли частотно-зависимой отрицательной обратной связи по напряжению. Приведена методика расчета основных параметров предлагаемой схемы. Приведены результаты экспериментов по измерению технических характеристик собранной на основе предлагаемого метода многоканальной системы регистрации сигналов электромиографии.

### Введение

Во многих современных методах клинических исследований биомедицинских сигналов информативная частотная область лежит в диапазоне инфранизких частот. Примерами таких сигналов являются: электрогастрограмма, электроспинограмма, электрогистограмма, электроэнцефалограмма [1]. При других исследованиях сигналы постоянного тока и низкочастотные колебания не несут полезной информации и должны быть удалены [2]. Примером исследования такого типа является измерение и анализ электромиографии в задачах формирования команд управления роботизированными устройствами.

Одно из возможных схемотехнических решений построения многоканального инстру-

ментального усилителя приведено в работе [3]. Параметры схемы замещения источника сигнала приведены в работе [4]. На рис. 1 представлена схема усилителя. Параметры схемы приведены в табл. 1.

Коэффициент усиления дифференциального сигнала схемы равен [3]:

$$K_{\text{диф}} = 1 + K \times (M - 1), \quad (1)$$

где  $M$  – количество каналов усилителя,  $K = R_2/R_1$ .

Требуемый коэффициент усиления по напряжению всей схемы  $K_U = 2400$ . Если усиление первого каскада  $K_U > 24$ , то операционные усилители перейдут в насыщение (при питании от источника  $\pm 12$  В) из-за наличия постоянной составляющей во входном сигнале. Проблема решается установкой фильтра верхних частот (ФВЧ) перед не инвертирующими входами ОУ или установкой низкого  $K_U$  первого каскада. Оба способа ухудшают шумовые характеристики усилителя: в первом случае за счет введения дополнительных сопротивлений в измерительную цепь, во втором случае – за счет плохого распределения коэффициента усиления между каскадами. Можно ввести емкости последовательно с резисторами  $R_1$ , преобразовав таким образом схему в усилитель переменного тока. Однако в сигналах  $U_1$  будет присутствовать неусиленная постоянная составляющая, которую придется удалять в следующих каскадах. Предлагается способ компенсации постоянной составляющей путем введения ПИ-регулятора в контур регулирования выходного сигнала первого каскада.

### Анализ работы схемы

Предположим, что  $E_{DC2} = E_{DC3} = E_{DC4} = 0$ . Тогда напряжение на выходе ОУ1:

Таблица 1. Характеристики источника сигнала ЭМГ

Параметр	Значение	Ед. изм.
$R_{BH}$	100	кОм
$E_{DC}$	0.5	В
$E_i$	1–5	мВ
$E_{CF}$	3–5	В
Частотный диапазон	0,5–2000	Гц

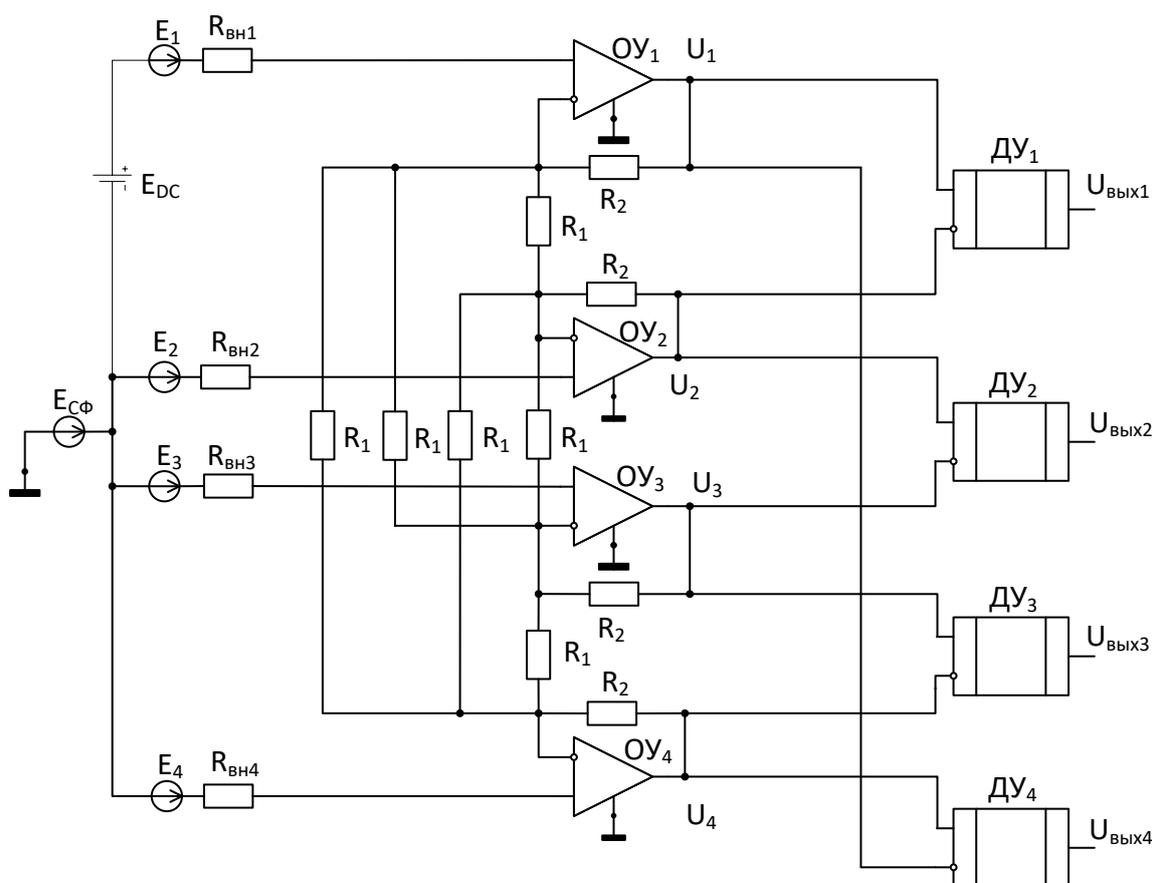


Рис. 1. Принципиальная схема многоканального усилителя

$$U_1 = E_{CF} + E_1 \times (K(M-1) + 1) - K(E_2 + E_3 + E_4) + E_{DC} \times (K(M-1) + 1).$$

Для компенсации последнего слагаемого необходимо подать на инвертирующий вход ОУ постоянное напряжение  $E_x$ , как показано на рис. 2.

Расчет значений  $E_x$  и  $R_x$  произведем по по-

стоянному току. Из принципа виртуального короткого замыкания следует  $\phi_A = \phi_B + E_{DC}$ . При этом цепь  $E_x, R_x, R_1$  образует делитель напряжения, представленный на рис. 3.

Из рисунка видно, что напряжение, необходимое для компенсации постоянной составляющей сигнала, равно:

$$E_x = E_{DC} \times \left( 1 + \frac{R_x}{R_2} \right). \quad (2)$$

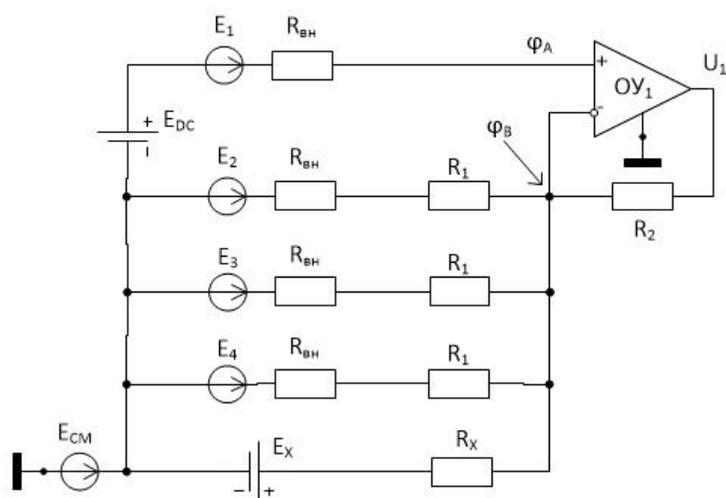


Рис. 2. Принципиальная схема подключения ОУ1

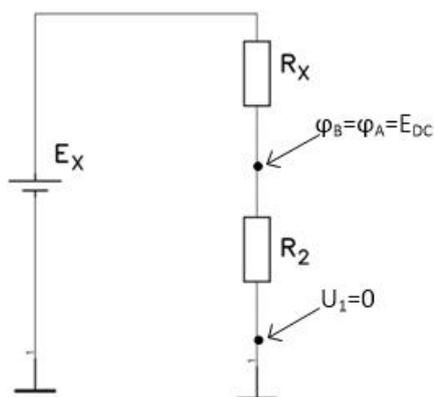


Рис. 3. Делитель напряжения  $E_x, R_x, R_1$

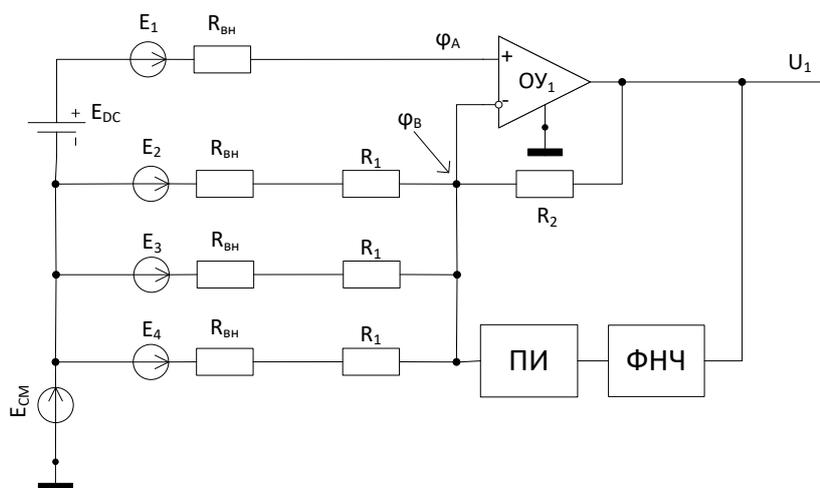


Рис. 4. ФНЧ и ПИ-регулятор в цепи обратной связи первого каскада

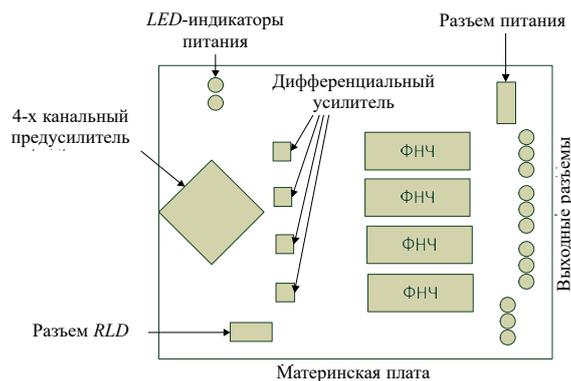


Рис. 5. Расположение модулей на материнской плате

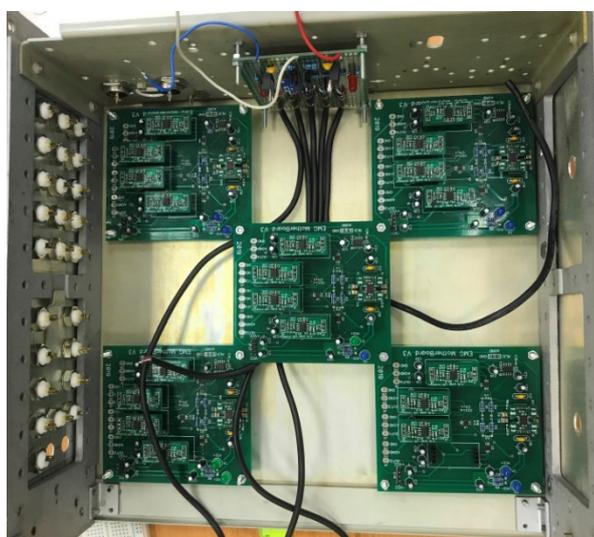


Рис. 6. Внешний вид измерительного блока без верхней крышки

Формирование напряжения осуществляет ПИ-регулятор. Сигнал ошибки формируется ФНЧ. Предлагаемый принцип иллюстрируется на рис. 4.

При этом формула (1) дополняется еще одним слагаемым:

$$K_{\text{диф}} = 1 + K \times (M - 1) + \frac{R_2}{R_x}$$

С одной стороны, при выборе  $R_x \gg R_2$ , коэффициент усиления синфазного сигнала первого каскада стремится к единице, однако при этом, исходя из формулы (2), необходимо подавать большее напряжение  $E_x$ . Максимальное напряжение  $E_x$  ограничено напряжением питания ОУ, следовательно, уменьшается допустимый диапазон постоянного напряжения на входе

усилителя.

### Проведение эксперимента

Основываясь на описанной выше методике, был спроектирован лабораторный комплекс. Четырехканальный усилитель состоит из: входного четырехканального предусилителя, четырех выходных ФНЧ и дифференциальных усилителей. Расположение модулей на материнской плате представлено на рис. 5. На базе четырех канальных усилителей был спроектирован измерительный комплекс на 20 независимых каналов. Внешний вид системы в сборе приведен на рис. 6. Результаты тестов измерительного комплекса сведены в табл. 2.

Измерение уровня собственных шумов производилось при закороченных на землю входах усилителя. Расчет осуществлялся соглас-

Таблица 2. Технические характеристики комплекса

Параметр	Величина	Ед. изм.
Количество каналов	20	Шт
Полоса частот	1,5–1900	Гц
Усиление	67,6	дБл
Диапазон выходного сигнала	–10...10	В
КПСС	>90	дБл
Отношение сигнал/шум	71	дБл
Частота дискретизации	100	кГц
Диапазон входного сигнала постоянного тока	–5...+5	В
Шум напряжения, приведенный ко входу	17	нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$

но методике, приведенной в [5]. Для расчета была выбрана полоса частот от 100 до 500 Гц. Измеренное действующее значение шума в этой полосе составило 0,82 мВ, следовательно, шум, приведенный ко входу  $e_{\text{ш}} = 17 \text{ нВ}/\sqrt{\text{Гц}}$ . Полученное экспериментальное значение сходится с расчетом, произведенным в среде *Multisim* (15 нВ/ $\sqrt{\text{Гц}}$ ). Для обеспечения стабильности последовательно с выходом ФНЧ устанавливался резистор величиной 100 Ом [5].

### Заключение

Предложен способ компенсации постоянной составляющей биомедицинского сигнала, основанный на введении ПИ-регулятора в контур регулирования постоянной составляющей. Сигнал ошибки системы формируется с помо-

щью ФНЧ. При этом система становится астатической и позволяет компенсировать медленно меняющиеся сигналы. Введение дополнительных блоков позволяет компенсировать постоянную составляющую сигнала непосредственно в первом каскаде усилителя, при этом в измерительную цепь не требуется введения дополнительных компонентов, ухудшающих шумовые показатели схемы.

На основе предложенного метода был спроектирован измерительный комплекс и зафиксированы его характеристики. Испытания показали устойчивую работу системы при уровне постоянной составляющей сигнала на входе в диапазоне от –5 до 5 В. Данный подход позволил увеличить коэффициент усиления первого каскада с 24 до 370, что положительно сказывается на уровне собственных шумов усилителя.

*Исследование выполнено при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере по программе СТАРТ, договор 7ГС1С7-15/48709 от 26.08.2019.*

### Список литературы

1. Мишин, А.Т. Инфранизкочастотные усилители бионапряжений с гальваническим разделением входа и выхода / А.Т. Мишин, А.С. Логинов; под ред. Р.И. Утямышева. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 80 с.
2. Райгайян, Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход / Р.М. Райгайян; пер. с англ. под ред. А.П. Немирко. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007 – 440 с.
3. Пестриков, П.П. Измерение потенциала поверхностной электромиографии в задачах управления робототехническими устройствами / П.П. Пестриков, Т.В. Пестрикова // Вестник ТОГУ. – 2019. – № 2(53) – С. 27–34.
4. David Hary. Circuit Models and Simulation Analysis of Electromyographic Signal Sources – I: The Impedance of EMG Electrodes / David Hary, George A. Bekey // Ieee Transactions On Biomedical Engineering. – 1987. – Vol. Bme–34. – № 2. – S. 91–97.

5. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл; пер. с англ. – М. : БИНОМ. – 2014. – 704 с.

### References

1. Mishin, A.T. Infranzkochastotnye usiliteli bionapryazhenij s galvanicheskim razdeleniem vkhoda i vykhoda / A.T. Mishin, A.S. Loginov; pod red. R.I. Utyamysheva. – М. : Energoatomizdat, 1983. – 80 s.

2. Rajgajyan, R.M. Analiz biomeditsinskikh signalov. Prakticheskij podkhod / R.M. Rajgajyan; per. s angl. pod red. A.P. Nemirko. – М. : FIZMATLIT, 2007 – 440 s.

3. Pestrikov, P.P. Izmerenie potentsiala poverkhnostnoj elektromiografii v zadachakh upravleniya robototekhnicheskimi ustrojstvami / P.P. Pestrikov, T.V. Pestrikova // Vestnik TOGU. – 2019. – № 2(53) – S. 27–34.

5. KHorovits, P. Iskusstvo skhemotekhniki / P. KHorovits, U. KHill; per. s angl. – М. : BINOM. – 2014. – 704 s.

---

© П.П. Пестриков, Т.В. Пестрикова, 2020

УДК 62

Ю.В. САВУШКИНА

«НИИ Трансмаш», г. Москва

## ОСОБЕННОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ИНДУСТРИИ

*Ключевые слова:* железнодорожная инфраструктура; макроэкономика; обеспечение конкурентоспособности; развитие.

*Аннотация.* Настоящая статья кратко анализирует основные особенности развития железнодорожной индустрии как неотъемлемой составляющей современной конкурентоспособной макроэкономической зоны, представляющей собой систему уровня страны или сообщества государств.

*Цели исследования:* выявление основных аспектов успешного развития железнодорожной отрасли как структурной составляющей макроэкономики.

*Задачи исследования:* рассмотреть специфику успешного развития железнодорожной отрасли в экономической системе государства, (экономического сообщества государств).

*Гипотеза исследования:* развитая железнодорожная индустрия, будучи эффективным инструментом транспортировки грузов, является конкурентным преимуществом макроэкономической зоны, однако ввиду масштабности и капиталоемкости эффективное развитие железнодорожной инфраструктуры возможно при системном инвестировании и регулировании на государственном уровне.

*Методы исследования:* анализ, синтез и научная абстракция.

*Достигнутые результаты:* выявлены особенности эффективного развития железнодорожной промышленности, проистекающие из специфических особенностей железнодорожного транспорта.

Основной функционал системы железнодорожных перевозок заключается в обеспечении массовых, объемных перевозок грузов по суше на большие расстояния, а также обеспечение транспортировки пассажиров. При этом речь идет главным образом именно о больших парти-

ях объемных грузов, таких как сырье, материалы, удобрения, отдельные виды сельскохозяйственной продукции и продукции первичного передела.

Соответственно, железнодорожную отрасль и ее развитие нельзя рассматривать отдельно от макроэкономики.

Наилучшим образом текущее стратегическое значение железнодорожной отрасли характеризуют объемы погрузки основных видов грузов на железнодорожном транспорте. В табл. 1 представлены соответствующие данные за первые пять месяцев 2020 г.

Доля железнодорожной отрасли в грузообороте России составляет 43 %. Железнодорожными составами перевозится 90 % произведенного угля, 96 % автомобильного бензина, 92 % топочного мазута, 74 % дизельного топлива [2].

Иными словами, ключевая роль железнодорожной индустрии состоит в эффективном транспортном обеспечении функционирования макроэкономики, при этом необходимо отметить, что развитая железнодорожная сеть, по сути, представляет собой систему современных сухопутных торговых путей и является стратегически важной составляющей всей экономической системы, обеспечивающей внешнюю конкурентоспособность, при этом необходимо отметить, что в ряде случаев сеть железных дорог является также продолжением и неотъемлемым элементом морских торговых путей.

Очевидно, что особенности экономического развития железнодорожной индустрии проистекают из специфических особенностей самого железнодорожного транспорта и заключаются в основном в следующем.

1. Железнодорожная инфраструктура состоит из рельсового пути с искусственными сооружениями; станций, оснащенных сортировочными пунктами; подвижного состава; специальных средств регулирования, управления и обеспечения передвижения, что говорит о высокой капиталоемкости сооружения, а также отно-

**Таблица 1.** Объем погрузки основных видов грузов на железнодорожном транспорте с 01.01 2020 по 31.05.2020 [1]

Объем	Вид груза
141 724,4	Каменный уголь
4 523,8	Кокс
91 900,2	Нефть и нефтепродукты
49 823,2	Руда железная и марганцевая
8 165,6	Руды цветных металлов и серное сырье
28 692,7	Черные металлы
5 034,1	Лом черных металлов
25 929,0	Химические и минеральные удобрения
51 094,5	Строительные грузы
8 774,4	Цемент
17 560,7	Лесные грузы
10 617,4	Зерно и продукты перемола
348,1	Комбикорма
4 570,4	Импортные грузы
85,5	Рыба
59 542,6	Прочие грузы
508 386,6	Всего

сительно медленной окупаемости.

2. В отрасли велика доля капитальных вложений и основных производственных фондов, которые носят безвозвратный характер, их невозможно использовать для других целей и в иной форме (железнодорожный путь, мосты, тоннели и т.д.) [3].

3. Возможность сооружения на любой сухопутной территории и осуществления связи с островными территориями.

4. Массовость грузоперевозок и высокая провозная способность, в том числе возможность массовых перевозок пассажиров с большой скоростью.

5. Регулярность перевозок независимо от времени года, времени суток и погоды.

6. Более короткий путь по сравнению с водным транспортом.

7. Невысокая себестоимость перевозок по сравнению с другими видами транспорта.

8. Сложность устранения перекрестного субсидирования между сферами грузо- и пассажироперевозок, поскольку используется единая инфраструктура и системы ее обслуживания.

Учитывая стратегическую значимость в

масштабах макроэкономики с одной стороны, и высокую капиталоемкость с другой, становится очевидной обоснованность того факта, что железнодорожная сеть той или иной страны в абсолютном большинстве случаев исторически является продуктом либо чисто государственного инвестирования, либо результатом частногосударственного партнерства, где определяющую роль все-таки играло государство.

Вообще создание и развитие современной железнодорожной инфраструктуры по многим факторам можно сравнить со строительством системы водопроводов в Римской империи, когда на государственном уровне, и во многом с привлечением государственного финансирования и ресурсообеспечения, так же решались вопросы строительства капиталоемких инфраструктурных комплексов водоснабжения, ради обеспечения общего экономического развития и социального благополучия.

Привязанность железнодорожной отрасли к довольно дорогостоящей и специфической инфраструктуре обуславливает и статус железнодорожного транспорта как естественной монополии.

Поскольку железнодорожная индустрия в рамках одного государства представляет собой единую транспортную систему, то целесообразным является и единое обслуживание и содержание данной системы. Кроме того, также очевидной представляется и необходимость единой государственной стратегии железнодорожной отрасли как инструмента инфраструктурного обеспечения развития экономики в целом.

Будучи, как было отмечено выше, сферой деятельности естественных монополий, железнодорожная индустрия в целях системного экономического развития государства нуждается в отлаженных механизмах антимонопольного регулирования, которое должно предотвращать факты ценовой дискриминации пользователей услуг железнодорожных перевозок, а также обеспечивать тарифы на уровне, позволяющем, с одной стороны, сдерживать рост цен в экономике за счет транспортной составляющей, с

другой – обеспечивающем нормальное функционирование и возможность инвестирования в развитие объектов железнодорожной инфраструктуры.

Иными словами, эффективное развитие железнодорожной индустрии как фактора, обеспечивающего конкурентоспособность макроэкономической зоны (национальной экономики), имеет ряд следующих специфических особенностей:

1) ведущая роль государства в определении стратегии развития отрасли;

2) необходимость значительной доли капиталоемких долгосрочных государственных инвестиций;

3) привлечение долгосрочного частного инвестирования под определенные гарантии государства;

4) грамотное комплексное антимонопольное регулирование отрасли.

### Список литературы

1. Объем погрузки основных видов грузов на железнодорожном транспорте : данные Федеральной службы государственной статистики // официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.gks.ru/statistic>.

2. Семенов, М.Р. Особенности развития железнодорожных перевозок (международный и российский опыт) / М.Р. Семенов // Молодой ученый. – 2019. – № 25(263). – С. 232–233.

3. Жданов, А.И. Особенности железнодорожного транспорта и их учет при реформировании отрасли / А.И. Жданов // Вестник университета. – 2018. – № 1. – С. 74–78.

### References

1. Obem pogruzki osnovnykh vidov gruzov na zheleznodorozhnom transporte : dannye Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki // ofitsialnyj sajt Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.gks.ru/statistic>.

2. Semenov, M.R. Osobennosti razvitiya zheleznodorozhnykh perevozok (mezhdunarodnyj i rossijskij opyt) / M.R. Semenov // Molodoj uchenyj. – 2019. – № 25(263). – S. 232–233.

3. Zhdanov, A.I. Osobennosti zheleznodorozhnogo transporta i ikh uchet pri reformirovanii otrasli / A.I. Zhdanov // Vestnik universiteta. – 2018. – № 1. – S. 74–78.

УДК 631.171

А.Н. МОИСЕЕВ, Е.А. МОИСЕЕВ

ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», г. Тюмень

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА В ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Ключевые слова:* обеспеченность сельскохозяйственной техникой; Тюменская область.

*Аннотация.* Цель исследования: изучение обеспеченности технического состояния сельскохозяйственных организаций методом анализа на примере Тюменской области и опытного поля ГАУ Северного Зауралья. В Тюменской области отмечено снижение количества тракторов на 1000 га пашни в 2016 г. на 8,6 %. По количеству пашни на один трактор отмечено увеличение на 9,6 %. В 2019 г. в Тюменской области обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами увеличилась и составила 133,3 % в сравнении с 2018 г. По количеству зерноуборочных комбайнов показатель остается на уровне 2018 г., по картофелеуборочным комбайнам отмечено увеличение, в связи наращиванием производства картофеля свыше 435,3 тыс. тонн в 2018 г. Опытное поле Государственного аграрного университета Северного Зауралья имеет 17 единиц сельскохозяйственной техники для обслуживания научно-исследовательских работ обучающихся и сотрудников.

В составе Тюменской области насчитывается: 29 городов, 28 поселков городского типа, 38 районов, 1466 сельских населенных пунктов: всего 477 муниципальных образований [10]. В целях увеличения объемов и качества получаемой сельскохозяйственной продукции необходим высокий уровень развития машино-тракторного парка, который играет важную социальную роль в вопросах продовольственного обеспечения [8].

Эффективность производства в сельском хозяйстве напрямую зависит от обеспеченности сельскохозяйственной техникой [1; 3; 9]. В 2020 г. в Тюменской области прогнозируется индекс производства продукции сельского хозяй-

ства на уровне 100,3 % [6].

В связи с этим цель исследования – изучение обеспеченности технического состояния сельскохозяйственных организаций методом анализа на примере Тюменской области и опытного поля ГАУ Северного Зауралья. Тюменская область – это активно развивающийся регион в агропромышленном комплексе (АПК). Для выполнения цели исследования нами были использованы методы сравнения и статистики.

Обеспеченность российских сельхозорганизаций на 1000 га посевов (посадки) соответствующих культур [7] зерноуборочными комбайнами с 2014 г. остается на уровне 2 шт., кукурузоуборочными – 1 шт. в 2010 г., картофелеуборочными в пределах 15–17 шт. по исследуемым годам (рис. 1).

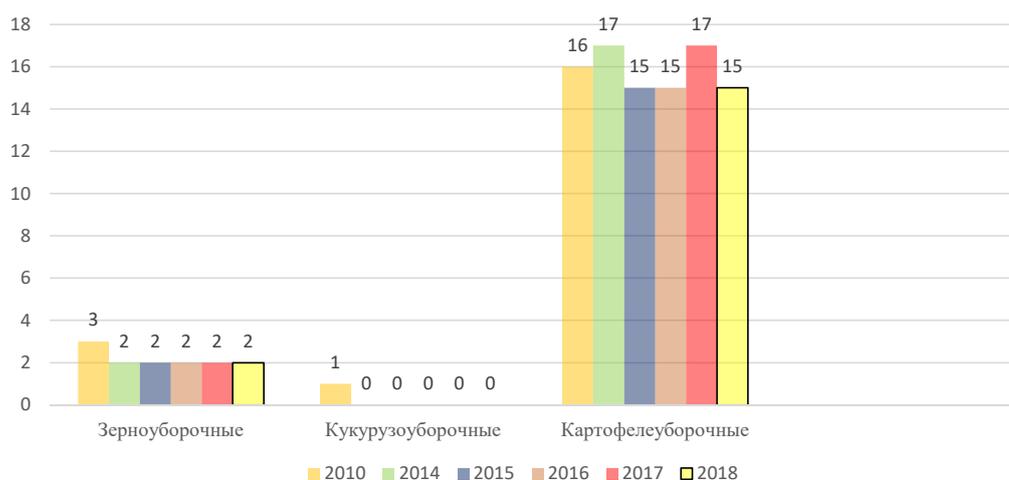
Исходя из данных рис. 2 и 3 в сравнении с Российской Федерацией в Тюменской области [5] отмечено снижение количества тракторов на 1000 га пашни в 2016 г. на 8,6 %, а по показателю количества пашни на один трактор отмечено увеличение на 9,6 %.

В разрезе соседних областей выделяется Курганская область – количество тракторов на 1000 га пашни выше на 16 % в сравнении с Тюменской областью.

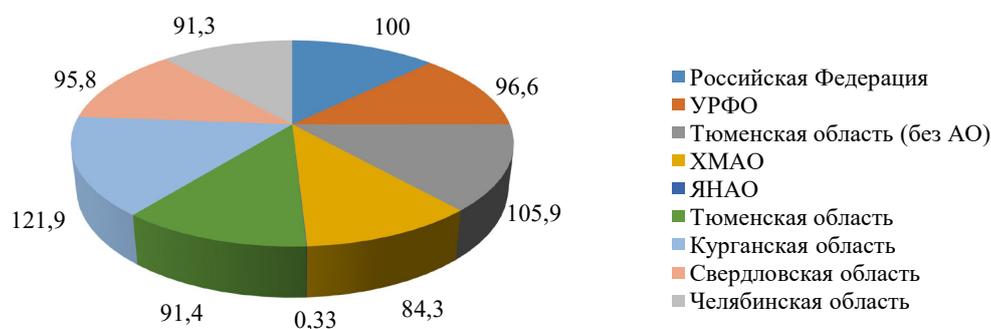
Увеличение нагрузки на технику ведет к износу, снижению срока эксплуатации, увеличивается время простоев и в конечном итоге техника встает на ремонт (табл. 1).

Анализируя литературные источники, было выявлено, что многие авторы отмечают нехватку тракторов и комбайнов для выполнения планируемых результатов, несмотря на закупку новых единиц техники [4].

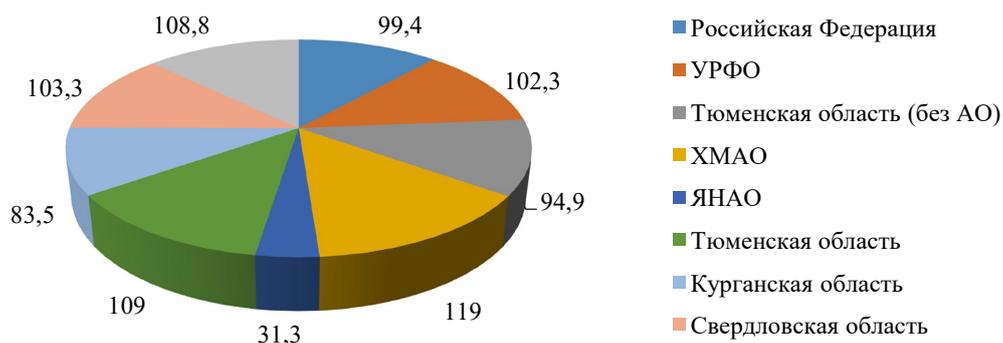
В ГАУ Северного Зауралья имеется свое опытное поле площадью 70 га, которое обслуживается сотрудниками отдела технического обеспечения. Имеется: 17 тракторов, 4 плуга, 2 культиватора, 4 сеялки, 3 бороны, 1 разбрасы-



**Рис. 1.** Обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами и комбайнами



**Рис. 2.** Приходится тракторов на 1000 га пашни, шт. 2016 г. к 2015 г.



**Рис. 3.** Приходится пашни на один трактор, га 2016 г. к 2015 г., %

ватель удобрений, 2 опрыскивателя, 4 зерноуборочных комбайна и картофелеуборочный комбайн – 1 шт. Динамику увеличения рассмотреть не удалось, так как взамен списанных агрегатов была приобретена новая современная техника и цифры остаются прежними. По качественным характеристикам вновь закупленная техника

имеет высокую производительность за счет ширины захвата агрегата, мобильности передвижения с переводом в транспортное положение, что положительно сказывается на объеме и качестве выполняемых работ.

Необходимо рассмотреть вопрос об увеличении обеспеченности сельскохозяйственных

**Таблица 1.** Обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами и комбайнами в Тюменской области (2018–2019 гг.)

	2018 г.	2019 г.	2019 г. к 2018 г.
Приходится тракторов на 1 000 га пашни, штук	3,0	4,0	133,3
Нагрузка пашни на один трактор, га	292	285	97,6
Приходится комбайнов на 1 000 га посевов (посадки) соответствующих культур, шт.			
Зерноуборочных	1,9	1,9	100,0
Картофелеуборочных	9,3	9,8	105,4
Приходится посевов (посадки) соответствующих культур на один комбайн, га			
Зерноуборочный	534	517	96,8
Картофелеуборочный	107	102	95,3

организаций тракторами и комбайнами в Тюменской области в связи с увеличением производства сельскохозяйственной продукции. Дальнейшее развитие обеспеченности сель-

скохозяйственных предприятий тракторами и комбайнами видится при благоприятной экономической ситуации и с сохранением мер государственной поддержки товаропроизводителей.

#### Список литературы

1. Гусаков, В.Г. Вопросы рыночного развития АПК/ В.Г. Гусаков. – Минск : Беларус. наука, 2013. – 476 с.
2. Ефремов, А.А. Оценка обеспеченности АПК республики Беларусь тракторами и комбайнами / А.А. Ефремов // Сельскохозяйственный журнал. – 2016. – С. 525–528.
3. Кулов, А.Р. Состояние технической обеспеченности сельского хозяйства и тенденции его развития на современном этапе / А.Р. Кулов, Н.Е. Соловьева // Научный результат. Экономические исследования. – Т. 3. – № 2. – 2017.
4. Миклуш, В.П. Организация технического сервиса в агропромышленном комплексе / В.П. Миклуш, А.С. Сайганов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 606 с.
5. Обеспеченность сельскохозяйственных организаций тракторами в 2016 г. в разрезе регионов // Агровестник. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [agrovesti.net](http://agrovesti.net).
6. Прогноз социально-экономического развития Тюменской области на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов. – Тюмень, 2019. – 40 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [admin.admtumen.ru](http://admin.admtumen.ru).
7. Россия в цифрах, 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2019/rusfig/rus19.rar](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2019/rusfig/rus19.rar).
8. Ридель, Л.Н. Анализ агропромышленного производства Красноярского края / Л.Н. Ридель, А.В. Ковалец / Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 10(100). – С. 99–101.
9. Сайганов, А.С. Экономика и организация инфраструктуры в агропромышленном комплексе : учеб. пособие / А.С. Сайганов и др.; под ред. А.С. Сайганова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 400 с.
10. Тюменская область : стат. сб. в 2-х частях. (2017 г., 2018 г.) / Управление Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, Ханты–Мансийскому автономному округу – Югре и Ямало–Ненецкому автономному округу. – Т. 2019. – Ч. II. – С. 280. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [tumstat.gks.ru/storage/mediabank/25014\\_2\\_2019.pdf](http://tumstat.gks.ru/storage/mediabank/25014_2_2019.pdf).

**References**

1. Gusakov, V.G. Voprosy rynochnogo razvitiya APK/ V.G. Gusakov. – Minsk : Belorus. nauka, 2013. – 476 s.
2. Efremov, A.A. Otsenka obespechennosti APK respubliki Belarus traktorami i kombajnami / A.A. Efremov // Selskokhozyajstvennyj zhurnal. – 2016. – S. 525–528.
3. Kulov, A.R. Sostoyanie tekhnicheskoy obespechennosti selskogo khozyajstva i tendentsii ego razvitiya na sovremennom etape / A.R. Kulov, N.E. Soloveva // Nauchnyj rezultat. Ekonomicheskie issledovaniya. – T. 3. – № 2. – 2017.
4. Miklush, V.P. Organizatsiya tekhnicheskogo servisa v agropromyshlennom komplekse / V.P. Miklush, A.S. Sajganov. – Minsk : IVTS Minfina, 2014. – 606 s.
5. Obespechennost selskokhozyajstvennykh organizatsij traktorami v 2016 g. v razreze regionov // Agrovestnik. – [Electronic resource]. – Access mode : [agrovesti.net](http://agrovesti.net).
6. Prognoz sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Tyumenskoj oblasti na 2020 god i na planovyj period 2021 i 2022 godov. – Tyumen, 2019. – 40 s. [Electronic resource]. – Access mode : [admin.admtyumen.ru](http://admin.admtyumen.ru).
7. Rossiya v tsifrakh, 2019 [Electronic resource]. – Access mode : [http://www.gks.ru/free\\_doc/doc\\_2019/rusfig/rus19.rar](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2019/rusfig/rus19.rar).
8. Ridel, L.N. Analiz agropromyshlennogo proizvodstva Krasnoyarskogo kraja / L.N. Ridel, A.V. Kovalets / Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 10(100). – S. 99–101.
9. Sajganov, A.S. Ekonomika i organizatsiya infrastruktury v agropromyshlennom komplekse : ucheb. posobie / A.S. Sajganov i dr.; pod red. A.S. Sajganova. – Minsk : IVTS Minfina, 2013. – 400 s.
10. Tyumenskaya oblast : stat. sb. v 2-kh chastyakh. (2017 g., 2018 g.) / Upravlenie Federalnoj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Tyumenskoj oblasti, KHanty–Mansijskomu avtonomnomu okrugu – YUgre i YAmalo–Nenetskomu avtonomnomu okrugu. – T. 2019. – CH. II. – S. 280. [Electronic resource]. – Access mode : [tumstat.gks.ru/storage/mediabank/25014\\_2\\_2019.pdf](http://tumstat.gks.ru/storage/mediabank/25014_2_2019.pdf).

---

© А.Н. Моисеев, Е.А. Моисеев, 2020

УДК 608

И.Р. ШЕГЕЛЬМАН, А.С. ВАСИЛЬЕВ

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск

## ПАТЕНТОВАНИЕ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ, МОНИТОРИНГА И РОБОТИЗАЦИИ В ЛЕСНОМ КОМПЛЕКСЕ

*Ключевые слова:* дистанционное управление; лесной комплекс; мониторинг; патент; роботизация.

*Аннотация.* Цель: анализ запатентованных технических решений в области дистанционного мониторинга, управления и роботизации технологических операций в лесном комплексе.

Задачи статьи:

- провести тематический патентно-информационный поиск по базе данных Федерального института промышленной собственности;
- выявить наиболее интересные запатентованные технические решения;
- систематизировать собранную информацию, сформировав соответствующую базу знаний.

Результаты: выполненный анализ показал, что в рамках поиска патентование решений ведется в основном в области дистанционного мониторинга и управления в лесном комплексе. В то же время при активных научных исследованиях в области роботизации в различных отраслях промышленности наблюдается дефицит технических решений, направленных на роботизацию лесного комплекса.

Лесной комплекс играет важную роль в экономике России [4; 5], что определяет необходимость совершенствования базовых технологических операций его сквозных технологий [4]. Это вызвало исследования по совершенствованию этих операций, включая подготовительные и лесосечные работы [1], транспорт леса [2], его окорку и сушку [3], а также лесовосстановление. В настоящей работе на основе патентно-информационного поиска дан анализ патентов в области дистанционного мониторинга, управления и роботизации в лесном комплексе.

Красноярский НЦ СО РАН для дистанционного мониторинга лесных массивов с использованием навигационных космических аппаратов запатентовал способ (патент РФ № 2682718, опубл. 21.03.2019), позволяющий получать сведения о коэффициентах погонного ослабления в лесу с пространственно-временной привязкой.

Научный центр проблем аэрокосмического мониторинга запатентовал способ экологического мониторинга лесов, включающий дистанционную регистрацию полей яркости лесной растительности аэрокосмическими средствами. Поля яркости лесной растительности регистрируют зондированием много- или гиперспектральным датчиком (патент РФ № 2406295, опубл. 20.12.2010).

Всероссийский НИИ агролесомелиорации для определения состояния подверженной деградации почвы запатентовал способ (патент РФ № 2265839, опубл. 10.12.2005). Аэрокосмическую съемку поверхности лесной почвы ведут в ранний весенний или поздний осенний период, а деградацию оценивают после трансформации аэрокосмических фотокарт по содержанию гумуса в почвенном покрове.

Красноярский НЦ СО РАН для непрерывного дистанционного мониторинга лесных массивов запатентовал способ (патент РФ № 2682718, опубл. 21.03.2019), позволяющий получать сведения о коэффициентах погонного ослабления сигналов навигационных космических аппаратов.

Московский государственный университет леса (МГУЛ) запатентовал способ мониторинга лесов (патент РФ № 2489845, опубл. 20.08.2013), при котором поля яркости лесной растительности зондируют аэрокосмическими средствами с формированием полей значений вегетационных индексов и определением искомым параметров леса. МГУЛ также запатентовал способ определения полноты древостоев (патент РФ

№ 2294622, опублик. 10.03.2007). По этому способу фотокамерой орбитального комплекса наблюдения получают изображения лесов с пробными площадками в виде цифровых матриц зависимости функции яркости изображения – сигнала от пространственных координат.

МГТУ имени Н.Э. Баумана запатентовал дистанционный способ выделения участков леса с преобладанием хвойных или лиственных пород деревьев (патент РФ № 2719731, опублик. 22.04.2020) путем дистанционной регистрации полей яркости лесной растительности аэрокосмическими средствами зондирования с использованием лазерного зондирования.

Тульский государственный университет запатентовал систему дистанционного наблюдения обстановки покрытых лесом территорий (патент РФ № 98288, опублик. 10.10.2010), используя радиотелефонные сети и спутниковую систему GPS/Глонасс.

Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем запатентовала интеллектуальную систему мониторинга (патент РФ № 2718419, опублик. 02.04.2020) с использованием компьютерных средств, связанных с космическими аппаратами дистанционного зондирования. Она обеспечивает обработку принятых от космических аппаратов изображений объектов лесного фонда и формирование выходной информации.

Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева получила два патента на способ дистанционного мониторинга лесного пожара (патенты РФ № 2683142 и № 2683143, опублик. 26.03.2019) с космического аппарата съемки лесного пожара с определением координат контура пожара.

Компания «Зе Боинг Компани» (US) запатентовала систему выработки информации о лесе с использованием беспилотного летательного аппарата (БПЛА) (патент РФ № 2651377). Управляющее устройство системы обеспечивает изменение маршрута БПЛА с учетом оценки количества облаков и прогноза их движения.

Самарский национальный исследовательский университет имени С.П. Королева запатентовал БПЛА, обеспечивающий экологический мониторинг, патрулирование лесов, линий электропередач, нефте- и газопроводов (патент РФ № 181026, опублик. 03.07.2018).

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (САФУ) запатентовал способ (патент РФ № 2663280, опублик.

03.08.2018), использующий спутниковую навигационную систему, устанавливаемую на БПЛА.

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова запатентовал способ восстановления леса на недоступных для наземных средств площадях (патент РФ № 2714705, опублик. 19.02.2020) путем сброса с БПЛА семян или сеянцев.

Валочный робот, запатентованный научно-производственным предприятием (НПЦ) «Тензосенсор», содержит дистанционно управляемую гусеничную роботизированную платформу, средства радиуправления, дистанционно управляемое средство валки деревьев и систему технического зрения (патент РФ № 194349, опублик. 06.12.2019). Согласно патенту НПЦ «Тензосенсор» (патент РФ № 194356, опублик. 06.12.2019) лесопожарный робот содержит роботизированную платформу, огнезащитный кожух и пожарный лафетный ствол, обеспечивающие дистанционное тушение пожаров. Еще один способ тушения НПЦ «Тензосенсор» (2667413, опублик. 16.01.2019) включает обследование лесного пожара с использованием наземных, авиационных и/или космических средств и его локализацию. Затем используют роботизированные платформы, оборудованные валочными приспособлениями и установками для тушения пламени струей воды/пены.

НПЦ «Тензосенсор» запатентовал роботизированный траншекопатель для тушения и локализации лесных пожаров (патент РФ № 193626, опублик. 07.11.2019), снабженный средством радиуправления, дистанционно управляемым средством отрывки траншей и огнезащитным кожухом.

Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики запатентовал способ локализации и тушения лесного пожара (патент РФ № 2237501) с использованием воздушной ударной волны от заряда взрывчатого вещества в момент подхода пожара. Взрывчатые вещества доставляют прицельным сбросом с воздушного средства.

Волгоградский государственный технический университет запатентовал устройство интуитивно копирующего управления (патент № 170704, опублик. 03.05.2017), повышающее надежность и точность управления исполнительным органом харвестера.

Выполненный анализ показал, что в рамках очерченной области поиска патентование решений ведется в основном для дистанционного

мониторинга и управления в лесном комплексе. В то же время при активных научных исследованиях в области роботизации в различных отраслях промышленности имеется ограниченное количество патентов, направленных на роботизацию лесного комплекса.

### Список литературы

1. Gerasimov, Y. Development trends and future prospects of cut-to-length machinery / Y. Gerasimov, A. Sokolov, V. Syuney // *Advanced Materials Research*. – 2013. – Т. 705. – С. 468–473.
2. Курьянов, В.К. Повышение удобства и безопасности движения лесовозных автопоездов на кривых малого радиуса / В.К. Курьянов, Д.Н. Афоничев, О.Н. Бурмистрова, А.В. Скрыпников // *Вестник Центрально-Черноземного регионального отделения наук о лесе*. – 2002. – Т. 4. – № 1. – С. 178–187.
3. Сафин, Р.Р. Новые подходы к совершенствованию вакуумно-конвективных технологий сушки древесины / Р.Р. Сафин, Р.Р. Хасаншин, Р.Г. Сафин, П.А. Каинов // *Деревообрабатывающая промышленность*. – 2005. – № 5. – С. 16.
4. Шегельман, И.Р. К вопросу формирования отечественной технологической платформы развития лесного сектора России / И.Р. Шегельман, М.Н. Рудаков // *Глобальный научный потенциал*. – СПб. : ТМБпринт. – 2011. – № 9. – С. 104–107.
5. Шегельман, И.Р. Формирование сквозных технологий лесопромышленных производств: научные и практические аспекты / И.Р. Шегельман // *Глобальный научный потенциал*. – СПб. : ТМБпринт. – 2013. – № 8 (29). – С. 119–122.

### References

2. Kuryanov, V.K. Povyshenie udobstva i bezopasnosti dvizheniya lesovoznykh avtopoezdov na krivykh malogo radiusa / V.K. Kuryanov, D.N. Afonichev, O.N. Burmistrova, A.V. Skrypnikov // *Vestnik Tsentralno-Chernozemnogo regionalnogo otdeleniya nauk o lese*. – 2002. – Т. 4. – № 1. – S. 178–187.
3. Safin, R.R. Novye podkhody k sovershenstvovaniyu vakuumno-konvektivnykh tekhnologij sushki drevesiny / R.R. Safin, R.R. Khasanshin, R.G. Safin, P.A. Kainov // *Derevoobrabatyvayushchaya promyshlennost*. – 2005. – № 5. – S. 16.
4. SHegelman, I.R. K voprosu formirovaniya otechestvennoj tekhnologicheskoy platformy razvitiya lesnogo sektora Rossii / I.R. SHegelman, M.N. Rudakov // *Globalnyj nauchnyj potentsial*. – SPb. : TMBprint. – 2011. – № 9. – S. 104–107.
5. SHegelman, I.R. Formirovanie skvoznykh tekhnologij lesopromyshlennykh proizvodstv: nauchnye i prakticheskie aspekty / I.R. SHegelman // *Globalnyj nauchnyj potentsial*. – SPb. : TMBprint. – 2013. – № 8 (29). – S. 119–122.

---

© И.Р. Шегельман, А.С. Васильев, 2020

УДК 622.692.4

А.В. АРХИПОВ

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Байконур

## ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ НА ТЕРРИТОРИИ БОВАНЕНКОВСКОГО НЕФТЕЗАКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Ключевые слова:* критерии устойчивости; моделирование; оценка устойчивости; подземные резервуары; расчет устойчивости; эксплуатационная надежность.

*Аннотация.* Исследование теплового воздействия буровых отходов на многолетнемерзлый массив при строительстве подземных резервуаров методом скважинной гидродобычи является актуальной задачей для современных исследований. Свойства мерзлых грунтов влияют на изменение их прочностных и деформационных характеристик при изменении температурного режима массива грунтов. Если температура массива вблизи подземного резервуара увеличится, то это может привести к конвергенции выработки, потере устойчивости, обрушению потолочины и стенок камеры, поэтому необходимо произвести оценку эксплуатационной устойчивости подземных резервуаров.

Цель исследования заключается в оценке эксплуатационной надежности подземного резервуара.

Задачи исследования:

- 1) изучение влияния устойчивости резервуаров в многолетнемерзлом массиве;
- 2) моделирование распределения напряжений в массиве с помощью программного продукта *SimuliaAbaqus* для оценки эксплуатационной надежности;
- 3) исследование результатов по полученной модели.

Гипотеза исследования заключается в оценке степени влияния буровых отходов, заключенных в резервуаре, на многолетнемерзлый массив.

Эмпирический метод исследования – расчет надежности в программном комплексе *SimuliaAbaqus*. Результаты выявили, что сте-

пень неустойчивости подземного резервуара не позволяет хранить буровые отходы в нем на срок более, чем 3,5 месяца.

### Введение

Расчет устойчивости подземных резервуаров на Бованенковском нефтегазоконденсатном месторождении (НГКМ) с учетом теплового воздействия на вмещающий мерзлый массив позволил выделить факторы, влияющие на устойчивость выработок, сформулировать критерии устойчивости подземных резервуаров и учесть их при определении фактического состояния выработок.

Исследование устойчивости подземных резервуаров с учетом теплового воздействия от хранимых буровых отходов позволило определить три типа факторов, влияющих на сохранность породного массива, вмещающего подземные резервуары: оседание кровли, образование мульды сдвижения на дневной поверхности и области запредельных растягивающих напряжений на контуре выработки. По каждому из этих факторов сформулированы критерии устойчивости подземных резервуаров [2].

### Практическое решение задачи

После строительства резервуара и его заполнения в 2011 г., образовавшая выработка располагается в интервале 23,0–33,5 м и имеет практически осесимметричную форму, дно выработки находится на отметке 33,5 м, а кровля на 23,0 м. В резервуар было заложено 1625 м<sup>3</sup> отходов бурения. Геометрические размеры подземного резервуара представлены в табл. 1.

В 2012 г. наблюдались оседания поверхно-

Таблица 1. Геометрические размеры 54-ПР-1

Глубина, м	Радиус исходного резервуара, м	Радиус до границы оттаивания, м	Радиус до изотермы $-1^{\circ}\text{C}$ , м
23,0	0,8	1,0	1,8
24,0	2,4	4,0	5,5
25,0	7,2	8,0	9,2
26,0	9,3	9,8	10,9
27,0	10,8	11,3	12,5
28,0	12,4	12,9	13,9
29,0	13,0	13,5	14,3
30,0	11,9	12,4	13,6
31,0	10,8	11,6	12,6
32,0	9,3	10,0	11,2
33,0	7,0	8,0	9,2
34,0	0,0	3,5	6,5
34,5		0,0	3,2
35,0			0,0

Таблица 2. Результаты расчета и предельные значения при расчете по первой расчетной схеме

$l_{\text{деф.}}$		$l_{\text{напр.}}$		$\eta_{\text{max}}$	
Расчетные значения	Критерий для III группы эксплуатационной надежности	Расчетные значения	Критерий для III группы эксплуатационной надежности	Расчетные значения	Критерий для II/III групп эксплуатационной надежности
7,8	0,6	3,8	0,6	1,3	0,45/0,9
III		III		III	

сти около 1 м. Ликвидация данного резервуара после заполнения не была проведена, цементный мост в скважине не был установлен, резервуар заполнялся до устья скважины. Ввиду технологических сложностей по проведению мониторинга более точные данные зафиксировать не представлялось возможным. В летний период 2013 г. подземный резервуар 54-ПР-1 находился под водой. При этом визуально было заметно оседание поверхности над резервуаром на величину около 1,5 м [3].

Геометрические размеры подземного резервуара ПР-1 и форма резервуара с учетом его растепления получены по результатам звуколокации.

Расчетная схема 1. По результатам расчета в программном комплексе *SimuliaAbaqus* выпол-

нялась оценка напряженно-деформированного состояния вмещающего массива и соответствие его критериям устойчивости. На рис. 1–3 представлены результаты расчета устойчивости подземного резервуара 54-ПР-1 по первой расчетной схеме [3].

Требуемые для модели в программном комплексе *SimuliaAbaqus* параметры, характеризующие физико-механические свойства многолетнемерзлых пород, были получены на основе обработки проведенных лабораторных исследований при температуре естественного залегания [3].

На рис. 1 показано, что на период одного года в незаполненном подземном резервуаре образуется обширная зона растягивающих напряжений (положительные значения главных

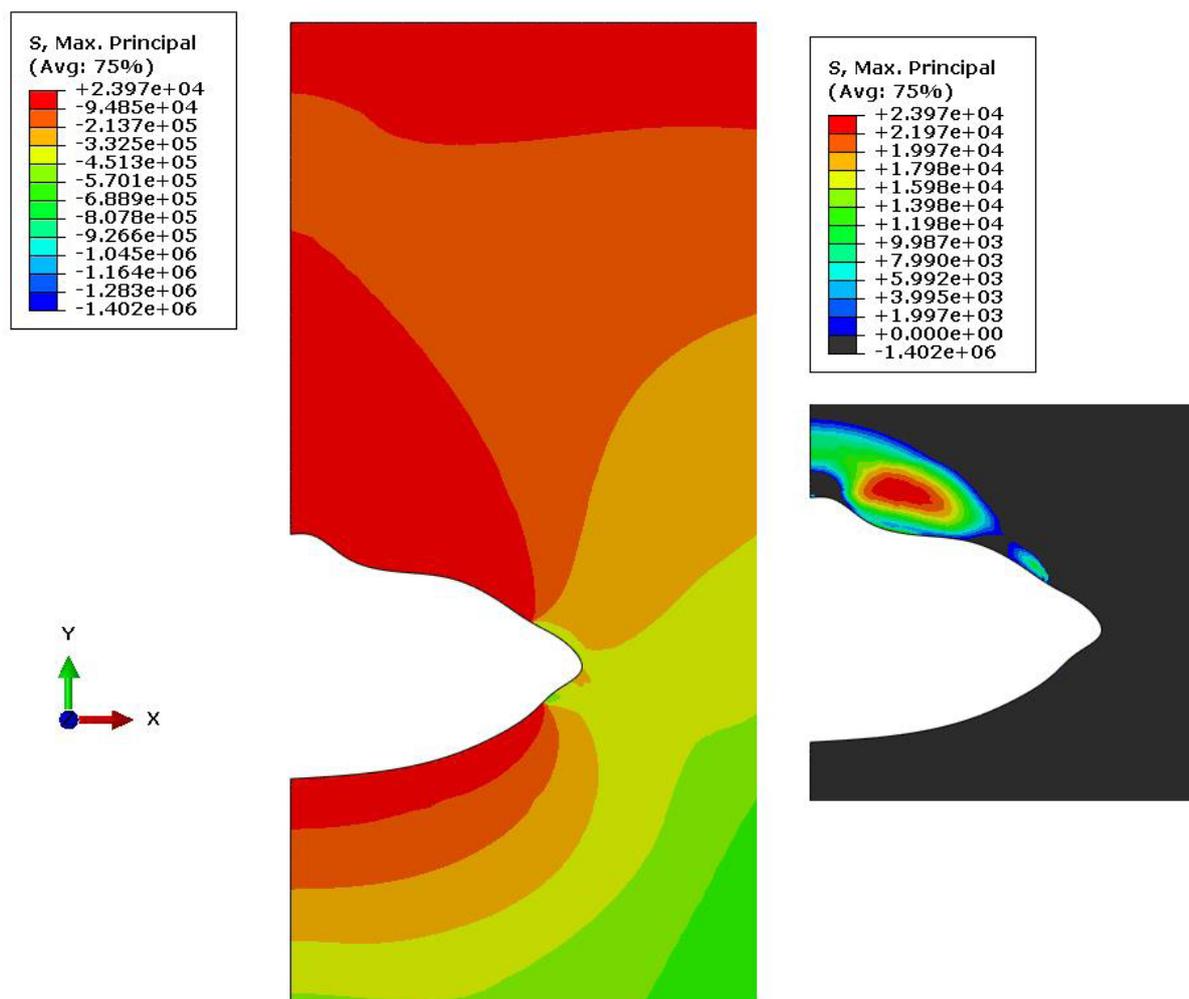


Рис. 1. Распределение главных напряжений в массиве и в окрестности подземного резервуара 54-ПР-1 при расчете по первой расчетной схеме

напряжений), которая приводит к нарушению эксплуатационной надежности подземного резервуара и относит его к III группе эксплуатационной надежности.

На рис. 2 видно, что за период в один год вокруг подземного резервуара образуется большая зона общих деформаций, превышающих 20 %, что также относит данный подземный резервуар к III группе эксплуатационной надежности [3].

На рис. 3 показано, что оседание поверхности через год составляет около 1,3 м, данный параметр также превышает допустимые пределы и относит этот резервуар к III группе устойчивости. Сводные данные по расчетным и допустимым значениям приведены в табл. 2.

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод, что данный подземный резервуар при его эксплуатации по сценарию А на

протяжении года является не устойчивым и относится к III группе эксплуатационной надежности. Таким образом, эксплуатация подземного резервуара по сценарию А недопустима.

На основании проведенных расчетов по оценке эксплуатационной надежности подземного резервуара 54-ПР-1 можно сделать следующие выводы:

- форма построенного подземного резервуара является неустойчивой;
- для минимизации негативных последствий, вызванных геомеханическими процессами в многолетнемерзлых породах (ММП), требовалась эксплуатация подземного резервуара по сценарию Б и В с ликвидацией скважины;
- максимальное время нахождения подземного резервуара, заполненного буровыми отходами плотностью  $1200 \text{ кг/м}^3$ , не должно было превышать 5,2 месяца.

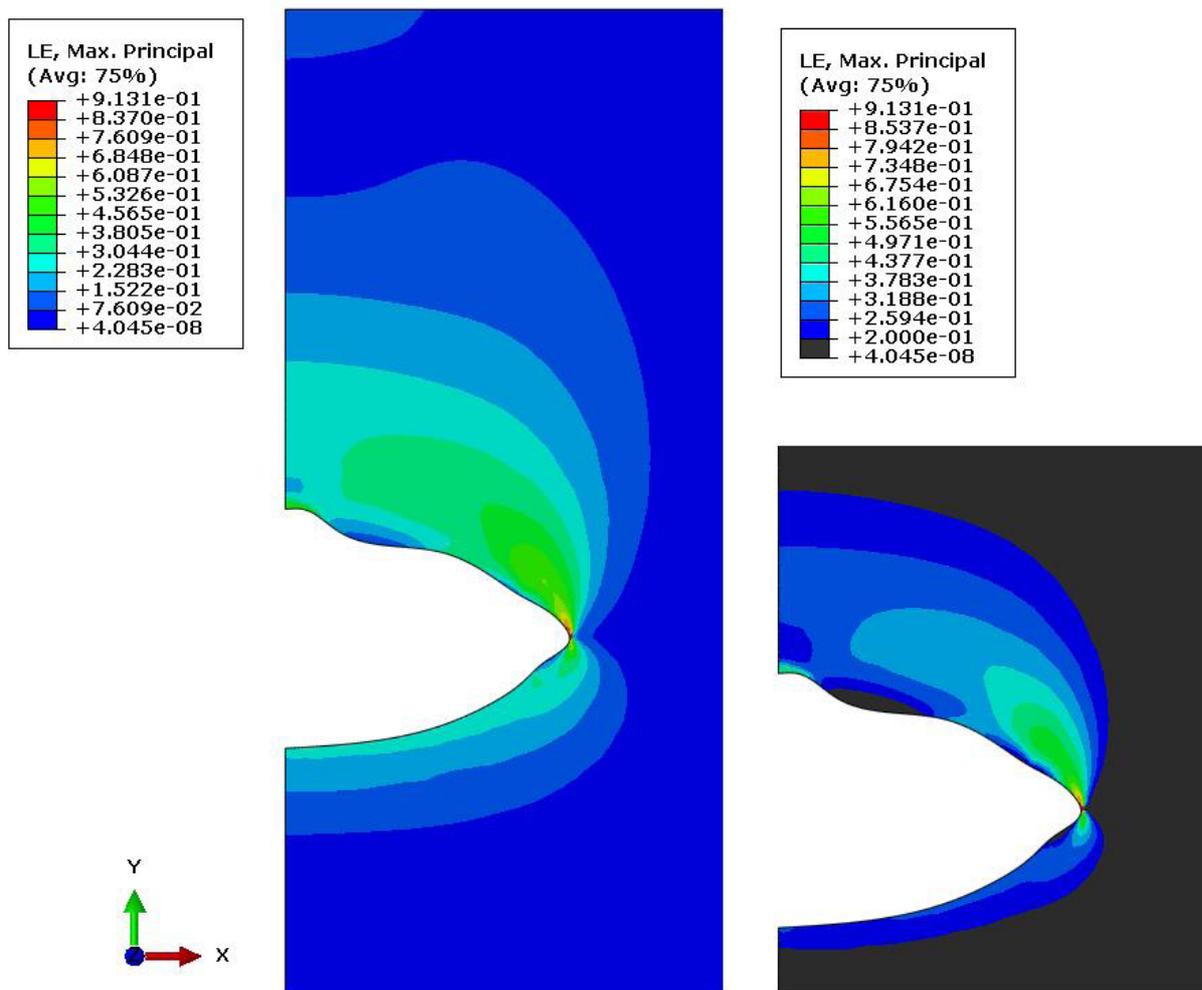


Рис. 2. Распределение общих деформаций в окрестности подземного резервуара 54-ПР-1 при расчете по первой расчетной схеме

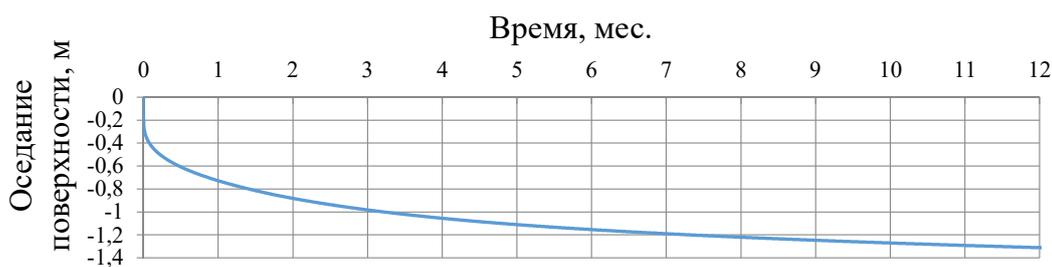


Рис. 3. Оседание поверхности в течение одного года при расчете по первой расчетной схеме

### Заключение

Устойчивость подземных резервуаров определяет решение, принимаемое при выборе очередности заполнения и состава отходов бурения, подлежащих захоронению в данных резервуарах. При меньшей устойчивости резер-

вуара снижается срок его нахождения в пустом состоянии, причем менее устойчивые резервуары должны заполняться более плотной и твердой фракцией отходов бурения [4]. Комбинация категории технического состояния резервуаров, их заполненности водой и их устойчивости определяет схему заполнения подземных резер-

вуаров [4]. Следовательно, оценка устойчивости подземных резервуаров является необходимой мерой предотвращения катастрофических последствий обрушения выработки.

### Список литературы

1. Сурин, С.Д. Оценка теплового воздействия при строительстве скважинных резервуаров для захоронения буровых отходов / С.Д. Сурин, А.Н. Карпухин. – ГИАБ. – 2009. – № 12. – С. 335–344.
2. Хрулев, А.С. Актуальные технологии обращения с отходами при строительстве скважин / А.С. Хрулев, О.И. Савич, С.Д. Сурин. – НЕФТЬГАЗТЭК. – М. : Тюмень. – 2014. – С. 298–299.
3. Курбанов, И.Л. Инженерно-экологические изыскания на территории Харасавэйского и Бованенковского месторождений : отчет ОАО «ВНИПИгаздобыча» / рук. И.Л. Курбанов. – Саратов, 2006. – 215 с.
4. Казарян, В.А. Строительство подземных резервуаров в многолетнемерзлых осадочных породах / В.А. Казарян, А.С. Хрулев, О.И. Савич, С.Д. Сурин, Д.В. Шергин, К.Н. Горшков. М. : Ижевск, 2013. – 432 с..

### References

1. Surin, S.D. Otsenka teplovogo vozdejstviya pri stroitelstve skvazhinnykh rezervuarov dlya zakhoroneniya burovyykh otkhodov / S.D. Surin, A.N. Karpukhin. – GIAB. – 2009. – № 12. – S. 335–344.
2. KHrulev, A.S. Aktualnye tekhnologii obrashcheniya s otkhodami pri stroitelstve skvazhin / A.S. KHrulev, O.I. Savich, S.D. Surin. – NEFTGAZTEK. – M. : Tyumen. – 2014. – S. 298–299.
3. Kurbanov, I.L. Inzhenerno-ekologicheskie izyskaniya na territorii KHarasavejskogo i Bovanenkovskogo mestorozhdenij : otchet ОАО «VNIPIgazdobycha» / ruk. I.L. Kurbanov. – Saratov, 2006. – 215 s.
4. Kazaryan, V.A. Stroitelstvo podzemnykh rezervuarov v mnogoletnemerzlykh osadochnykh porodakh / V.A. Kazaryan, A.S. KHrulev, O.I. Savich, S.D. Surin, D.V. SHergin, K.N. Gorshkov. M. : Izhevsk, 2013. – 432 s..

---

© А.В. Архипов, 2020

УДК 629.7

В.П. ГОРБУНОВ<sup>1</sup>, В.М. РУХЛИНСКИЙ<sup>2</sup>, А.М. САВВИНА<sup>1,3</sup><sup>1</sup>АО Авиакомпания «Якутия», г. Якутск;<sup>2</sup>Межгосударственный авиационный комитет, г. Москва;<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации», г. Москва

## РОЛЬ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ В СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ АВИАЦИИ АРКТИКИ И КРАЙНЕГО СЕВЕРА

*Ключевые слова:* Арктика; ключевые негативные факторы; Крайний Север; природные и антропогенные факторы; региональная авиация.

*Аннотация.* Целью исследования является оценка влияния природных и антропогенных факторов на состояние региональной авиации, задачей развития которой является обеспечение необходимого уровня авиатранспортной доступности и качества транспортных услуг для населения территории Арктики, Крайнего Севера и Дальнего Востока в соответствии с социальными стандартами в целом.

Изучены перспективы перехода к системному управлению и планированию транспортным сообщением на социально значимых маршрутах с учетом особенности данных регионов. В статье показано, что существуют два глобальных фактора, определяющих современное состояние региональной авиации Арктики, Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока – природный (естественный) и антропогенный (порожденный деятельностью человека). Следует ожидать, что при более глубоком внедрении новых технологий и походов, относящихся в первую очередь к государственно-политическим решениям в отношении Арктики и Крайнего Севера, качественно изменится флот региональной авиации, авиатранспортная инфраструктура и маршрутная сеть, что должно существенно поднять уровень авиатранспортной подвижности населения.

Методом сопоставления типа признака и его описания охарактеризовано современное состояние районов Арктики и Крайнего Севера. Получено, что особую значимость для темпов

развития региональной авиации имеют государственные меры и механизмы поддержки.

Существуют два глобальных фактора, определяющих современное состояние региональной авиации Арктики, Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока, в целом именуемых Крайним Севером, – природный (естественный) и антропогенный (порожденный деятельностью человека) факторы.

Природный фактор представляет собой совокупность естественных особенностей территории Крайнего Севера (погодноклиматические, географические, геологические, природно-ресурсный потенциал и иные признаки), отчасти определяющие условия и формирующие группы требований к эффективной региональной авиации.

Антропогенный фактор порожден деятельностью человека на территории Крайнего Севера и представляет собой совокупность признаков преобразованной человеком природной среды, при этом указанные признаки, наряду с природными особенностями, определяют условия и формируют группы требований к эффективной региональной авиации. К антропогенным признакам могут быть отнесены: демографический, промышленный, энергетический, освоенность пространства дорожной сетью и иные признаки.

Наряду с названными частными антропогенными признаками есть еще более общие признаки, относящиеся к политическим государственным решениям в отношении Крайнего Севера.

Регионы Арктики, Крайнего Севера, Сиби-

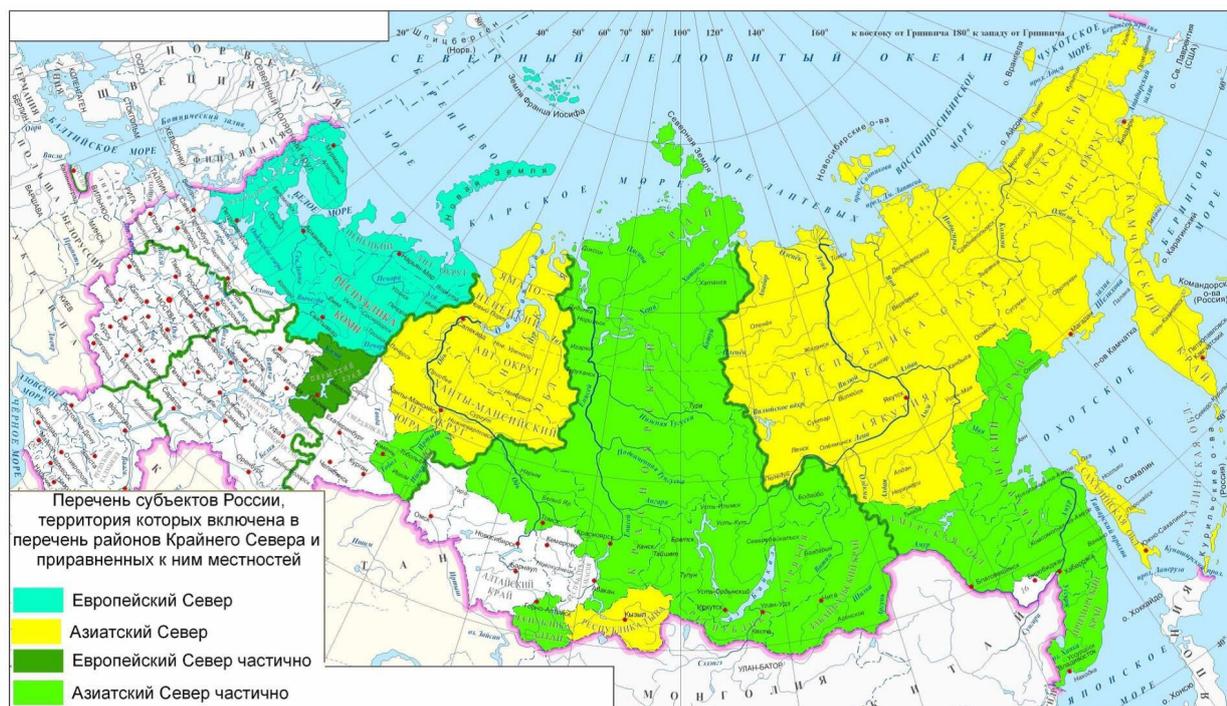


Рис. 1. Районы Крайнего Севера и местности, приравненные к ним

ри и Дальнего Востока, а также их особенности, роль и значение в национальной экономике и иных сферах имеют важное значение.

С позиции обеспечения необходимого уровня транспортной доступности и перспективы перехода к системному управлению и планированию транспортным сообщением следует изучить особенности территории Крайнего Севера. В этом смысле речь может идти о принципах объектно-ориентированного проектирования транспортной доступности, где в качестве объекта выступает весь мегарегион Крайнего Севера.

Территория районов Крайнего Севера уникальна не только в масштабах нашей страны, но и всего мира (рис. 1) [1].

Мегарегион, объединяющий территории Крайнего Севера, простирается на площади около 12 млн квадратных километров (около 70 % территории России) и по этому показателю превышает размеры каждой из крупнейших стран мира – Канады, Китая и США. Крайний Север играет ключевую роль в национальной экономике, в обеспечении безопасности и геополитических интересов нашей страны. Здесь сосредоточено почти 80 % запасов всех полезных ископаемых страны, и таким образом Крайний Север представляет собой стратегический резерв России.

На Крайнем Севере проживает 11,5 млн человек – 8 % населения страны, добывается 76 % российской нефти, 93 % природного газа, 95 % угля, 95 % золота, 100 % алмазов, 100 % икры лососевых, а также много других полезных ресурсов. На этих территориях выплавляется основная часть никеля, меди, алюминия.

Вклад этих регионов в формирование ВВП России равен прямо 15–16 %, а косвенно (с учетом доходов от транспорта ресурсов, строительства производственных объектов, финансовых и страховых услуг добывающим компаниям, торговых надбавок на продажу ресурсов) – 25–30 %, вклад в формирование доходов бюджетной системы превышает половину, а их доля в формировании экспортных поступлений близка к 70 % [2].

Для регионов Крайнего Севера характерны такие особенности, как суровый климат, вечная мерзлота, высокие стоимости строительства и производства, высокая цена жизни, удаленность от культурных и экономических центров, экологическая территориальная уязвимость.

В табл. 1 приведены существенные признаки, подтверждающие уникальность территории Крайнего Севера.

Как следует из данных табл. 1, современное состояние Крайнего Севера характеризуется

Таблица 1. Существенные признаки, характеризующие современное состояние районов Крайнего Севера

№ п/п	Существенные признаки, характеризующие современное состояние районов Крайнего Севера	
	Тип признака	Описание признака
1	Территориальный, демографический	– площадь: 12 млн км <sup>2</sup> – 70 % от общей территории России; – протяженность с востока на запад около 10 тыс. км; – население: 11,5 млн чел. – 8 % населения страны; – плотность населения: 1 чел./1 км <sup>2</sup> (Россия – 8,56; мир – 53,4); – крупные города: Якутск (318 768 чел.); Мурманск (300 000 чел.); Норильск (176 600 чел.); Воркута – (61 600 чел.)
2	Географический, геологический, погодно-климатический	Территория Крайнего Севера – это арктическая зона, тундра, лесотундра и районы северной тайги. Почти на всей территории тундровой зоны распространена вечная мерзлота. Климат в некоторых районах чрезвычайно суровый. Длительные зимы с температурами до –60 °С и ниже. Экстремально низкие температуры значительно ограничивают условия эксплуатации современных воздушных судов с цифровым комплексом [3; 8]
3	Демографический	Разрушение (количественное уменьшение) демографического и трудового потенциалов приграничных северных территорий создает угрозу военной безопасности и геополитическому статусу страны
4	Географический, транспортный	Сочетание погодно-климатических факторов, крайне низкой плотности населения и огромных расстояний между городами и населенными пунктами создает большие трудности в организации транспортных сетей
5	Социальный признак (условия жизни людей)	– потребность территорий Крайнего Севера в Северном завозе для обеспечения основными жизненно важными товарами (прежде всего, продовольствием и нефтепродуктами); – высокая стоимость жизни; – удаленность от административных, деловых и культурных центров; – экстремальные природно-климатические условия Крайнего Севера оказывают вредное влияние на здоровье человека
6	Социально-политический и этнографический (малочисленные народы Севера)	– на территории Крайнего Севера проживает 40 малочисленных народов Севера общей численность 244 тыс. чел. (данные 2002 г.); – государством предусмотрено создание условий для устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока [4]
7	Природно-ресурсный потенциал	Добывается 76 % российской нефти, 93 % природного азота, 95 % угля, 95 % золота, 100 % алмазов и другие ресурсы
8	Глобальные признаки – геополитическое, экономическое и военное измерение	Борьба ведущих стран мира за ресурсы арктической зоны. Конкуренция и санкционное давление на Россию со стороны США и их союзников за крупнейшие мировые рынки по поставкам энергоресурсов
9	Социальный, экономический и политический	Потеря связанности транспортного пространства в результате глубоко порочной политики государства в 90-х гг.
10	Экономический и политический признаки	Прямой вклад в ВВП России 15–16 %, а косвенно – 25–30 %, вклад в формирование доходов бюджетной системы превышает половину, а их доля в экспортные поступления – около 70 %
11	Энергетический признак	На Крайнем Севере существует большое число изолированных систем энергоснабжения с очень высокими затратами на производство энергии
12	Промышленный признак	Производство нефти, газа, золота, никеля, платиноидов, меди, алюминия и др. Крупнейшие компании: Газпром, НК Лукойл, Роснефть, Сургутнефтегаз, ГМК Норильский никель, Алроса и другие

**Таблица 1.** Существенные признаки, характеризующие современное состояние районов Крайнего Севера (*продолжение*)

№ п/п	Существенные признаки, характеризующие современное состояние районов Крайнего Севера	
	Тип признака	Описание признака
13	Транспортные ограничения. Авиатранспортная дискриминация [5]	<ul style="list-style-type: none"> <li>– слабость или отсутствие наземной сети, обусловленные географическими и погодно-климатическими условиями, приводят к безальтернативности воздушного транспорта;</li> <li>– низкая авиационная связанность территории приводит к негативным последствиям в экономике, социальной сфере и иных областях;</li> <li>– погодно-климатический факторы ограничивают условия эксплуатации цифровых воздушных судов (п. 2);</li> <li>– авиатранспортная дискриминация рассматривается с использованием понятий «уровни транспортной доступности» и «минимальный социальный транспортный стандарт»</li> </ul>

сложным сочетанием сущностных признаков:

- регионы Крайнего Севера представляют собой фундамент отечественной экономики;

- природные признаки оказывают сильное негативное воздействие на социальную, экономическую, производственную и иные сферы, а также значительно ограничивают условия эксплуатации современных воздушных судов с цифровыми бортовыми комплексами Авионики [3];

- обеспечение непрерывного функционирования аэродромной сети ограничивает естественный природный фактор, такой как сезонные разливы Арктических рек, впадающих в Серный Ледовитый океан, например, Лены, Индигирки и Колымы, регулярно затопляющих взлетно-посадочные полосы нескольких Арктических аэродромов, аэропортов Черский, Среднеколымск, Зырянка и др.

- с точки зрения экономических оценок доходности (по ВВП на душу населения) Крайний Север – безусловный лидер среди всех регионов страны, при этом, имея в виду разведанные запасы, конъюнктуру мирового рынка энергоресурсов, алмазов, золота, платиноидов и других продуктов, можно сказать, что Крайний Север способен обеспечить экономическую базу страны на обозримый период;

- к негативным признакам относятся: разрушение демографического и трудового потенциалов, ухудшение показателей транспортной связанности, а также ряд других глубоких ошибок государственной политики 90-х гг., последствия которых только начинают осознаваться и преодолеваются.

В отношении организации транспортного

пространства необходимо указать, что природные и антропогенные особенности Крайнего Севера в совокупности оказывают резко негативное воздействие на возможность создания эффективной наземной транспортной сети.

Строительство и эксплуатация наземных дорог (как автомобильных, так и железных) на вечномерзлых грунтах в условиях экстремально низких температур и сложных ландшафтов местности обходится очень дорого. Помимо этого, при крайне низкой плотности населения и расстояниях между населенными пунктами в тысячи километров создание разветвленной системы наземных дорог малоперспективно с экономической точки зрения, поэтому единственным разумным выходом становится использование воздушного транспорта.

В плане установления норм транспортной доступности регионов Крайнего Севера представляет интерес сформулированное С.Ф. Егшиним и А.В. Смирновым понятие «авиатранспортная дискриминация» [5].

Ю.В. Зворыкина [6] отмечает, что в последние месяцы активизировалась научная дискуссия по проблеме обеспечения единого социального стандарта жизни населения, который задаст для регионов требования по обеспечению должного качества оказания социальных услуг населению, обеспечению адекватного современным требованиям уровня жизни, обеспеченности водой, продовольствием, транспортными услугами, услугами культурной сферы. В отношении Крайнего Севера особенно остро стоит вопрос транспортной доступности.

Здесь уместно отметить, что в качестве одной из целей «Транспортной стратегии Россий-

ской Федерации до 2030 г.» поставлена задача обеспечения доступности и качества транспортных услуг для населения в соответствии с социальными стандартами [7].

Прежде всего, в рамках данной цели предполагается обеспечить перевозки пассажиров на социально значимых маршрутах, включая обеспечение их ценовой доступности, в том числе

в районах Крайнего Севера, Дальнего Востока, Забайкалья и в Калининградской области.

Проблема обеспечения транспортной доступности населения Крайнего Севера прежде всего средствами воздушного сообщения приобретает в силу вышесказанного принципиальное значение как важный элемент государственной политики страны.

### Список литературы

1. Фаузер, В.В. Демографический потенциал северных регионов России / В.В. Фаузер // Межрегиональная научно-практическая конференция «Республика Саха (Якутия) – 2030/2050: Стратегия успеха». – Якутск, 2016.
2. Анализ нынешнего положения изолированных систем энергоснабжения с высокими затратами на энергию [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.cenef.ru/file/Discussion\\_paper1.pdf](http://www.cenef.ru/file/Discussion_paper1.pdf).
3. Горбунов, В.П. Метод поддержания летной годности воздушных судов с бортовым цифровым комплексом в условиях экстремально низких температур : дисс. ... канд. техн. наук : 05.22.14 / В.П. Горбунов. – М., 2018.
4. Концепции устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации // Распоряжение Правительства Российской Федерации № 1792-р от 25 августа 2016 г. – М.
5. Егошин, С.Ф. Авиатранспортная доступность и транспортная дискриминация населения в субъектах Российской Федерации / С.Ф. Егошин, А.В. Смирнов // Научный вестник МГТУ ГА. – 2018. – № 21(3). – С. 78–90.
6. Зворыкина, Ю.В. Определение маршрута. О транспортной доступности районов Крайнего Севера и Дальнего Востока / Ю.В. Зворыкина [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.inveb.ru/attachments/article/53/\\_доступность~.pdf](http://www.inveb.ru/attachments/article/53/_доступность~.pdf).
7. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года (утверждена распоряжением Правительства РФ от 22 ноября 2008 года № 1734-р) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.mintrans.ru/documents/detail.php.element\\_id=19188](http://www.mintrans.ru/documents/detail.php.element_id=19188).
8. Рухлинский, В.М. Повышение надежности и безопасности полетов самолетов на основе совершенствования процесса их технической эксплуатации в условиях Крайнего Севера: дисс. ... канд. техн. наук : 05.22.14 / В.М. Рухлинский – М. : МИИГА, 1988.

### References

1. Fauzer, V.V. Demograficheskiy potentsial severnykh regionov Rossii / V.V. Fauzer // Mezhregionalnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Respublika Sakha (Yakutiya) – 2030/2050: Strategiya uspekha». – Yakutsk, 2016.
2. Analiz nyneshnego polozheniya izolirovannykh sistem energosnabzheniya s vysokimi zatratami na energiyu [Electronic resource]. – Access mode : [http://www.cenef.ru/file/Discussion\\_paper1.pdf](http://www.cenef.ru/file/Discussion_paper1.pdf).
3. Gorbunov, V.P. Metod podderzhaniya letnoj godnosti vozdushnykh sudov s bortovym tsifrovym kompleksom v usloviyakh ekstremalno nizkikh temperatur : diss. ... kand. tekhn. nauk : 05.22.14 / V.P. Gorbunov. – M., 2018.
4. Kontseptsii ustojchivogo razvitiya korennykh malochislennykh narodov Severa, Sibiri i Dalnego Vostoka Rossijskoj Federatsii // Rasporyazhenie Pravitelstva Rossijskoj Federatsii № 1792–r ot 25 avgusta 2016 g. – M.
5. Egoshin, S.F. Aviatransportnaya dostupnost i transportnaya diskriminatsiya naseleniya v subektakh Rossijskoj Federatsii / S.F. Egoshin, A.V. Smirnov // Nauchnyj vestnik MGTU GA. – 2018. – № 21(3). – S. 78–90.
6. Zvorykina, YU.V. Opredelenie marshruta. O transportnoj dostupnosti rajonov Krajnego Severa

i Dalnego Vostoka / YU.V. Zvorykina [Electronic resource]. – Access mode : [http://www.inveb.ru/attachments/article/53/\\_dostupnost~.pdf](http://www.inveb.ru/attachments/article/53/_dostupnost~.pdf).

7. Transportnaya strategiya Rossijskoj Federatsii na period do 2030 goda (utverzhdena rasporyazheniem Pravitelstva RF ot 22 noyabrya 2008 goda № 1734-r) [Electronic resource]. – Access mode : [http://www.mintrans.ru/documents/detail.php.element\\_id=19188](http://www.mintrans.ru/documents/detail.php.element_id=19188).

8. Rukhlinskij, V.M. Povyshenie nadezhnosti i bezopasnosti poletov samoletov na osnove sovershenstvovaniya protsessa ikh tekhnicheskoy ekspluatatsii v usloviyakh Krajnego Severa: diss. ... kand. tekhn. nauk : 05.22.14 / V.M. Rukhlinskij – M. : MIIGA, 1988.

---

© В.П. Горбунов, В.М. Рухлинский, А.М. Саввина, 2020

УДК 69

И.Ф. ДРЕПАЛОВ, Д.М. МАЗУРИН, А.А. ПЕТРОВ  
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва

## «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО» И ЕГО РОЛЬ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Ключевые слова:* бережливое производство; качество строительных работ; строительство; управление.

*Аннотация.* Целью работы является исследование руководящих принципов для инструментов внедрения, способствующих применению бережливого производства в строительстве.

Гипотеза исследования: применение концепции «Бережливое производство в строительстве» даст возможность повысить уровень производительности, снизить уровень отходов как в материалах, так и в плане рабочей силы, даст возможность применить новые методы управления и контроля строительного производства.

Задачи исследования – предложить основы применения концепции «Бережливое производство в строительстве».

Методы и результаты: применение концепции «Бережливое производство в строительстве» обеспечит оптимизацию процессов повышения эффективности строительного производства.

### Введение

Строительная отрасль переживает серьезные изменения, которые непосредственно влияют на экономику стран, усиливая конкуренцию и спрос на качество, таким образом требуя, чтобы методы, концепции и технологии были адаптированы от производства до строительной площадки [5].

В настоящее время разработаны инструменты, позволяющие обеспечить высокий уровень конкурентоспособности и выявление повторяющихся проблемных ситуаций.

Система бережливого производства в строительстве в значительной степени используется для повышения производительности и качества работ. Существенным аспектом строительной

отрасли является ее гетерогенная форма, которая состоит из широкого спектра услуг и технологий, обслуживающих различные потребности [5].

Исследования, проведенные в разных странах, оценивали необходимость планирования, указывая, что основной причиной низкого уровня качества строительных работ выступают недостатки планирования и контроля [4].

В этом контексте необходимо, чтобы компании из строительной отрасли развивали знания о системе бережливого строительства и инструментах, используемых этой системой.

### Материалы и методы

Бережливое строительство определяется как модель управления производством в строительной отрасли, основанная на методе, целью которого выступает повышение уровня эффективности производства [3]. Метод бережливого строительства – это метод производства, применяемый на строительной площадке, позволяющий выявить действия, которые могут привести к прерыванию рабочего процесса [4]. Эти виды деятельности приводят к расточительству и дополнительным работам в строительстве и, следовательно, должны быть сведены к минимуму.

### Результаты

Управление проектами в строительной отрасли на основе «бережливой системы» отличается от общепринятой: как только результатом является набор четко определенных целей для процесса доставки, эффективность проекта повышается за счет реализации технологии производственного контроля в течение всего срока службы проекта [5].

Так, указанные принципы призваны:

1) уменьшить долю мероприятий, не влияющих на результат – для того чтобы про-

цесс строительства интенсифицировался, а потери сократились; это повысит конверсию и эффективность рабочего процесса [4];

2) учитывать потребности клиента с целью повышения ценности продукта – потребности должны учитываться при планировании и управлении производством [5];

3) снизить вариабельность – производственные процессы не являются полностью стабильными, имея специфические потребности в ресурсах (времени, рабочей силе и сырье), даже если конечный продукт один и тот же;

4) сократить время цикла строительства; сокращение цикла означает, что каждый процесс происходит в определенный временной промежуток, перерасхода времени нет [5];

5) упростить производственный процесс с помощью его перенастройки и устранения бесполезных задач;

6) повысить гибкость результатов – увеличить способность модификации конечного продукта в соответствии с потребностями клиента, без значительного увеличения затрат [5];

7) повысить прозрачность процесса – чем более прозрачен процесс, тем выше уровень контроля [1];

8) сосредоточиться на глобальном управлении технологическими процессами – сегментированном управлении технологическими процессами и пр. [2];

9) постоянно улучшать производственный процесс, что позволит снизить потери и повысить ценность продукта [2];

10) спроектировать баланс рабочего процесса через улучшение конверсии – для того чтобы произошло улучшение производства, рабочие процессы и конверсия должны быть приоритетными, так как на каждом этапе производства необходимо использовать различные функции управления [6];

11) внедрять бенчмаркинг – практику применения методов и процессов, используемых успешными компаниями, это позволит сбалансировать уровень конкуренции между компаниями, работающими в одной отрасли.

Второй этап заключался в раскрытии метода бережливого строительства и ответе на вопросы сотрудников о том, как он работает. Были представлены концепции каждого из одиннадцати принципов метода, иллюстрирующих, как эти принципы могут быть применены на строительной площадке. После того как метод был подробно освещен, имело место неофициальное

интервью с сотрудниками и менеджерами.

Опрашиваемым были заданы некоторые вопросы.

1. Вы уже знали или слышали о методе бережливого строительства раньше?

2. Согласны ли вы на реализацию принципов здесь, на строительной площадке?

После собеседования начался третий этап – реализация метода с использованием одиннадцати принципов. В процессе третьего этапа проводились следующие мероприятия:

– ежедневные аудиты (ежедневные аудиты проводились бригадиром и инженером, результаты аудита представлялись на диаграммах);

– ежедневные встречи перед началом мероприятий (ежедневные встречи проводились с целью оценки результатов предыдущего дня и обсуждения возможностей улучшения).

При проведении неформального собеседования с руководителями и сотрудниками только менеджеры заявили, что они уже слышали о методе «бережливого строительства», но еще не применяли его в работе.

В течение 30 дней с руководством и сотрудниками строительных компаний велась планомерная работа, связанная с ознакомлением участников эксперимента с возможностями применения на практике методов бережливого строительства. Так же проводились отдельные консультации менеджеров по вопросам практического внедрения данного метода.

По истечении 30 дней на основе анализа данных, предоставленных руководством строительных компаний, были сделаны аналитические выводы: в первой, второй и третьей компаниях снижение затрат произошло на 5 %, 3 % и 6 % в соответствии с аналогичным периодом прошлого года. Снижение себестоимости в основном связано с уменьшением технологических потерь и вариабельности, что может потребовать некоторого видоизменения процесса производства в перспективе.

## Выводы

Изучение метода бережливого строительства и проведение практического исследования по его внедрению показало улучшения в строительных компаниях по сравнению с исходной ситуацией. Как и планировалось, удалось свести к минимуму возражения сотрудников и привнести новые ценности в повседневную жизнь строительной площадки и в жизнь сотрудников,

так как они начали интересоваться возможностью совершенствования в своей профессии.

Таким образом, бережливое производство в строительстве и Индустрия 4.0 должны быть

интегрированы и согласованы. После объединения все эти мощные парадигмы помогут оптимизировать процессы, повысить эффективность, а также ценность бизнеса и клиентов.

### Список литературы/References

1. Coelho, Clara B.T. Antecipações gerenciais para a inserção de atividades facilitadoras na execução de alvenaria de tijolos cerâmicos: análise dos relatos de agentes do process : dissertação de Mestrado em Engenharia Civil / Clara B.T. Coelho. – Ponta Grossa : Universidade Federal do Paraná, 2009.
2. Howell, G. What is Lean Construction. Annual Conference of the Internacional Group for Lean Construction / G. Howell, 1999. – № 7 [Electronic resource]. – Access mode : [www.leanconstruction.wordpress.com](http://www.leanconstruction.wordpress.com).
3. Koskela, L. Application of the New Production Philosophy to Construction / L. Koskela // Technical Report, 1992.
4. Formoso, C.T. Lean Construction: Princípios básicos e exemplos / C.T. Formoso // Projeto de Pesquisa Orientado para a Inovação da Edificação. – Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

---

© И.Ф. Дрепалов, Д.М. Мазурин, А.А. Петров, 2020

УДК 69

И. Ф. ДРЕПАЛОВ<sup>1</sup>, Д. М. МАЗУРИН<sup>1</sup>, А. А. ПЕТРОВ<sup>1</sup>, А. С. ДАЛБАРАЕВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова», г. Якутск

## ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАЦИЯМИ

*Ключевые слова:* повышение эффективности; строительные операции; строительная отрасль; цифровые технологии.

*Аннотация.* Цель работы – предложение новой практики управления операциями – *DDC*, основанной на сочетании технологических операций, применяемых в строительной отрасли и на производстве.

Гипотеза исследования: основным принципом внедрения данной технологии выступает реализация операций по оптимизации стоимости строительства в течение жизненного цикла здания через модель цифрового проектирования.

Задачи исследования – предложить новую практику управления операциями – *DDC*. Соответственно, концепция *DDC* повышает эффективность не только в рамках ограниченного проекта или части продукции строительной отрасли, но также и во всей цепочке строительных поставок в течение всего ее жизненного цикла.

Методы и результаты: *DDC*, как новая технология управления операциями на основе технологий, может способствовать решению проблем, с которыми сталкиваются специалисты строительной отрасли – это общая интерпретация и импровизация строительных проектов.

### Введение

Раздробленная структура строительных проектов препятствует развитию строительной отрасли с точки зрения эффективности и производительности [1]. Строительные проекты слабо связаны с другими проектами, такая же ситуа-

ция касается реализации строительных задач, что снижает эффективность выполнения многих проектов. Данная ситуация отчасти обусловлена фрагментированной структурой строительной отрасли с одной стороны, и практикой ограниченного по времени вовлечения участников в работу по конкретным задачам с другой. Каждый из этих акторов полагается на свою собственную интерпретацию того, как продвигать проект от одного этапа к другому.

Тщательно подготовленные операции с полным дизайном с самого начала приводят к бесперебойному выполнению операций и уменьшению дефектов в строительстве [5]. Таким образом, имеется возможность повысить эффективность и производительность строительства за счет прямого цифрового управления строительными работами на основе заверщенного проекта.

### Методы исследования

Основываясь на существующих технологиях управления операциями, это исследование направлено на разработку и описание новой практики управления операциями для строительства. В работе применялись аналитический метод и метод сравнения.

### Постановка проблемы исследования

Рассмотрим технологические практики, на которых строится новая практика управления операциями, и исследуем их общие черты и различия (табл. 1).

Предпринимались попытки применить при построении *CPS* подход к двунаправленной координации в реальном времени и коммуникации

**Таблица 1.** Формирование *DDC* из существующих технологических практик – общие черты и различия существующих практик и *DDC*

Элементы операционной практики	<i>BIM</i>	<i>VDC</i>	<i>DDM</i>	Требуется новая практика управления операциями
Цифровой дизайн	Да	Да	Да	Да
Дизайн на основе производства	Да, но ограниченный	Да	Да	Да
Киберфизический контроль производства	Нет	Да, но ограниченный	Да	Да
Основанные на дизайне операции вне производства	Нет	Да	Нет	Да
Киберфизический контроль операций вне производства	Нет	Нет	Нет	Да
Повторное использование и совершенствование цифровых конструкций и киберфизических средств управления	Нет	Нет	Нет	Да

между виртуальными моделями и физической конструкцией [5]. Необходимо расширить исследование, сосредотачиваясь на технологии управления операциями, основанной на подходах, которые не только координируют виртуальный и физический миры, но и в которой цифровой дизайн предотвращает вредные интерпретации и импровизации в будущих операциях.

Цифровые модели зданий могут использоваться в качестве аккумулятора информации на этапах проектирования и строительства, а также на этапах использования и обслуживания без использования основанного на проектировании производства или киберфизического контроля. Однако когда операция выполняется импровизированным образом без указания в модели цифрового проектирования, последующие операции на этапах использования и обслуживания начинаются с неточной информации и неадекватных начальных условий, которые были оставлены без документов.

Цифровая операция, основанная на *BIM*, приводит к различиям между разработанным, запланированным и встроенным алгоритмами. Создание виртуальных зданий с помощью *BIM* обещает, что модели дизайна могут копировать реальные здания. Тем не менее очень мало примеров в отрасли, опирающихся на *BIM*, позволяют предположить, что это было достигнуто. *BIM* может быть разработан для заданного статуса; однако это не будет отражать детали действующей реальности [2].

Подобно фрагментарным характеристикам строительной отрасли, *BIM* является многогранным подходом, который включает в себя несколько этапов внедрения и множество различных возможностей; на него также влияют проектные сети и взаимозависимости цепочек поставок. Проблемы включают в себя проблемы с обменом и интеграцией информации, совместимостью данных и вычисляемостью [4].

### Обсуждение

*VDC* использует цифровую модель проектирования для моделирования и планирования междисциплинарного выполнения проектов проектирования и строительства, что позволяет достигать четких и публичных бизнес-целей [6].

*VDC* – это процесс использования точных трехмерных (3D) информационных моделей здания для облегчения визуализации, моделирования, связи, координации, оценки, закупок и планирования. Эта концепция позволяет всем участникам получить доступ к общим данным проекта.

На продвинутых уровнях зрелости *VDC* был добавлен киберфизический контроль изготовления и сборки сборочных узлов на фабрике [4]. Однако в строительной отрасли проектная ориентация проектирования и поставки ограничивает выгоды от инвестиций в проектное производство и эксплуатацию отдельных проектов.

Кроме того, *BIM*, сосредоточенный на строительных элементах модели *VDC*, может иметь недостатки из-за проблем управления, требующих взаимодействия процессов (табл. 1).

Кроме того, *VDC* как эксплуатационная практика явно не нацелена на повторное использование проектов и средств управления процессом для предотвращения импровизаций и повышения производительности во всех проектах. Таким образом, комплексная реализация проекта (*IPD*) и партнерские отношения были предложены в качестве соответствующих договорных форм, чтобы стимулировать участников инвестировать в *VDC*.

*VDC* вместе с *IPD* расширит использование строительных знаний в процессе проектирования и разработке детального проектирования на более ранней стадии [4], которые необходимы для более автоматизированного проектирования и строительства. Проблема внедрения *VDC* заключается в том, что он требует от компаний инвестировать в операционную практику больше, чем ценность, которую они могут получить в одном проекте [3]. Поэтому необходимо разрабатывать новые, основанные на технологиях методы работы, направленные на постоянное улучшение операционных показателей на уровне

фирм и цепочек поставок; это требует повторного использования проектных и эксплуатационных моделей за пределами одного жизненного цикла проекта.

### Выводы

Таким образом, *DDC* как новый вариант управления операциями на основе технологий может способствовать решению проблем, с которыми сталкиваются специалисты строительной отрасли – общая интерпретация и импровизация строительных проектов. Разработка концепции *DDC* требует описания ее компонентов проектирования и реализации на основе подхода науки проектирования. Постоянное улучшение технологий цифрового управления в строительстве может в конечном итоге привести к автоматизации строительного процесса на всех этапах эксплуатации, включая проектирование, производство, логистику, монтаж и техническое обслуживание. Это привело бы к повышению эффективности в течение жизненного цикла как здания, так и цепочки поставок, когда потенциальные ошибки предотвращаются с помощью современной модели проектирования в будущих операциях.

### Список литературы/References

1. Wegelius-Lehtonen, T. Performance measurement in construction logistics / T. Wegelius-Lehtonen. – Int. J. Prod. Econ. – 2001. – № 69(1). – P. 107–116.
2. Cheng, J. A service oriented framework for construction supply chain integration / J. Cheng, K. Law, H. Bjornsson, A. Jones, R. Sriram.
3. Underwood, J. Autom. Constr. / J. Underwood // Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies. – IGI Global. – 2010. – № 19(2). – P. 245–260.
4. Hamzeh, F.R. Faek Investigating the practice of improvisation in construction J. Manag. Eng. / F.R. Hamzeh, H. Alhussein. – 2018. – № 34(6). – P. 4018039.
5. Hamzeh, F.R. Is improvisation compatible with lookahead planning? / F.R. Hamzeh, F. Abi Morshed, H. Jalwan, I. Saab // An exploratory study Proc. 20th Annual Conference International Group for Lean Construction. – IGLC. – 2012. – № 20.

---

© И.Ф. Дрепалов, Д.М. Мазурин, А.А. Петров, А.С. Далбараев, 2020

УДК 65.0 (075.8), 658.5

Н.А. ИВАНОВ, Т.А. ФЕДОСЕЕВА

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

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР В РОССИЙСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Ключевые слова:* команда проекта; проектные организационные структуры; строительство; управляющая компания; участники проекта.

*Аннотация.* Целью исследования является обоснование выбора наиболее эффективной проектной организационной структуры при реализации крупных строительных проектов.

Для достижения указанной цели поставлена задача выявления особенностей каждой из существующих на сегодняшний день проектных организационных структур.

Рабочей гипотезой является предположение о возможности повышения эффективности реализации проекта при использовании сложной проектной организационной структуры, в которой функцию управления реализует управляющая компания.

В основе исследования лежат методы системного анализа, синтеза, управления проектами и организационного моделирования.

В результате исследования разработаны рекомендации по выбору проектных организационных структур в зависимости от уровня сложности, уникальности и значимости проекта.

В последние несколько лет российский строительный комплекс принимал и принимает участие в реализации значимых для всей страны объектов: Крымский мост, футбольные стадионы в ряде городов РФ, на которых проходили игры чемпионата мира по футболу, космодром «Восточный». Уникальность и важность этих объектов требовали применения самых современных подходов к организации и управлению их возведением, одним из которых является представление процесса строительства как про-

екта [1]. В рамках этого подхода важной задачей является выбор организационной структуры управления проектом (УП).

В данной статье мы хотели бы, не умоляя значения проблем укрупнения строительных организаций [2], остановиться на проектных организационных структурах, так как в строительной отрасли присутствует сильный интерес к применению проектного подхода в управлении. Выбор структуры, наиболее адекватной потребностям организации, – задача весьма актуальная.

В литературе существует два подхода к классификации проектных структур [3]. Первый подход фокусируется на проектных характеристиках, в частности на классификации изучаемых объектов по типу отношений между компанией, финансирующей проект, и компанией-исполнителем, участвующей в практической реализации поставленных задач [4]. Второй подход учитывает организационные характеристики материнской организации, проектной части материнской организации или проектной сети. В рамках этого подхода выделяются три вида проектных организационных структур (простые – тип I, двойственные – тип II, сложные – тип III) [5]. При этом структуры типов I и III имеют несколько различных вариантов реализации. В табл. 1 представлены основные типы проектных организационных структур (ПОС), получивших наибольшее применение в мировой практике.

В России применяются различные модели взаимодействия участников проекта (традиционная; промежуточная, целостная и модифицированная «под ключ»; «проектного управления»). Каждому из упомянутых вариантов при реализации строительного проекта присущи характерные черты, что, как следствие, накладывает ограничения на организацию внутреннего

Таблица 1. Типы проектных организационных структур

Вариант	Тип проектной организационной структуры	
1	Простые	Выделенная
2		Управление по проектам
3		Всеобщее управление проектами
4	Двойственная	
5	Сложные	Управление проектом – функция заказчика
6		Управление проектом – функция генерального подрядчика
7		Управление проектом – функция управляющей фирмы

устройства системы управления, выбор применяемой организационной структуры [6; 7].

Как известно [6], при традиционной схеме реализации строительного проекта функции управления распределяются между заказчиком и генеральным подрядчиком. Наиболее подходящей ПОС в данном случае будет двойственная, позволяющая двум заинтересованным организациям реализовать равное участие в системе УП. Однако равновесие может быть нарушено любой из сторон, что на практике приводит к проблемам при принятии решений.

Попыткой преодолеть разделение функции управления между заказчиком и генподрядчиком могут выступать такие ПОС, как «управление проектом – функция заказчика», либо «управление проектом – функция генерального подрядчика». Конкретный вариант определяется тем, кто выступает интегральным центром управления, формируя организационную структуру управления и выделяя организационные ресурсы для УП. Описанная схема не свободна от недостатков: при выработке решений может нарушаться баланс интересов в пользу владельца функции управления.

В стремлении избежать конфликта интересов ряд строительных компаний работают на основании схемы «под ключ»: компания занимается и управлением проектом, и выполнением всего перечня инжиниринговых и строительных работ по нему. Такая схема успешно реализуется в рамках варианта 1 табл. 1 выделенной структуры, например, когда проект имеет разовый характер. В том случае, когда в деятельности компании проекты носят регулярный характер, возможно применение варианта 2 ПОС. Когда же вся деятельность компании полностью со-

стоит из деятельности по УП, по нуждам которой распределяются все ресурсы, то применим вариант 3 – организационная структура всеобщего управления проектами. При такой схеме организации взаимоотношений также возможно применение сложных проектных организационных структур вариантов 5 и 6.

Модифицированная схема «под ключ» подразумевает объединение управляющей, инжиниринговой, производственно-строительной и производственно-комплектующей компаний в рамках одного холдинга с привлечением на субподряд специализированных организаций. При таком взаимодействии участников проекта могут быть применимы те же ПОС, что и при целостной схеме «под ключ», за исключением варианта 6. Кроме указанных структур можно применить и вариант 7, но он не будет полноценным, так как при его реализации в рамках холдинга могут быть скрыты проблемы, связанные с попытками отдельных участников проекта «тянуть одеяло на себя».

По мнению авторов, наиболее эффективной формой проектного управления на сегодняшний день выступает ПОС «управление – функция управляющей компании». Управляющая компания в данной схеме является интегрирующим центром, наиболее полно реализующим методологию управления проектами.

Влияние схемы взаимодействия участников проекта на выбор типа проектной организационной структуры представлено в табл. 2.

Однако схема взаимодействия участников проекта – не единственное, что влияет на выбор подходящей ПОС. По мнению авторов, немалое влияние оказывает и тип проекта (табл. 3).

В рамках исследования нами были выде-

**Таблица 2.** Соответствие схем взаимодействия участников проекта и типов проектной организационной структуры

Типа проектной организационной структуры	Традиционная	Промежу- точная «под ключ»	Целостная «под ключ»	Модифициро- ванная «под ключ»	Проектного управления
1. Выделенная			+	+	
2. Управление по проектам			+	+	
3. Всеобщее управление проектами			+	+	
4. Двойственная	+				
5. Управление проектом – функция заказчика		+	+	+	
6. Управление проектом – функция генерального подрядчика		+	+		
7. Управление проектом – функция управляющей фирмы				+	+

**Таблица 3.** Типы проектов и организационных структур проекта

Тип проектной организационной структуры	Типы проектов		
	Типовые		Уникальные
	Разовые	Регулярные	
Выделенная	+		+
Управление по проектам		+	
Всеобщее управление проектами		+	
Двойственная	+		+
Управление проектом – функция заказчика	+		+
Управление проектом – функция генерального подрядчика	+	+	+
Управление проектом – функция управляющей фирмы			+

лены три типа проектов: типовые разовые, типовые регулярные, уникальные. Под типовым разовым проектом мы понимаем строительство/реконструкцию/снос строительного объекта общего назначения. К таким объектам могут быть отнесены жилые или общественные здания, возведенные по типовому или индивидуальному проекту и не представляющие культурной или исторической ценности, промышленные здания или сооружения, построенные для собственных нужд компаний собственными силами. К

типовым регулярным проектам мы относим повторяющиеся с определенной периодичностью строительно-монтажные работы, связанные с точечной или массовой жилой застройкой, проводимые крупными строительными корпорациями. Уникальными объектами мы называем объекты, возведение которых имеет важное хозяйственное или общественно-политическое значение для страны или отдельного региона РФ. Именно к таким относятся объекты, перечисленные в начале статьи.

Проанализировав применение ПОС в зависимости от схемы взаимодействия участников проекта и типа проекта, можно сделать вывод, что российские строительные компании, функционируя в условиях рыночной экономики, могут и должны адаптировать свои структуры управления в зависимости от стоящих перед ними задач и имеющихся возможностей.

Уникальные проекты являются сложными, следовательно, на основании принципа соответствия органа и объекта управления такой же сложной должна быть и ПОС реализующей

проект компании.

Проектные организационные структуры необходимо изучать с различных теоретических позиций, чтобы понять, как можно наиболее эффективно управлять многоорганизационной командой реализации проекта и максимизировать эффективность такой команды.

Одним из перспективных направлений дальнейших исследований может быть проблема цифровизации взаимодействия участников проекта и организации единого информационного пространства проекта.

### Список литературы

1. Федосеева, Т.А. Эволюционный подход к трансформации организационной структуры строительных предприятий / Т.А. Федосеева // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 4(94). – С. 73–78.
2. Веденеев, Д.А. Укрупнение строительных организаций – тенденция развития жилищного строительства в РФ / Д.А. Веденеев, Н.А. Иванов // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 5(95). – С. 20–23.
3. Ata ul Musawir. Project governance and its role in enabling organizational strategy implementation : A systematic literature review / Ata ul Musawir, Saipol Bari Abd-Karim, Mohd Suhaimi Mohd-Danuri // International Journal of Project Management. – 2020. – № 38. – P. 1–16.
4. Danwitz, S. Organizing inter-firm project governance – a contextual model for empirical investigation / S. Danwitz // International Journal of Managing Projects in Business. – 2018. – Vol. 11. – Iss. 1. – P. 144–157.
5. Султанов, И.А. Организационные модели структур проектной деятельности / И.А. Султанов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://projectimo.ru/upravlenie-proektami/organizacionnaya-struktura-proekta.html>.
6. Асаул, А.Н. Формирование организационной структуры технического заказчика как субъекта предпринимательской деятельности / А.Н. Асаул, А.В. Лобанов // Экономика и управление. – 2013. – № 10(96). – С. 60–65.
7. Магомедов, М.Г. Системный подход к управлению взаимодействием участников инвестиционного процесса в строительстве / М.Г. Магомедов, Е.И. Павлюченко // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. – 2018. – Т. 45. – № 2. – С. 209–219.

### References

1. Fedoseeva, T.A. Evolyutsionnyj podkhod k transformatsii organizatsionnoj struktury stroitelnykh predpriyatij / T.A. Fedoseeva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 4(94). – S. 73–78.
2. Vedeneev, D.A. Ukрупnenie stroitelnykh organizatsij – tendentsiya razvitiya zhilishchnogo stroitelstva v RF / D.A. Vedeneev, N.A. Ivanov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 5(95). – S. 20–23.
5. Sultanov, I.A. Organizatsionnye modeli struktur proektnoj deyatel'nosti / I.A. Sultanov [Electronic resource]. – Access mode : <http://projectimo.ru/upravlenie-proektami/organizacionnaya-struktura-proekta.html>.
6. Asaul, A.N. Formirovanie organizatsionnoj struktury tekhnicheskogo zakazchika kak subekta predprinimatelskoj deyatel'nosti / A.N. Asaul, A.V. Lobanov // Ekonomika i upravlenie. – 2013. – № 10(96). – S. 60–65.
7. Magomedov, M.G. Sistemnyj podkhod k upravleniyu vzaimodejstviem uchastnikov

investitsionnogo protsessa v stroitelstve / M.G. Magomedov, E.I. Pavlyuchenko // Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. – 2018. – T. 45. – № 2. – S. 209–219.

---

© Н.А. Иванов, Т.А. Федосеева, 2020

УДК 658.51

Г.И. КОРШУНОВ<sup>1,2</sup>, Е.Т. НУРУШЕВ<sup>1</sup>, С.Л. ПОЛЯКОВ<sup>1</sup>, В.О. СМИРНОВА<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург

## НЕЧЕТКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ БОРТОВОГО РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Ключевые слова:* бортовое радиоэлектронное оборудование; воздушное судно; контроль; нечеткая логика.

*Аннотация.* В работе рассматривается инструмент вероятного определения наступления отказа бортового радиоэлектронного оборудования летательного аппарата. С этой целью были рассмотрены задачи поддержки принятия решения для эксплуатанта легких воздушных судов при оценке состояния радиоэлектронного оборудования, а также задача контроля вероятности наступления отказа радиоэлектронного оборудования при наличии удаленного мониторинга. Приведенная в статье методика процесса контроля состояния радиоэлектронного оборудования на примере реализации принципа Мамдани позволяет устанавливать по косвенным показателям общее состояние контролируемого оборудования при невозможности точного и физического доступа к внутренним элементам и параметрам.

### Введение

Безотказность бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) является одним из важных показателей, составляющих надежность авиационных систем гражданской авиации [1]. Процессы обеспечения надежности изделий авиационной техники, оценка их технического состояния актуальны и требуют постоянного совершенствования. Так, при отказе одного из БРЭО на больших воздушных судах (ВС) массой более 5700 кг предусмотрено многократное резервирование. На воздушных судах типа Ан-2 кратность резервирования оборудования значи-

тельно ниже (табл. 1). С целью снижения риска возможного отказа БРЭО требуется выполнение контроля, диагностики, анализа и оценки технического состояния оборудования, руководствуясь положениями стандартов [2].

Резервирование БРЭО обеспечивается включением дополнительного оборудования для выполнения заданных функций. В табл. 1 приведены данные БРЭО, из которых следует, что менее резервированным элементом является радиовысотомер. Отказ БРЭО на легких воздушных судах (ЛВС) может привести к потере точности контроля высоты. Это особенно критично при полетах в горной местности, учитывая, что большинство полетов ЛВС выполняются на малых высотах.

По результатам оценки статистики отказов и анализа дефектов на авиаремонтном заводе (АРЗ) основной и самой частой причиной отказов бортового радиооборудования является выход из строя электролитических конденсаторов типа К52-2 и ЭТО-2. Отказы выражаются, чаще всего, в виде короткого замыкания конденсаторов, размещенных в цепях питания и выходных каскадах усиления при полном усыхании (утечке) электролита.

В действующей методике [4] расчета ожидаемого срока службы конденсатора расчет выполняется согласно уравнению:

$$L_x = L_0 \times 2^{\left(\frac{T_0 - T_x}{10}\right)} \times K^{\left(\frac{-\Delta T_x}{5}\right)},$$

где основными параметрами являются только максимальная ( $T_0$ ) и фактическая ( $T_x$ ) температуры конденсатора и не учитывается наработка самого элемента в оборудовании.

Ввиду блочного решения устройств бор-

Таблица 1. Данные по наработке на отказ БРЭО самолета АН-2 [3]

№ п/п	Радиоэлектронное оборудование/ определяемые параметры	Наработка на отказ, ч	Дублирующее авиационное оборудование ВС/определяемые параметры	Наработка на отказ, ч
1	Авиационный радиокompас АРК-5/курсовой угол р/станции	1 000–3 000	ГПК-48/компасный курс	800–10 000
			КИ-13/компасный	
2	Радиостанция «Баклан-5»/ радиосвязь в МВ-диапазоне	300	Р/ст Р-800 р/связь в УКВ-диапазоне	300
			Р/ст Р-840 р/связь в КВ-диапазоне	
3	Радиовысотомер малых высот РВ-УМ/истинная высота	370–5 000	Барометрический высотомер ВД-10К/ абсолютная и относительная высоты	1 700

Таблица 2. Ведомость диагностики БРЭО

№ п/п.	Тип ВС	Тип изделия	Наработка с начала эксплуатации	Наработка после последнего ремонта	Межремонтный ресурс	Гарантийный ресурс	Состояние
1	Ан-2	РВ-УМ	10 864	1 491	1 500	500	Отказ
2	Ан-2	–	5 051	440	2 000	600	Отказ
3	Ан-2	Р/с Баклан	10 768	178	1 500	500	Отказ
4	Ан-2	–	7 941	1 465	2 000	500	Испр.
5	Ан-2	РВ-2	9 089	1 477	1 500	500	Отказ
6	Ан-2	–	9 909	1 415	1 500	500	Испр.
7	Ан-2	Р-800	12 214	1 350	2 000	600	Испр.
8	Ан-2	РВ-УМ	3 188	144	2 000	600	Отказ
9	Ан-2	РВ-2	3 342	348	2 000	600	Отказ
10	Ан-2	АРК-5	4 573	1 434	1 500	600	Испр.
11	Ан-2	Р/с Баклан	1 787	115	1 500	500	Отказ
12	Ан-2	–	3 590	747	1 500	500	Отказ

того радиооборудования (Баклан-5, Карат-1, АРК-5, РВ-3 и др.), прямой доступ к параметрам на определенных точках электро- и радиосхем недоступен. Поиск неисправности возможен только при демонтаже и вскрытии корпуса при поступлении в ремонт на АРЗ. Методики определения наступления отказа БРЭО для ЛВС в условиях эксплуатации в настоящее время не разработаны, а процедура принятия решения не формализована. Для решения задачи контроля технического состояния БРЭО ЛВС актуально применение новых, в частности, нечетких моделей.

В статье предложена методика контроля, основанная на применении нечеткой логики с получением инструмента вероятного определения

наступления отказа, без нарушения заводской пломбировки. Решение задачи предоставляет инструмент поддержки принятия решения для эксплуатанта ЛВС при оценке состояния радиоэлектронного оборудования, а также инструмент контроля вероятности наступления отказа или текущего состояния БРЭО при наличии удаленного мониторинга со стороны АРЗ.

#### Анализ отказов БРЭО

В результате многолетней практики было выявлено, что важной причиной отказов и объектом контроля являются конденсаторы, имеющие установленную наработку на отказ до 10 000 часов. При этом наблюдается нечеткая за-

висимость состояния работоспособности оборудования от количества часов налета, отраженная в табл. 2. Исходя из анализа данных, одной из причин отказов является малая наработка времени работы оборудования за межремонтный период, что вероятно связано с длительными простоями ВС.

Прослеживается обратно пропорциональная зависимость работоспособности оборудования от соотношения времени наработки к межремонтному периоду, чем ближе значение к единице, тем более вероятна работоспособность оборудования и чем меньше единицы, тем вероятнее состояние отказа. При длительном простое оборудования без подачи питающего напряжения имеется потеря до 30 % емкости конденсаторов, рост тангенса угла потерь и разрушение оксидного слоя. Поддержание работоспособности конденсатора возможно путем тренировки напряжением переменной полярности, что невозможно в условиях эксплуатации БРЭО. Текущее значение наработки БРЭО принимается согласно наработке часов всего ВС по записям в бортовом журнале.

Для конденсаторов важным параметром, влияющим на надежность работы, является температура нагрева. Температура на поверхности конденсатора определяется как  $t_x = t_0 + \Delta t$ , где  $t_0$  – температура перегрева, которая зависит от рассеиваемой мощности и конструкции, а  $\Delta t$  – температура окружающей среды. Как правило, каждый конденсатор имеет предельное значение  $t_k$ , превышение которого приводит к резкому и необратимому ухудшению параметров. Известно, что ЛВС эксплуатируются в знакопеременных температурных условиях от  $-50$  °С до  $+60$  °С, преимущественно в летний период. Большинство легких воздушных судов размещается на открытых стоянках, подвергаясь прямому солнечному воздействию. Отсутствие системы кондиционирования и температурной стабилизации воздуха для БРЭО способствует ускоренному высыханию электролита. Определение текущего значения  $t_k$  возможно по максимальной температуре в контролируемом периоде и при известном значении  $t_0$ .

Следующим показателем влияния на надежность работы конденсаторов является календарный межремонтный период эксплуатации, который установлен длительностью в пять лет. При достижении межремонтного календарного периода эксплуатации конденсаторы подлежат замене.

### Нечеткая оценка технического состояния БРЭО

Принцип нечеткой логики может быть представлен в виде значений «очень истинно», «более-менее истинно» и «не очень ложно» [5; 6]. Нечеткая модель Мамдани [7] позволяет избежать большого объема вычислений на основе правил, каждое из которых задает нечеткую точку, соответствующую реальной системе, при этом необходимая дефаззификация выходной переменной выполняется по методу центра тяжести. Фаззификатор отображает точное значение переменной  $X$  в нечеткие множества из  $t$ . Дефаззификатор отображает нечеткие множества из  $p$  в четкое значение выхода  $W$ . Процесс контроля в соответствии с алгоритмом Мамдани приведен в работе [8].

Принятая в статье нечеткая модель Мамдани представляет собой правило-условие «*IF – THEN*», и искомое решение достигается выставлением нечетких показателей (лингвистических переменных) этих отношений. Каждое правило задает нечеткую точку (область), соответствующую реальной точке (состоянию). Найденное множество точек характеризует текущее состояние контролируемого объекта – БРЭО.

Значения указанных параметров влияют на безотказность радиооборудования и являются функциями времени. Они могут представляться нечеткими множествами и характеризоваться лингвистическими переменными состояниями. Выходным показателем является вероятность наступления отказа или текущее состояние БРЭО. Изменение параметров БРЭО представляет собой динамический процесс, контроль и оценку состояния которого предлагается выполнить на основе нечеткой модели. Для этого введены несколько нечетких множеств, связанных с лингвистической переменной «Температура нагрева». Термы для входной переменной представим как:

- $X_1 = \{T, \mu_{X_1}(t)\}$  – невлиющее;
- $X_2 = \{T, \mu_{X_2}(t)\}$  – влияние несущественно;
- $X_3 = \{T, \mu_{X_3}(t)\}$  – влияние существенно;
- $X_4 = \{T, \mu_{X_4}(t)\}$  – влияние неприемлемое;
- $X_5 = \{T, \mu_{X_5}(t)\}$  – катастрофическое, где

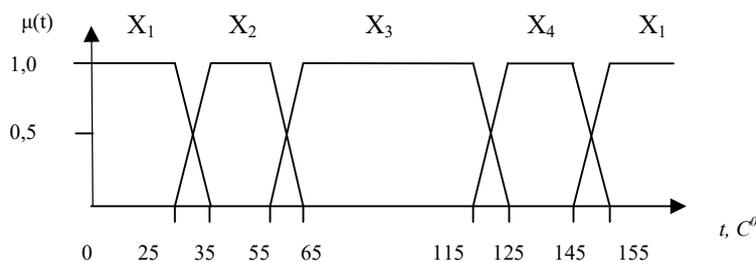


Рис. 1. Лингвистическая переменная «Температура нагрева»

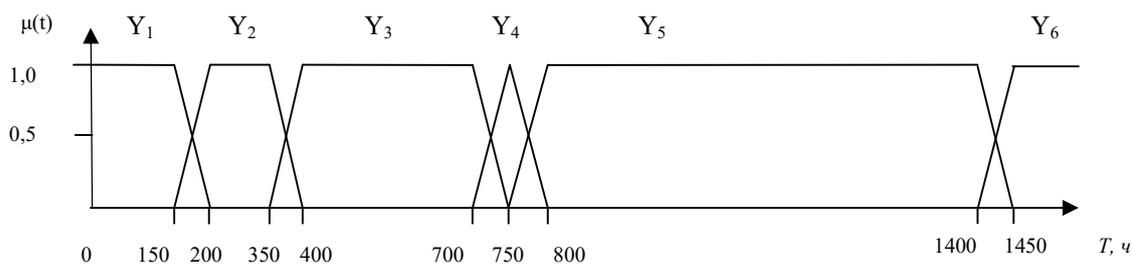


Рис. 2. Лигвистическая переменная «Наработка до отказа»

$T$  – величина температуры нагрева;  $\mu(t)$  – функция принадлежности.

В качестве второй лингвистической переменной выступает время наработки до отказа (в часах), термы которой будут выглядеть следующим образом:

- $Y_1 = \{F, \mu_{Y_1}(f)\}$  – начальное;
- $Y_2 = \{F, \mu_{Y_2}(f)\}$  – незначительное (критическое – при полном календарном межремонтном периоде – пять лет);
- $Y_3 = \{F, \mu_{Y_3}(f)\}$  – среднее;
- $Y_4 = \{F, \mu_{Y_4}(f)\}$  – значительное;
- $Y_5 = \{F, \mu_{Y_5}(f)\}$  – заключительное;
- $Y_6 = \{F, \mu_{Y_6}(f)\}$  – сверхнормы, где  $F$  – отказ на время наработки в межремонтный период эксплуатации;  $\mu(t)$  – функция принадлежности.

В качестве третьего значения принимается лингвистическая переменная, именуемая как «Календарный межремонтный период», измеряемая в миллиамперах, термы которой будут выглядеть следующим образом:

- $Z_1 = \{L, \mu_{Z_1}(l)\}$  – начальный;
- $Z_2 = \{L, \mu_{Z_2}(l)\}$  – продолжающийся;
- $Z_3 = \{L, \mu_{Z_3}(l)\}$  – средний;

- $Z_4 = \{L, \mu_{Z_4}(l)\}$  – предзавершающийся;
- $Z_5 = \{L, \mu_{Z_5}(l)\}$  – конечный;
- $Z_6 = \{L, \mu_{Z_6}(l)\}$  – сверхпредельный, где

$L$  – величина импульса;  $\mu(l)$  – функция принадлежности.

Результирующее значение текущего состояния будет отражать лингвистическая переменная «Вероятность отказа БРЭО». Термы данной переменной представлены как:

- $W_1 = \{P, \mu_{W_1}(p)\}$  – исправно, с полным ресурсом;
- $W_2 = \{P, \mu_{W_2}(p)\}$  – исправно, с остаточным ресурсом;
- $W_3 = \{P, \mu_{W_3}(p)\}$  – неисправно, с остаточным ресурсом;
- $W_4 = \{P, \mu_{W_4}(p)\}$  – неисправно, без ресурса, где  $P$  – состояние БРЭО;  $\mu(p)$  – функция принадлежности.

Функции принадлежности, отражающие точки соответствия модальным значениям, могут быть представлены в виде треугольников или трапеций для перечисленных переменных на рис. 1–4.

Состояния находящегося в эксплуатации БРЭО представляются сочетаниями входных лингвистических переменных, для которых

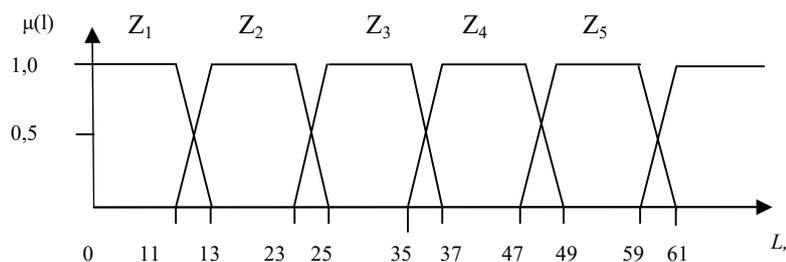


Рис. 3. Лингвистическая переменная «Календарный межремонтный период»

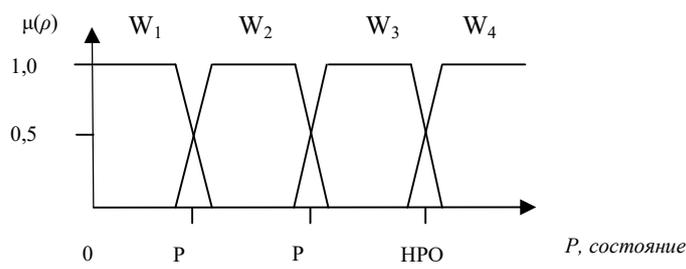


Рис. 4. Выходная переменная «Состояние объекта контроля»

сформирована полная база из 114 правил. Таким нечетким правилам соответствует полная группа нечетких событий  $S_i, i = 1, \dots, 114, \{S_i\} = \{S_i(W_1, W_2)\} \cup \{S_i(W_3, W_4)\}$ , где  $W_1, W_2$  соответствуют работоспособным состояниям, а  $w_3, w_4$  – состояниям отказа. Для полной группы вероятностей нечетких состояний будет справедлива формула:

$$\sum P(W_1, W_2, W_3, W_4) = \sum P(W_1, W_2) + \sum P(W_3, W_4) = 1. \quad (1)$$

Всего из сформированных нечетких состояний 52 соответствуют работоспособности, а 62 соответствуют отказу.

Ниже в качестве примера, приведены три начальные правила и правила формирования состояния «отказ»:

Rule 1: IF ( $t = X_1$ ) and ( $f = Y_1$ ) and ( $l = Z_1$ ) THEN ( $p = W_1$ );

Rule 2: IF ( $t = X_2$ ) and ( $f = Y_1$ ) and ( $l = Z_1$ ) THEN ( $p = W_1$ );

Rule 3: IF ( $t = X_3$ ) and ( $f = Y_1$ ) and ( $l = Z_1$ ) THEN ( $p = W_1$ );

Rule 4: IF ( $t = X_4$ ) and ( $f = Y_1$ ) and ( $l = Z_1$ ) THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);

Rule 5: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_1$ ) and ( $l = Z_1$ )

THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);

...

Rule 9: IF ( $t = X_4$ ) and ( $f = Y_2$ ) and ( $l = Z_1$ ) THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);

Rule 10: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_1$ ) THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);

...

Rule 14: IF ( $t = X_4$ ) and ( $f = Y_3$ ) and ( $l = Z_1$ ) THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);

Rule 15: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_3$ ) and ( $l = Z_1$ ) THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);

...

Rule 20: IF ( $t = X_1$ ) and ( $f = Y_4$ ) and ( $l = Z_1$ ) THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);

...

Rule 24: IF ( $t = X_4$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_1$ ) THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);

Rule 25: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_1$ ) THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);

...

Rule 29: IF ( $t = X_4$ ) and ( $f = Y_6$ ) and ( $l = Z_1$ ) THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);

Rule 30: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_6$ ) and ( $l = Z_1$ ) THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);

...

Rule 43: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_2$ ) and ( $l = Z_2$ ) THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);

Rule 44: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_3$ ) and ( $l = Z_2$ )

- THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 45: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_4$ ) and ( $l = Z_2$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 46: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_2$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 47: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_6$ ) and ( $l = Z_2$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 ...  
 Rule 61: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_1$ ) and ( $l = Z_3$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 62: IF ( $t = X_1$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_3$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 63: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_2$ ) and ( $l = Z_3$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 64: IF ( $t = X_2$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_3$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 65: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_3$ ) and ( $l = Z_3$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 66: IF ( $t = X_3$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_3$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 67: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_4$ ) and ( $l = Z_3$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 68: IF ( $t = X_4$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_3$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 69: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_6$ ) and ( $l = Z_3$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 ...  
 Rule 81: IF ( $t = X_4$ ) and ( $f = Y_4$ ) and ( $l = Z_4$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 82: IF ( $t = X_1$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_4$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 83: IF ( $t = X_2$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_4$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 84: IF ( $t = X_3$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_4$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 85: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_4$ ) and ( $l = Z_4$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 86: IF ( $t = X_4$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_4$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 87: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_4$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 88: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_6$ ) and ( $l = Z_4$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 89: IF ( $t = X_1$ ) and ( $f = Y_1$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 90: IF ( $t = X_1$ ) and ( $f = Y_2$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 91: IF ( $t = X_2$ ) and ( $f = Y_1$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 92: IF ( $t = X_2$ ) and ( $f = Y_2$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 93: IF ( $t = X_2$ ) and ( $f = Y_3$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 94: IF ( $t = X_3$ ) and ( $f = Y_2$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 95: IF ( $t = X_3$ ) and ( $f = Y_3$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 96: IF ( $t = X_1$ ) and ( $f = Y_4$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 97: IF ( $t = X_2$ ) and ( $f = Y_4$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 98: IF ( $t = X_3$ ) and ( $f = Y_4$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 99: IF ( $t = X_3$ ) and ( $f = Y_4$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 100: IF ( $t = X_3$ ) and ( $f = Y_4$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_3$ ) = (отказ);  
 Rule 101: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 102: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_6$ ) and ( $l = Z_5$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 103: IF ( $t = X_1$ ) and ( $f = Y_1$ ) and ( $l = Z_6$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 104: IF ( $t = X_1$ ) and ( $f = Y_2$ ) and ( $l = Z_6$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 105: IF ( $t = X_2$ ) and ( $f = Y_2$ ) and ( $l = Z_6$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 106: IF ( $t = X_2$ ) and ( $f = Y_3$ ) and ( $l = Z_6$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 107: IF ( $t = X_3$ ) and ( $f = Y_3$ ) and ( $l = Z_6$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 108: IF ( $t = X_3$ ) and ( $f = Y_4$ ) and ( $l = Z_6$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 109: IF ( $t = X_4$ ) and ( $f = Y_3$ ) and ( $l = Z_6$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 110: IF ( $t = X_4$ ) and ( $f = Y_4$ ) and ( $l = Z_6$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 111: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_4$ ) and ( $l = Z_6$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 112: IF ( $t = X_4$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_6$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 113: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_5$ ) and ( $l = Z_6$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ);  
 Rule 114: IF ( $t = X_5$ ) and ( $f = Y_6$ ) and ( $l = Z_6$ )  
 THEN ( $p = W_4$ ) = (отказ).

Реализацию задачи предлагается выполнить согласно «Subalgorithm STRAIGHT», представленной в работе [8], где каждое нечеткое множество осуществляет взаимный запрос параметров состояния. Алгоритм цикличен в случае ненаступления условия очередного терма каждого из нечетких множеств и представлен на рис. 5.

Алгоритм обеспечивает контроль технического состояния БРЭО и поддержку принятия решения при подготовке к полетам, а также инструмент контроля вероятности наступления

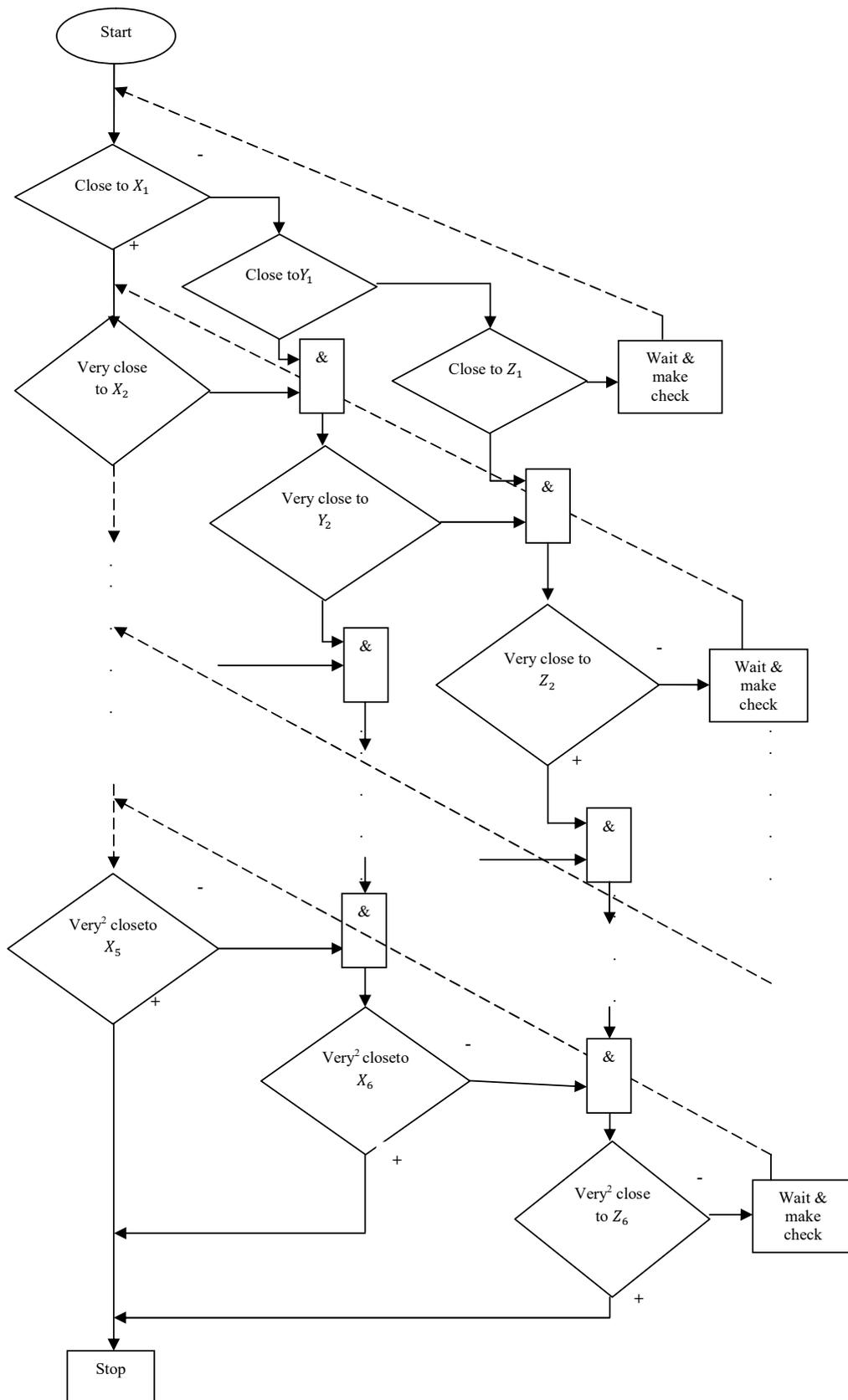


Рис. 5. Структура алгоритма решения задачи контроля состояния БРЭО

отказа или текущего состояния БРЭО при удаленном мониторинге АРЗ. Дефаззификатор отображает нечеткие множества в четкие значения выхода  $W$ , соответствующие состояниям работоспособности и отказа. Дефаззификация выполняется по методу центра тяжести и здесь не приведена.

Для нечеткой оценки безотказности БРЭО преобразуем формулу (1) к виду (2):

$$1 - \sum P(W_3, W_4) = \sum P(W_1, W_2). \quad (2)$$

Формула представляет нечеткую оценку безотказности БРЭО.

### Результаты и выводы

Приведенные методика и алгоритм контроля на основе нечеткой логики позволяют устанавливать по косвенным показателям общее состояние контролируемого оборудования при невозможности точного и физического доступа к внутренним элементам и параметрам. Преимуществом такого подхода является использование известных критических параметров и необходимых характеристик рабочей среды. Достоинство данного метода заключается в его способности к адаптации к решению не только параметриче-

ских задач, основанных на данных, но и задач, позволяющих обеспечивать поддержку принятия решения в условиях недостатка времени и/или полных данных среды.

Для развития приведенного подхода требуется накопление статистических данных, наличие контрольных точек, учет динамики событий для более точного прогноза. Так же следует отметить возможность использования такого параметра, как пульсации питающего напряжения. Так, при двукратном увеличении значения тока пульсаций произойдет пропорциональное сокращение срока службы конденсатора, однако методика вычисления зависимости пульсации в цепях питания БРЭО от работы генератора в настоящее время не определена, поэтому этот параметр не принят во внимание.

Приведенный подход позволяет получить нечеткие оценки текущего технического состояния БРЭО ЛВС в процессе контроля и нечеткую оценку вероятности наступления отказа. Это достигается без прямого доступа к элементной базе на основе данных среды и условий эксплуатации. Работа позволяет реализовать систему поддержки принятия решений для эксплуатантов воздушного судна и контроль состояния при удаленном мониторинге на авиаремонтном заводе.

### Список литературы

1. ГОСТ Р 56079-2014. Безопасность полета, надежность, контролепригодность, эксплуатационная и ремонтная технологичность. Номенклатура показателей. Электронный текст документа подготовлен АО «Кодекс» и сверен по: официальное издание. – М. : Стандартинформ, 2014.
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Менеджмент риска. Методы оценки риска. – М. : Стандартинформ, 2012.
3. Чернов, В.Ю. Надежность авиационных приборов и систем : учеб. пособие / В.Ю. Чернов. – СПб. : ГУАП, 2008. – 148 с.
4. Рентюк, В. Зависимость времени наработки на отказ электролитических конденсаторов от реальных условий их эксплуатации / В. Рентюк // Вестник электроники. – 2014. – № 3(49). – С. 32–38.
5. Чернов, В.Г. Основы теории нечетких множеств : учеб. пособие / В.Г. Чернов. – Владимир : Издательство Владимирского государственного университета, 2010. – 96 с.
6. Zadeh, L.A. Fuzzy sets / L.A. Zadeh // Inform. Contr. – 1965. – Vol. 8. – P. 338–353.
7. Mamdani, E.H. Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant / E.H. Mamdani // Proceedings of the IEE. – 1974. – № 121(12). – P. 1585–1588.
8. Lotfi A. Zadeh. Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes / Lotfi A. Zadeh // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. – 1973. – Vol. SMC3. – № 1. – P. 28–44.

### References

1. GOST R 56079-2014. Bezopasnost poleta, nadezhnost, kontroleprigodnost, ekspluatatsionnaya

i remontnaya tekhnologichnost. Nomenklatura pokazatelej. Elektronnyj tekst dokumenta podgotovlen AO «Kodeks» i sveren po: ofitsialnoe izdanie. – M. : Standartinform, 2014.

2. GOST R ISO/MEK 31010-2011 Menedzhment riska. Metody otsenki riska. – M. : Standartinform, 2012.

3. CHernov, V.YU. Nadezhnost aviatsionnykh priborov i sistem : ucheb. posobie / V.YU. CHernov. – SPb. : GUAP, 2008. – 148 s.

4. Rentyuk, V. Zavisimost vremeni narabotki na otkaz elektroliticheskikh kondensatorov ot realnykh uslovij ikh ekspluatatsii / V. Rentyuk // Vestnik elektroniki. – 2014. – № 3(49). – S. 32–38.

5. CHernov, V.G. Osnovy teorii nechetkikh mnozhestv : ucheb. posobie / V.G. CHernov. – Vladimir : Izdatelstvo Vladimirskego gosudarstvennogo universiteta, 2010. – 96 s.

---

© Г.И. Коршунов, Е.Т. Нурушев, С.Л. Поляков, В.О. Смирнова, 2020

УДК 658.51

ИВ НДАЙИРАГИДЖЕ, САЛЕХ ЭЛЬ МАВЕД  
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕМ СОЗДАНИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ

*Ключевые слова:* качество; многоквартирные дома; национальное объединение; регулирование в строительстве; строительные стандарты.

*Аннотация.* Строительный проект реализуется в рамках временных, стоимостных, объемных и качественных ограничений. Организационно-технологические решения, принятые в ходе строительства и касающиеся объема выполняемых работ, стоимости или времени, непосредственно влияют на качество конечного строительного продукта. Отсутствие регулирования в строительной индустрии Бурунди препятствует достижению требуемого качества жилых домов. В этой статье рассмотрен опыт регулирования и нормирования строительства других стран; обоснована необходимость создания своих национальных строительных норм для обеспечения качества многоквартирных жилых домов; предложена схема организации регулирования строительства в Бурунди.

### Введение

Строительная индустрия является важным сектором народного хозяйства, необходимым для ускорения экономического прогресса и сокращения бедности. Связь между инвестициями в жилье и экономическим развитием была установлена для многих регионов в разные периоды времени [1; 2]. В этих работах установлено, что жилищный сектор может поддерживать сокращение бедности и положительно влиять на рост экономики страны в целом. Обсуждение строительного продукта затрудняется тем, что отсутствует единое понимание правил игры между различными участниками строительного процесса. Эти правила создаются государством, ко-

торое устанавливает минимальные необходимые требования к зданиям и сооружениям. В течение всего жизненного цикла строительного объекта качество рассматривается как относительная фиксированная цель, в то время как участники проекта контролируют временные, стоимостные и объемные ограничения [3; 4]. С целью обеспечения качества зданий и сооружений задачи стандартизации формулируются так, чтобы оптимизировать требования к стандартам продукции, процесса или услуги; а также достигать максимального эффекта при заданных затратах, то есть достигать минимальной стоимости при фиксированном эффекте [5].

### Пути создания национальных строительных стандартов в Бурунди

Основной закон, регулирующий строительную деятельность, создается законодательным органом страны в виде градостроительного кодекса.

Суть создания регулирования заключается в необходимости повышения качества, снижения стоимости и сокращения сроков строительства на основе достижений науки и техники.

Возможны два варианта регулирования строительной индустрии в Бурунди.

Первый вариант: государство берет на себя все обязательства, регулирует напрямую рынок и устанавливает конкретные требования к продукции (рис. 1). Производственная деятельность контролируется через министерства по производственной части, а проектная деятельность – через проектные институты, которые занимаются проектированием зданий и сооружений. Такая модель не подходит для строительной области в связи с ее быстро развившейся особенностью – ее применение снижает инновационную составляющую рынка.

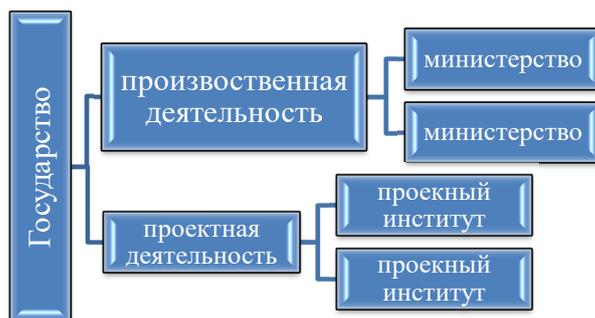


Рис. 1. Схема регулирования № 1

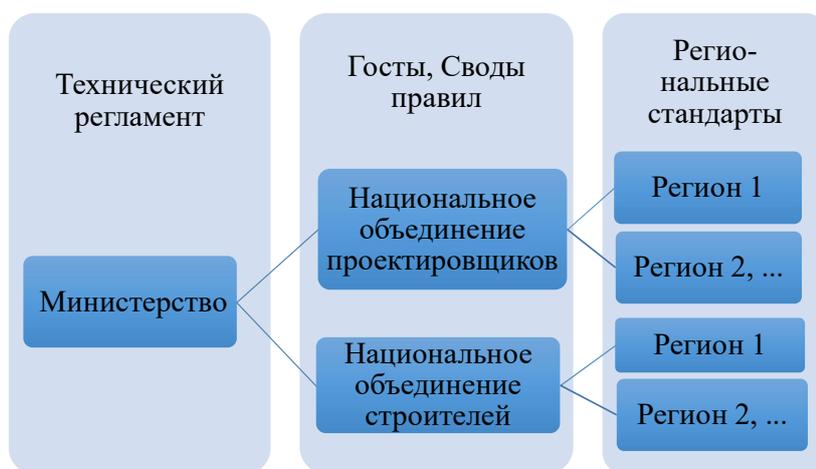


Рис. 2. Схема регулирования № 2

Второй вариант: государство разделяет обязательства (рис. 2). Законодатель создает регламент, в котором указываются общие требования к строительной продукции, обеспечению безопасности людей, имущества и экологии. Свод правил, направленных на внедрение положений этого регламента, разрабатываются полномочными органами специалистов в области проектирования и строительства. Такими органами могут служить объединения проектировщиков или строителей. При этом государство оставляет за собой право утверждения разработанных норм. По данному варианту регулирования предполагается, что законодатель через министерство строительства, транспорта, инфраструктуры и планирования территории Бурунди издает технический регламент. Данный регламент носит обязательный характер в виде нормативного правового документа. В положениях регламента указывается, что объекты на всех этапах создания должны:

– защищать жизнь и здоровье граждан, имущество физических или юридических лиц,

обеспечить сохранность государственного или муниципального имущества;

- охранять окружающую среду, жизни и здоровье животных и растений;
- обеспечить энергетическую эффективность зданий и сооружений.

Необходимые своды правил для внедрения положений этого регламента разрабатывают национальные объединения специалистов в области проектирования и строительства.

Так, в области проектирования следует образовать национальное объединение проектировщиков (НОП). Они обладают правом выдачи разрешения на проектирование. Все проектные организации входят в НОП. В его структуру входят разные направления, в том числе и для разработки системы нормативной документации. Разработанные нормы являются обязательными для всех проектных организаций, которые являются членами НОП. Также в области строительства образуется национальное объединение строителей (НОС), оно обладает правом выдачи разрешения на производство строительных

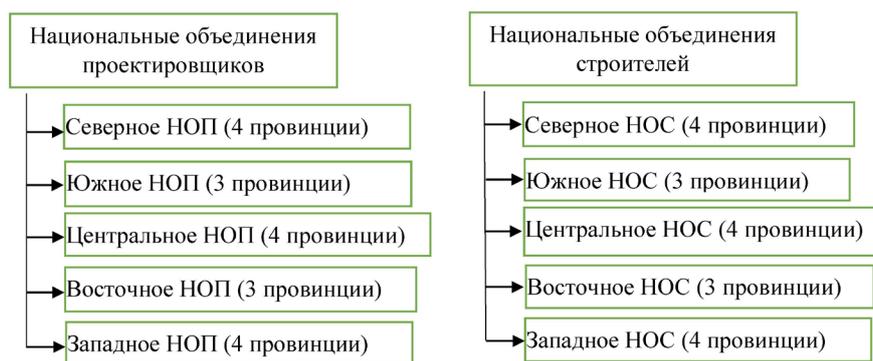


Рис. 3. Схема регулирования № 3

работ. Все строительные организации входят в НОС. В его структуру входят разные направления, в том числе и для разработки системы нормативной документации. Разработанные нормы являются обязательными для всех проектных организаций, которые являются членами НОС.

Каждый регион Бурунди имеет свою специфику; для учета формируются региональные объединения в области проектирования и строительства (рис. 3). Страна имеет 17 провинций. Следует их группировать в пять регионов по принципу сходства климатических условий:

- 1) северный регион, в который входит четыре провинции: Кирундо, Муйинга, Нгози, Кайанза;
- 2) южный регион, в который входит три провинции: Бурури, Румонге, Макамба;
- 3) центральный регион, в который входит четыре провинции: Мурамвья, Муаро, Гитега, Карузи;
- 4) восточный регион, в который входит три провинции: Рутана, Руйиги, Чанкузо;
- 5) западный регион, в который входит четыре провинции: Чибитоке, Бубанза, Бужумбура-

Мэри, Бужумбура-Рурал.

Для каждой провинции будут свои саморегулируемые организации, которые отрабатывают свои нормативы, учитывая местные региональные особенности и опыт строительства.

### Заключение

Саморегулируемые организации в строительстве являются эффективным инструментом обеспечения качества и безопасности. Второй вариант регулирования строительной индустрии является подходящей моделью, в которой саморегулируемые организации специалистов в области проектирования и строительства разрабатывают и вносят для утверждения национальные стандарты. Таким образом повышается ответственность при реализации проектов; внедряются современные инновационные технологии и материалы в строительстве; формируются экономические преимущества при оптимальном уровне качества посредством выбора надежной подрядной организации, работающей по современным стандартам.

### Список литературы

1. Doling, J. Housing and Housing Finance – A Review of the Links to Economic Development and Poverty Reduction / J. Doling, P.P. Vandenberg, Tolentino J.C. // SSRN Electronic Journal. – 2013.
2. Лapidус, А.А. Формирование комплексного показателя качества крупномасштабного строительного проекта / А.А. Лapidус, Ив Ндайирагидже // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 6(96). – С. 61–64.
3. ISO 9004:2009. Managing for the sustained success of an organization. A quality management approach.
4. Лapidус, А.А. Повышение показателя качества малоэтажного строительства за счет оптимизации опалубочных работ в условиях Республики Бурунди / А.А. Лapidус, Ив Ндайирагидже // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 6(96). – С. 57–60.

5. Олейник, П.П. Система стандартизации организации строительного производства / П.П. Олейник, В.И. Бродский // Вестник МГСУ. – 2012. – № 6. – С. 119–125.

### References

2. Lapidus, A.A. Formirovanie kompleksnogo pokazatelya kachestva krupnomasshtabnogo stroitel'nogo proekta / A.A. Lapidus, Iv Ndajiragidzhe // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 6(96). – S. 61–64.

3. ISO 9004:2009. Managing for the sustained success of an organization. A quality management approach.

4. Lapidus, A.A. Povyshenie pokazatelya kachestva maloetazhnogo stroitelstva za schet optimizatsii opalubochnykh rabot v usloviyakh Respubliki Burundi / A.A. Lapidus, Iv Ndajiragidzhe // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 6(96). – S. 57–60.

5. Olejnik, P.P. Sistema standartizatsii organizatsii stroitel'nogo proizvodstva / P.P. Olejnik, V.I. Brodskij // Vestnik MGSU. – 2012. – № 6. – S. 119–125.

---

© Ив Ндайрагидже , Салех Эль Мавед, 2020

УДК 519.862.6

С.И. НОСКОВ, К.С. ПЕРФИЛЬЕВА

ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Иркутск

## ЭМПИРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ МЕТОДА СМЕШАННОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛИНЕЙНОГО РЕГРЕССИОННОГО УРАВНЕНИЯ

*Ключевые слова:* антиробастное оценивание; линейная регрессия; метод наименьших квадратов; метод наименьших модулей; метод смешанного оценивания; программный комплекс.

*Аннотация.* В статье проводится исследование свойств метода смешанного оценивания параметров регрессионных уравнений на примере моделирования грузооборота железнодорожного транспорта Российской Федерации. Поиск вектора параметров регрессии при использовании метода смешанного оценивания осуществляется с помощью минимизации суммы разных функций потерь, заданных на разных участках выборки.

Производится сравнение некоторых результатов моделирования, полученных с помощью метода смешанного оценивания, с соответствующими данными, являющимися следствием применения традиционных регрессионных методов: наименьших квадратов, модулей, антиробастного оценивания. Производится анализ вклада факторов в уравнения, полученные с помощью метода смешанного оценивания, а также анализ графиков фактических и расчетных значений зависимой переменной.

Для построения статистических моделей в различных областях знаний широко используются методы регрессионного анализа [2–7; 9–14; 17], которые позволяют определить аналитические формы связи между переменными, изменение результативного признака в которых обусловлено влиянием одного или нескольких факторов. Целью данной работы является изучение свойств метода смешанного оценивания на примере моделирования грузооборота железнодорожного транспорта.

В ряде работ [1; 16] исследуется применение

методов регрессионного анализа при разбиении исходной выборки на подвыборки. В работе [1] производится манипуляция с выборками посредством теста Чоу, когда имеется возможность разделения совокупности наблюдений по степени воздействия некоего фиктивного фактора на отдельные аспекты. В работе [16] рассматривается разработка вычислительных алгоритмов реализации метода наименьших модулей, не имеющих ограничений на порядок моделей и объем экспериментальных данных. Для снижения вычислительных затрат использована особенность узловых прямых – все расположенные на каждой такой прямой узловые точки являются пересечением набора гиперплоскостей, из которых различной является только одна гиперплоскость. Данные алгоритмы значительно выигрывают, по сравнению с известным переборным алгоритмом, и могут эффективно использоваться на практике.

### Метод смешанного оценивания параметров

Рассмотрим линейную регрессионную зависимость общего вида:

$$y_k = \sum_{i=1}^m \alpha_i x_{ki} + \varepsilon_k, \quad k = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где  $y$  – зависимая переменная;  $x_i$  –  $i$ -я независимая переменная;  $\alpha_i$  –  $i$ -й оцениваемый параметр;  $\varepsilon$  – ошибки приближения;  $k$  – номер наблюдения;  $n$  – длина обрабатываемой выборки.

Представим зависимость (1) в векторной форме:

$$y = X\alpha + \varepsilon, \quad (2)$$

где  $y = (y_1, \dots, y_n)^T$ ,  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_m)^T$ ,  $\varepsilon = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)^T$ ,  $X = (n \times m)$  – матрица с элементами  $x_{ki}$ .

Методам определения оценок параметров уравнения (2) посвящено значительное количество литературы [2–7; 9–11].

Широкий класс этих методов направлен на выявление оценок, рассчитываемых путем минимизации функций вида [10–12; 14]:

$$J_v^P(\alpha) = \sum_{k \in P} |\varepsilon_k|^v, P = \{1, 2, \dots, n\}.$$

Методом определения параметров уравнения (2) при  $v = 2$  является метод наименьших квадратов (МНК), при  $v = 1$  – метод наименьших модулей (МНМ), при  $v \rightarrow \infty$  – метод антиробастного оценивания (МАО). Имеет место соотношение  $J_\infty = \max_{k \in P} |\varepsilon_k|$ .

В работе [11] впервые сформулирована идея отыскания вектора  $\alpha$  минимизацией суммы разных функций потерь на разных участках исследуемой выборки. Эта плодотворная идея получила свое естественное развитие в статье [8], где описан метод смешанного оценивания (МСО) параметров зависимости (2). Рассмотрим его краткое изложение.

Пусть исходная выборка с номерами наблюдений из множества  $P$  разбита (разделена, кластеризована) на  $I$  подвыборок с номерами из множеств  $N_i, i = 1, 2, \dots, I$ , для каждой из которой используется своя функция потерь  $J_{v(N_i)}^{N_i}(\alpha)$  с различными, в общем случае неодинаковыми, значениями  $v(N_i)$ . Естественно потребовать выполнения условий:

$$P = \bigcup_{i=1}^I N_i, N_i \cap N_j = \emptyset, i \neq j.$$

Задача смешанного оценивания параметров линейной регрессии (2) имеет вид:

$$\min_{\alpha} \sum_{i=1}^I J_{v(N_i)}^{N_i}(\alpha). \quad (3)$$

В работе [8] рассмотрен значительно более простой случай, приводящий к линейно-программной задаче.

Пусть выборка разделена на две подвыборки с номерами из множеств  $N_1$  и  $N_2$  примерно равной длины, а в качестве функций потерь применяются  $J_{1(N_1)}^{N_1}(\alpha)$  и  $J_{\infty(N_2)}^{N_2}(\alpha)$ , связанные с

МНМ и МАО. Запишем  $\alpha$  и  $\varepsilon$  в виде разностей их положительных  $a, u$  и отрицательных  $b, v$  частей:

$$\begin{aligned} \alpha &= a - b, \varepsilon = u - v. \\ u_k &= \begin{cases} y_k - \sum_{i=1}^m \alpha_i x_{ki}, & y_k > \sum_{i=1}^m \alpha_i x_{ki}; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \\ v_k &= \begin{cases} -y_k + \sum_{i=1}^m \alpha_i x_{ki}, & y_k < \sum_{i=1}^m \alpha_i x_{ki}; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \\ a_i &= \begin{cases} \alpha_i, & \alpha_i > 0; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \\ b_i &= \begin{cases} -\alpha_i, & \alpha_i < 0; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \end{aligned}$$

После этого, применяя способы, представленные, например, в работах [4; 11; 14], задача (3) может быть сформирована в виде задачи линейного программирования:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m (a_i - b_i)x_{ki} + u_k - v_k &= y_k, \quad k \in P, \\ u_k + v_k - r &\leq 0, \quad k \in N_2, \\ \sum_{k \in N_1} (u_k + v_k) / s + r &\rightarrow \min. \end{aligned}$$

Здесь  $s$  – число элементов в множестве  $N_1$ . Далее займемся выяснением некоторых свойств МСО на конкретном примере.

### Моделирование грузооборота на железнодорожном транспорте РФ

Для моделирования были использованы данные за 2005–2018 гг. на основе официальной статистики по следующим показателям:

- $y$  – объем грузооборота, млрд тонн-км;
- $x_1$  – эксплуатационная протяженность путей сообщения (на конец года), тыс. км;
- $x_2$  – рабочий парк груженых железнодорожных вагонов (в среднем в сутки), тыс. штук;
- $x_3$  – объем погрузки основных видов грузов на железнодорожном транспорте, тыс. т.

Случайным образом сформируем десять индексных множеств  $N_1$  и  $N_2$  и построим с помощью МСО, соответственно, десять линейных

**Таблица 1.** Значения параметров уравнения, полученных с помощью МНК, МНМ, МАО

Метод	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
МНК	-1 364 702,716	163,722	1,717	0,966
МНМ	-13 975,142	170,845	1,784	0,680
МАО	-8 874,622	117,989	1,659	0,255

**Таблица 2.** Значения критериев для МНК, МНМ, МАО

Метод	Е	М	К	О
МНК	2,46	738,98	60 353,13	123,48
МНМ	2,33	698,20	65 529,82	135,01
МАО	3,18	973,55	89 284,98	113,23

регрессий:

$$y_k = \alpha_0 + \sum_{i=1}^3 \alpha_i x_{ki} + \varepsilon_k, \quad k = \overline{1,14}. \quad (4)$$

В зависимости от состава множеств существенен разброс значений параметров, которые расположены в диапазонах:

- $\alpha_0 \in [-20\,136,768; -5\,505,5]$ ;
- $\alpha_1 \in [77,451; 231,336]$ ;
- $\alpha_2 \in [0,65; 2,342]$ ;
- $\alpha_3 \in [0,024; 1,627]$ .

Для каждого уравнения были рассчитаны значения некоторых критериев адекватности регрессионных уравнений: средней относительной ошибки аппроксимации Е, суммы модулей ошибок М, суммы квадратов ошибок К, максимальной по модулю ошибки О.

Эти значения попали в интервалы:

- $E \in [2,43; 3,25]$ ;
- $M \in [727,13; 1\,000,62]$ ;
- $K \in [69\,457,39; 97\,701,33]$ ;
- $O \in [131,59; 175,6]$ .

Приведем теперь результаты моделирования грузооборота, полученные с помощью традиционных регрессионных методов оценивания параметров.

Легко убедиться в том, что эти значения попадают в диапазоны, образованные применением МСО.

Как и следовало ожидать, некоторые расположенные в табл. 2 числа выходят за преде-

лы соответствующих диапазонов для МСО, что является прямым следствием вида функции потерь того или иного метода оценивания.

Важными характеристиками регрессионной модели являются оценки вклада каждого фактора, входящего в ее правую часть, в зависимую переменную, указывающие на степень влияния на нее каждого из них. Этот вклад для произвольной  $i$ -й переменной в (1) можно оценить следующим образом [11]:

$$S = \sum_{i=1}^m |\alpha_i \bar{x}_i|,$$

где  $\bar{x}_i$  – среднее по выборке значение  $i$ -го фактора;  $\sigma_i = 100 \times |\alpha_i \bar{x}_i| / S$ .

Величина  $\sigma_i$  позволяет оценить сравнительную значимость каждого фактора.

Диапазоны изменения значений вкладов независимых переменных составляют:

- $\sigma_1 \in [85,06; 90,41]$ ;
- $\sigma_2 \in [1,68; 10,52]$ ;
- $\sigma_3 \in [0,35; 9,13]$ .

Видно, что наибольший вклад обеспечивает первая переменная, вклад второй и третьей переменных примерно одинаков.

В работе проведен краткий анализ свойств метода смешанного оценивания параметров линейного регрессионного уравнения в сравнении с традиционными в регрессионном анализе методами: наименьших квадратов и модулей, антиробастного оценивания.

**Список литературы**

1. Данеев, Щ.В. Регрессионная модель динамики валютного курса / Щ.В. Данеев, Ю.О. Данеева // *Путь науки*. – 2015. – № 11. – С. 90–93.
2. Дрейпер, Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит // *Финансы и статистика*. – М. – 1981. – Т. 1. – 366 с.; Т. 2. – 351 с.
3. Лакеев, А.В. Метод наименьших модулей для линейной регрессии: число нулевых ошибок аппроксимации / А.В. Лакеев, С.И. Носков // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. – 2012. – № 2(34). – С. 48–50.
4. Носков, С.И. Множественное оценивание параметров линейного регрессионного уравнения / С.И. Носков, А.В. Баенхаева // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. – 2016. – № 3(51). – С. 133–138.
5. Носков, С.И. Построение регрессионных моделей с использованием аппарата линейно-булевого программирования / С.И. Носков, М.П. Базилевский. – Иркутск, 2018.
6. Носков, С.И. Возможный способ поиска компромиссного решения в задаче линейного программирования с векторной целевой функцией / С.И. Носков, О.В. Быкова, О.Е. Некипелова, Л.Е. Соколова // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 6–3. – С. 502–505.
7. Носков, С.И. Критерий «согласованность поведения» в регрессионном анализе / С.И. Носков // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. – 2013. – № 1(37). – С. 107–110.
8. Носков, С.И. О методе смешанного оценивания параметров линейной регрессии / С.И. Носков // *Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами*. – 2019. – № 1. – С. 14–20.
9. Носков, С.И. Построение эконометрических зависимостей с учетом критерия «согласованность поведения» / С.И. Носков // *Кибернетика и системный анализ*. – 1994. – № 1. – С. 177–181.
10. Носков, С.И. Проблема единственности Парето-оптимального решения в задаче линейного программирования с векторной целевой функцией / С.И. Носков // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. – 2011. – № S–4(32). – С. 283–285.
11. Носков, С.И. Технология моделирования объектов с нестабильным функционированием и неопределенностью в данных / С.И. Носков. – Иркутск : Облформпечать, 1996. – 320 с.
12. Носков, С.И. Точечная характеристика множества Парето в линейной многокритериальной задаче / С.И. Носков // *Современные технологии. Системный анализ. Моделирование*. – 2008. – № 1(17). – С. 99–101.
13. Носков, С.И. Управление системой обеспечения пожарной безопасности на региональном уровне / С.И. Носков, В.П. Удилов. – Иркутск, 2003.
14. Носков, С.И. L-множество в многокритериальной задаче оценивания параметров регрессионных уравнений / С.И. Носков // *Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем*. – 2004. – № 1. – С. 64–69.
15. Перфильева, К.С. Программный комплекс построения линейной регрессии методом смешанного оценивания параметров / К.С. Перфильева // *Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами : электронный научный журнал*, 2019.
16. Тырсин, А.Н. Точное оценивание линейных регрессионных моделей методом наименьших модулей на основе спуска по узловым прямым / А.Н. Тырсин, А.А. Азарян // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика*. – 2018. – Т. 10. – № 2. – С. 47–56.
17. Kreinovich, V. Approximate linear algebra is intractable / V. Kreinovich, A.V. Lakeyev, S.I. Noskov // *Linear Algebra and its Applications*. – 1996. – Т. 232. – № 1–3. – С. 45–54.

**References**

1. Daneev, SHCH.V. Regressionnaya model dinamiki valyutnogo kursa / SHCH.V. Daneev, YU.O. Daneeva // *Put nauki*. – 2015. № 11. – S. 90–93.
2. Drejper, N. Prikladnoj regressionnyj analiz / N. Drejper, G. Smit // *Finansy i statistika*. – М. –

1981. – T.1. – 366 s.; T. 2. – 351 s.

3. Lakeev A.V. Metod naimenshikh modulej dlya linejnoy regressii: chislo nulevykh oshibok approksimatsii / A.V. Lakeev, S.I. Noskov // *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie.* – 2012. – № 2(34). – S. 48–50.

4. Noskov, S.I. Mnozhestvennoe otsenivanie parametrov linejnogo regressionogo uravneniya / S.I. Noskov, A.V. Baenkhaeva // *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie.* – 2016. – № 3(51). – S. 133–138.

5. Noskov, S.I. Postroenie regressionnykh modelej s ispolzovaniem apparata linejno–bulevogo programmirovaniya / S.I. Noskov, M.P. Bazilevskij. – Irkutsk, 2018.

6. Noskov, S.I. Vozmozhnyj sposob poiska kompromissnogo resheniya v zadache linejnogo programmirovaniya s vektornoj tselevoj funktsiej / S.I. Noskov, O.V. Bykova, O.E. Nekipelova, L.E. Sokolova // *Fundamentalnye issledovaniya.* – 2014. – № 6–3. – S. 502–505.

7. Noskov, S.I. Kriterij «soglasovannost povedeniya» v regressionnom analize / S.I. Noskov // *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie.* – 2013. – № 1(37). – S. 107–110.

8. Noskov, S.I. O metode smeshannogo otsenivaniya parametrov linejnoy regressii / S.I. Noskov // *Informatsionnye tekhnologii i matematicheskoe modelirovanie v upravlenii slozhnymi sistemami.* – 2019. – № 1. – S. 14–20.

9. Noskov, S.I. Postroenie ekonometricheskikh zavisimostej s uchetom kriteriya «soglasovannost povedeniya» / S.I. Noskov // *Kibernetika i sistemnyj analiz.* – 1994. – № 1. – S. 177–181.

10. Noskov, S.I. Problema edinstvennosti Pareto–optimalnogo resheniya v zadache linejnogo programmirovaniya s vektornoj tselevoj funktsiej / S.I. Noskov // *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie.* – 2011. – № 5–4(32). – S. 283–285.

11. Noskov, S.I. Tekhnologiya modelirovaniya obektov s nestabilnym funkcionirovaniem i neopredelennostyu v dannykh / S.I. Noskov. – Irkutsk : Oblinformpechat. – 1996. – 320 s.

12. Noskov, S.I. Tochechnaya kharakterizatsiya mnozhestva Pareto v linejnoy mnogokriterialnoj zadache / S.I. Noskov // *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie.* – 2008. – № 1(17). – S. 99–101.

13. Noskov, S.I. Upravlenie sistemoj obespecheniya pozharnoj bezopasnosti na regionalnom urovne / S.I. Noskov, V.P. Udilov. – Irkutsk, 2003.

14. Noskov, S.I. L–mnozhestvo v mnogokriterialnoj zadache otsenivaniya parametrov regressionnykh uravnenij / S.I. Noskov // *Informatsionnye tekhnologii i problemy matematicheskogo modelirovaniya slozhnykh sistem.* – 2004. – № 1. – S. 64–69.

15. Perfilova, K.S. Programmnij kompleks postroeniya linejnoy regressii metodom smeshannogo otsenivaniya parametrov / K.S. Perfilova // *Informatsionnye tekhnologii i matematicheskoe modelirovanie v upravlenii slozhnymi sistemami : elektronnyj nauchnyj zhurnal* – 2019.

16. Tyrsin, A.N. Tochnoe otsenivanie linejnykh regressionnykh modelej metodom naimenshikh modulej na osnove spuska po uzlovym pryamym / A.N. Tyrsin, A.A. Azaryan // *Vestnik YUzhno–Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Matematika. Mekhanika. Fizika.* – 2018. – T. 10. – № 2. – S. 47–56.

© С.И. Носков, К.С. Перфильева, 2020

УДК 656.25

А.В. ОРЛОВ<sup>1</sup>, А.Н. МАЛЫХ<sup>1</sup>, А.А. ПАРХОМЕНКО<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва;

<sup>2</sup>Проектно-конструкторское бюро по инфраструктуре – филиал ОАО «РЖД» (ПКБ И), г. Москва

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

*Ключевые слова:* железнодорожная автоматика; математическое моделирование; техническое обслуживание и ремонт.

*Аннотация.* Математическая модель разработана с целью обоснования периодичности технического обслуживания систем и устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) на участке железной дороги в зависимости от требований к бесперебойности и безопасности перевозочного процесса с учетом неодинакового влияния надежности функционирования различных устройств ЖАТ на процесс перевозок и риски задержки поездов из-за внезапных отказов. Модель основана на гипотезе о полной регенерации технического объекта при техническом обслуживании и реализует аналитический метод расчета. В результате применения разработанной математической модели может быть получена количественная оценка влияния процесса технического обслуживания на показатели функциональной надежности систем ЖАТ.

Техническое обслуживание является одним из важных способов поддержания заданных показателей надежности и безопасности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ). В настоящее время периодичность технического обслуживания (ТО) систем и устройств ЖАТ регламентирована и определяется плановыми графиками технического обслуживания в дистанциях сигнализации, централизации и блокировки, разработанными на основе [1]. Периодичность ТО может различаться в зависимости от класса железнодорожной линии, на которой расположено то или иное устройство ЖАТ, но в целом для однотипных устройств на конкретной станции одинакова. Однако влияние технического состояния различных устройств ЖАТ на процесс перевозок даже в пределах одной станции, как правило, сильно варьируется. Например, к задержкам в движении поездов, как правило, приводят отказы устройств, расположенных на главном ходу, тогда как вне его – существенного влияния на перевозки не оказывают.

В связи с этим актуальной проблемой является разработка математической модели, применение которой позволило бы гибко задавать периодичность технического обслуживания различных устройств ЖАТ в зависимости от влияния их функционирования на процесс перевозок. Тем более, что в рамках цифровой трансформации ОАО «РЖД» имеется целый ряд информационных систем, статистические данные из которых могут быть использованы для непосредственной оценки влияния функционирования различных устройств ЖАТ на перевозочный процесс.

Математическая модель в аналитическом виде устанавливает количественную взаимосвязь между показателем функциональной надежности системы ЖАТ (коэффициентом готовности по отказам 1 и 2 категории системы ЖАТ) и средней периодичностью работ по техническому обслуживанию различных устройств из которых она состоит. Отказы 1 и 2 категории, в отличие от 3 категории, вызывают существенную задержку в движении поездов, поэтому коэффициент готовности по отказам 1 и 2 категории характеризует функциональную надежность системы ЖАТ и статистически связан с рисками задержки поездов.

Коэффициент готовности системы ЖАТ по отказам 1 и 2 категории может быть найден через коэффициенты готовности устройств ЖАТ на главном ходу  $K_{Г12ГЛС}(T_{ТО})$  и вне его  $K_{Г12ГЛС}(T_{ТО})$ :

$$K_{\Gamma_{12}}(T_{TO}) = K_{\Gamma_{12\overline{\Gamma Ls}}} (T_{TO}) \times K_{\Gamma_{12\Gamma Ls}} (T_{TO}). \quad (1)$$

Значения коэффициента готовности по отказам 1 и 2 категории устройств ЖАТ вне главного хода и на главном ходу находят по формуле:

$$K_{\Gamma_{12\overline{\Gamma Ls}}}(T_{TOs}) = \prod_{s=1}^{q_{\overline{\Gamma L}}} k_{\Gamma_{12\overline{\Gamma Ls}}}(T_{TOs}), K_{\Gamma_{12\Gamma Ls}}(T_{TOs}) = \prod_{s=1}^{q_{\Gamma L}} k_{\Gamma_{12\Gamma Ls}}(T_{TOs}), \quad (2)$$

где  $q_{\overline{\Gamma L}}$ ,  $q_{\Gamma L}$  – количество типов устройств вне главного хода и на главном ходу соответственно.

В свою очередь, значение коэффициента готовности по отказам 1 и 2 категории для совокупности устройств ЖАТ типа  $s$  может быть найдено по формуле:

$$k_{\Gamma_{12\Gamma Ls}}(T_{TOs}) = \frac{\tau_s}{\tau_s + t_{\text{оп. уст. } s} + m_s \times T_{\text{рег.}} \times \left( \frac{2}{3} \times \lambda_{12s} \times \tau_s - \frac{2\lambda_{12s}}{3} \times \frac{1 - e^{-3\lambda_{12s}\tau_s}}{3\lambda_{12s}} \right)}, \quad (3)$$

где  $\tau_s$  – средняя периодичность ТО типа  $s$  устройств ЖАТ;  $t_{\text{оп. уст. } s}$  – средневзвешенное оперативное время выполнения работ по ТО устройств типа  $s$ ;  $\lambda_{12s}$  – интенсивность отказов 1 и 2 категории устройств типа  $s$ ;  $T_{\text{рег.}}$  – регламентное время устранения отказов устройств типа  $s$ ;  $m_s$  – количество устройств типа  $s$ .

Средняя периодичность работ по ТО и оперативное время выполнения работ могут быть найдены путем обработки соответствующих величин из технолого-нормировочных карт для каждого типа устройств.

Средняя периодичность работ по ТО  $T_{TOs}$  по  $m$  технолого-нормировочных карт, применяемых для устройства ЖАТ типа  $s$ , а также средневзвешенное по периодичности выполнения работ оперативное время на одно устройство ЖАТ  $t_{\text{оп. уст. } s}$ , выраженное в чел/час есть:

$$T_{TOs} = \frac{\sum_{f=1}^m T_{TOsf}}{m}, \quad t_{\text{оп. уст. } s} = \frac{\sum_{f=1}^m (t_{\text{оп. уст. } s} \times T_{TOsf})}{60 \sum_{f=1}^m T_{TOsf}}. \quad (4)$$

Регламентное время устранения отказов различных типов устройств в формуле (3) известно, так как является утвержденной величиной в каждой дистанции сигнализации, централизации и блокировки.

Интенсивность отказов 1 и 2 категории различных типов устройств находят путем обработки зарегистрированных за интервал наблюдения инцидентов в виде различных отказов, отступлений от норм содержания и предотказных состояний путем пересчета на основе модели Гейнриха.

В случае необходимости определения оптимальной периодичности ТО, максимизирующей коэффициент готовности по отказам 1 и 2 категории, используется выражение вида:

$$\tau_s \times m_s \times T_{\text{рег.}} \times \frac{2}{3} \times \lambda_{12s} \times (1 - e^{-3\lambda_{12s}\tau_s}) - m_s \times T_{\text{рег.}} \times \left( \frac{2}{3} \times \lambda_{12s} \times \tau_s - \frac{2\lambda_{12s}}{3} \times \frac{1 - e^{-3\lambda_{12s}\tau_s}}{3\lambda_{12s}} \right) = t_{\text{оп. уст. } s}. \quad (5)$$

Данное выражение сводится к трансцендентному уравнению. Оптимальная величина перио-

дичности обслуживания  $\tau_{s \text{ опт.}}$  может быть найдена с помощью  $w$ -функции Ламберта, либо итерационным методом.

Подстановка значения периодичности  $\tau_{s \text{ опт.}}$  в выражение (3) позволяет определить, какое может быть при этом достигнуто максимальное значение коэффициента готовности по отказам 1 и 2 категории.

Значение коэффициента готовности по отказам 1 и 2 категории при оптимальной периодичности ТО может быть найдено и по упрощенной формуле, полученной из (3):

$$K_{Г12s}(T_{ТО_s}) = \frac{1}{1 + m_s \times T_{\text{рег.}} \times \frac{2}{3} \times \lambda_{12s} \times (1 - e^{-3\lambda_{12s} \tau_{\text{расч. s}}})}. \quad (6)$$

Следует принимать во внимание, что в представленной математической модели не учитывается качество выполнения работ по ТО, считается, что оно соответствует нормативному, кроме того, считают процесс регенерации технического объекта полным.

Моделирование на основе представленной математической модели позволит решить как минимум следующие практические задачи:

- формировать рекомендованную периодичность технического обслуживания различных групп устройств ЖАТ, выделенных по признакам типа устройства, его расположения и влияния на перевозочный процесс;
- оценивать изменение коэффициента готовности по отказам 1 и 2 категории системы ЖАТ при использовании вместо применяющейся в настоящее время периодичности ТО измененной или расчетной периодичности ТО;
- сравнивать между собой различные технологии ТО, отличающиеся периодичностью работ и их оперативным временем.

### Список литературы

1. Инструкция по технической эксплуатации устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки, утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» № 3168р от 30 декабря 2015 г.

### References

1. Instruktsiya po tekhnicheskoy ekspluatatsii ustrojstv i sistem signalizatsii, tsentralizatsii i blokirovki, utverzhdannaya rasporyazheniem ОАО «RZHD» № 3168r ot 30 dekabrya 2015 g.

---

© А.В. Орлов, А.Н. Малых, А.А. Пархоменко, 2020

УДК 656.25

П.В. САВЧЕНКО, П.А. НЕВАРОВ, Н.А. ТАРАДИН, И.Д. ДАВЫДОВ  
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва

## ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭТАПОВ МОДЕРНИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ НА МЕТРОПОЛИТЕНЕ В УСЛОВИЯХ ТЕХНИЧЕСКИХ РИСКОВ

*Ключевые слова:* автоматика; метрополитен; оценка готовности системы; оценка уровня риска; регулирование движения поездов; функциональный ресурс.

*Аннотация.* Целью работы является анализ основных особенностей производственного планирования этапов модернизации устройств автоматики на метрополитене с помощью комплексной оценки готовности системы автоматики и телемеханики движения поездов к реализации графиков движения поездов. Планирование предложено осуществлять на основе оценки уровня функционального ресурса и уровня риска по надежности функционирования системы автоматики и телемеханики движения поездов метрополитена.

Высокие темпы урбанизации современного общества предъявляют все более и более жесткие требования к развитию транспортной инфраструктуры крупных городов, прежде всего, к эффективности функционирования метрополитена. Ежегодное увеличение суточного пассажиропотока приводит к необходимости сокращения межпоездного интервала, который в часы пик достигает 90 секунд, что, в свою очередь, требует модернизации системы автоматики и телемеханики движения поездов (АТДП) метрополитена и делает технологии управления городскими пассажирскими перевозками чувствительными к воздействию различных внешних факторов.

Качество производственного планирования при модернизации устройств автоматики, в первую очередь, зависит от качественно проведенной экспертизы технической оснащенности линий метрополитена системами интервального регулирования и управления движением на

основе комплексной оценки их готовности к реализации графиков движения поездов с различными межпоездными интервалами [5]. Основные этапы проведения такой оценки, предложенные в [1], представлены на рис. 1.

Основными критериями комплексной оценки эффективности технической оснащенности линий метрополитена системами АТДП являются:

- оценка показателей безопасности системы АТДП;
- оценка готовности системы АТДП к реализации графиков движения поездов;
- оценка стоимости жизненного цикла системы АТДП.

В свою очередь, для оценки готовности системы АТДП к реализации графиков движения поездов с учетом заданных параметров движения необходимо выполнить следующий анализ:

- оценить уровень функционального ресурса системы АТДП;
- оценить уровень риска по надежности функционирования системы АТДП.

Уровень функционального ресурса, оцениваемый в баллах, отражает оснащенность системы регулирования движения поездов линии метрополитена дополнительными системами АТДП, удовлетворяющими предъявленным функциональным требованиям к оснащенности системами АТДП.

Оценка функционального ресурса для систем АТДП, наряду с оценкой их остаточного ресурса, оценкой экономической эффективности и соответствующих рисков, является важным этапом при проведении обследования, связанного с принятием решения о необходимости модернизации или обновления устройств автоматики и телемеханики движения поездов [2].

Функциональный ресурс оценивают на основе совокупности количественных и каче-

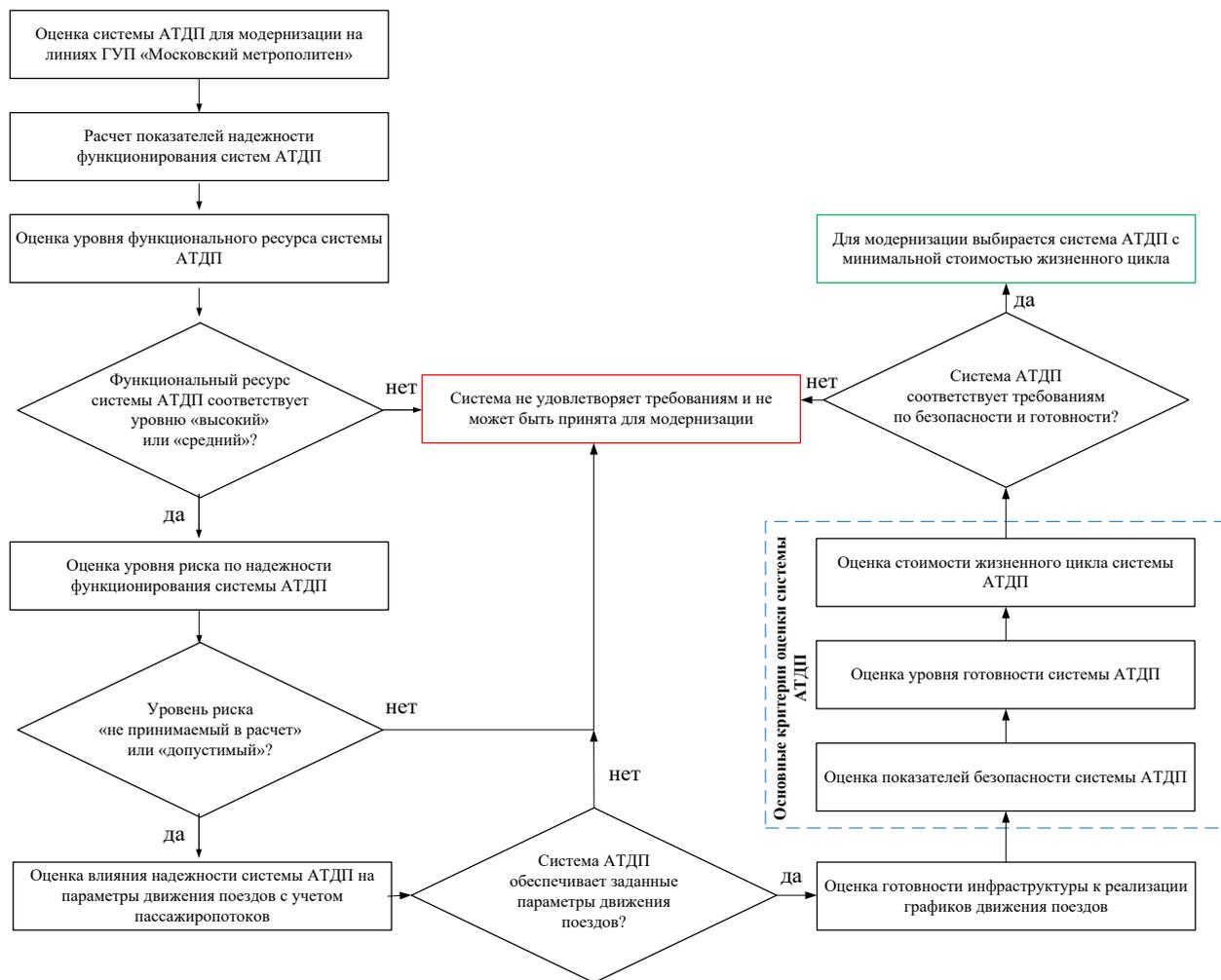


Рис. 1. Схема оценки системы АТДП для модернизации на линиях метрополитена

ственных показателей, учитывающих специфику функциональных требований, предъявляемых к системам АТДП на конкретных станциях или перегонах метрополитена.

Оценка функционального ресурса для находящихся в эксплуатации систем АТДП и новых систем АТДП, предназначенных для модернизации или замены выработавших свой ресурс аналогичных систем, осуществляется на основе различных совокупностей значений количественных показателей. Перечни значений показателей, используемых при оценке функционального ресурса новых и находящихся в эксплуатации систем АТДП, приведены в табл. 1.

Перечень качественных показателей, используемых при оценке функционального ресурса систем АТДП, соответствует функциональным требованиям или дополнительным

(потенциальным) функциональным возможностям систем АТДП. Каждый из качественных показателей, используемых при оценке функционального ресурса систем АТДП, может принимать одно из возможных значений: «ДА» или «НЕТ». «ДА» означает, что соответствующее функциональное требование (возможность) для данной системы АТДП выполняется (имеется), «НЕТ» означает, что соответствующее функциональное требование (возможность) для данной системы АТДП не выполняется или не подтверждается (отсутствует).

Качественные показатели, учитываемые при оценке функционального ресурса систем АТДП, подразделяются на обязательные и дополнительные.

Обязательные качественные показатели формируются на основе функциональных требований к системам АТДП с учетом особенно-

**Таблица 1.** Перечень значений количественных показателей, используемых при оценке функционального ресурса систем АТДП

№ п/п	Значение показателя	Обозначение
1	Проектное значение коэффициента использования провозной способности линии	$k_{пр}$
2	Фактическое значение коэффициента использования провозной способности линии	$k_{ф}$
3	Проектное значение интенсивности отказов системы АТДП (1/ч)	$\lambda_{пр}$
4	Допустимое значение интенсивности отказов системы АТДП в предполагаемых или фактических условиях применения (1/ч)	$\lambda_{д}$
5	Фактическое значение интенсивности опасных отказов (1/ч)	$\lambda_{ф}^0$
6	Допустимое значение интенсивности опасных отказов (1/ч)	$\lambda_{д}^0$

стей каждой линии метрополитена.

Дополнительные качественные показатели оценивают потенциальные функциональные возможности системы АТДП к расширению предъявляемых к ней функциональных требований, технических и технологических возможностей.

Оценка функционального ресурса системы АТДП осуществляется на основе критериев (правил) и получаемых на их основе результирующих показателей.

Интегральный количественный показатель определяется путем перемножения частных показателей:

$$Z = Z_1 \times Z_2 \times \dots \times Z_n. \quad (1)$$

Если хотя бы один из результирующих показателей равен нулю, то и интегральный показатель также равен нулю. В остальных случаях значения показателя  $Z \geq 1$ .

Величина запаса по количественным критериям вычисляется на основе формулы:

$$\Delta Z = \begin{cases} Z \geq 1 \Rightarrow Z - 1; \\ Z = 0 \Rightarrow 0. \end{cases} \quad (2)$$

При оценке качественных показателей отдельно формируют интегральный показатель по основным и дополнительным качественным показателям:

– обязательные качественные показатели:

$$Z_i = \begin{cases} \text{все } z_i \text{ определены} \\ \text{в значении "да"} & \Rightarrow 1; \\ \text{хотя бы один } z_i \text{ определен} \\ \text{в значении "нет"} & \Rightarrow 0; \end{cases} \quad (3)$$

– дополнительные качественные показатели:

$$Z_{д} = \begin{cases} 0,75 \leq \eta \leq 1 & \Rightarrow 3; \\ 0,5 \leq \eta < 0,75 & \Rightarrow 2; \\ 0,25 \leq \eta < 0,5 & \Rightarrow 1; \\ 0 \leq \eta < 0,25 & \Rightarrow 0. \end{cases} \quad (4)$$

Причем

$$\eta = \frac{m_z}{M_z}, \quad (5)$$

где  $m_z$  – количество дополнительных качественных показателей в значении «да» для соответствующей линии метрополитена;  $M_z$  – общее количество дополнительных качественных показателей для соответствующей линии метрополитена.

Интегральный показатель, характеризующий выполнение обязательных функциональных требований для системы автоматики и телемеханики движения поездов, вычисляется по формуле:

Таблица 2. Матрица принятия решения по оценке уровня функционального ресурса

		Показатель $Z_d$			
		$Z_d = 3$	$Z_d = 2$	$Z_d = 1$	$Z_d = 0$
Показатель $R$	$R > 3$	Высокий	Высокий	Высокий	Средний
	$0,22 < R \leq 3$	Высокий	Средний	Средний	Незначительный
	$0 < R \leq 0,22$	Средний	Незначительный	Незначительный	Незначительный
	$R = 0$	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует

$$R = \Delta Z \times Z_i. \quad (6)$$

На основе вычисленных значений интегральных показателей и осуществляется анализ функционального ресурса системы АТДП с использованием матрицы принятия решения, представленной в табл. 2.

Оценка риска производится на этапе эксплуатации системы АТДП.

Оценку рисков можно разделить на две области: риски, связанные с нарушением безотказности функционирования систем АТДП, и риски, связанные с нарушением безопасности функционирования систем АТДП.

Риски, связанные с функционированием систем АТДП, возникают при одновременном выполнении следующих условий:

- наличие отказа системы АТДП;
- использование системы АТДП для реализации функций по управлению и регулированию процесса движения поезда.

Оценивание риска заключается в сравнении уровней риска, полученных в результате анализа

риска, с установленными критериями риска, по которым риск делят на четыре уровня: недопустимый, нежелательный, допустимый, не принимаемый в расчет [3].

На основании проведенной оценки рисков, связанных с функционированием систем АТДП, можно обосновывать и принимать управленческие решения, связанные с управлением ресурсами и рисками в области систем обеспечения движения поездов [4; 6]. Для модернизации принимаются только те системы АТДП, которые имеют уровень риска функционирования «не принимаемый в расчет» или «допустимый».

Таким образом, комплексная оценка готовности системы АТДП к реализации графиков движения поездов с помощью оценки уровня функционального ресурса системы АТДП и уровня риска по надежности функционирования системы автоматики и телемеханики движения поездов позволяет осуществлять научно обоснованное и экономически эффективное планирование модернизации устройств автоматики на метрополитене.

### Список литературы

1. Концепция создания Автоматизированной системы комплексного управления движением поездов ГУП «Московский метрополитен» (утверждена приказом ГУП «Московский метрополитен» от 30.09.2019 № УД-07-1134/19).
2. Горелик, А.В. Оценка функционального ресурса систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А.В. Горелик, А.С. Веселова, И.А. Журавлев, П.А. Неваров, А.В. Орлов, П.В. Савченко, Н.А. Тарадин. – МИИТ. – М., 2015. – 27 с.
3. Горелик, А.В. Общие принципы управления ресурсами и рисками в хозяйстве автоматики и телемеханики / А.В. Горелик, П.А. Неваров, А.В. Орлов, Н.А. Тарадин и др. – МИИТ. – М., 2015. – 17 с.
4. Горелик, А.В. Оценка рисков, связанных с функционированием систем железнодорожной автоматики и телемеханики / А.В. Горелик, П.А. Неваров, А.В. Орлов, Н.А. Тарадин и др. – МИИТ. – М., 2015. – 16 с.
5. Горелик, А.В. Принципы управления качеством функционирования инфраструктуры в хозяйстве автоматики и телемеханики / А.В. Горелик, В.В. Аношкин, А.В. Орлов, Н.А. Тарадин, А.С. Веселова // Железнодорожный транспорт. – 2018. – № 9. – С. 55–61.

6. Горелик, А.В. Статистический метод планирования резерва времени на устранение отказов систем железнодорожной автоматики / А.В. Горелик, Д.Н. Болотский, Н.В. Бугреев, А.В. Орлов // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 3(93). – С. 112–115.

### References

1. Kontseptsiya sozdaniya Avtomatizirovannoj sistemy kompleksnogo upravleniya dvizheniem poezdov GUP «Moskovskij metropoliten» (utverzhdena prikazom GUP «Moskovskij metropoliten» ot 30.09.2019 № UD-07-1134/19).

2. Gorelik, A.V. Otsenka funktsionalnogo resursa sistem zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki / A.V. Gorelik, A.S. Veselova, I.A. ZHuravlev, P.A. Nevarov, A.V. Orlov, P.V. Savchenko, N.A. Taradin. – МИИТ. – М., 2015. – 27 s.

3. Gorelik, A.V. Obshchie printsipy upravleniya resursami i riskami v khozyajstve avtomatiki i telemekhaniki / A.V. Gorelik, P.A. Nevarov, A.V. Orlov, N.A. Taradin i dr. – МИИТ. – М., 2015. – 17 s.

4. Gorelik, A.V. Otsenka riskov, svyazannykh s funktsionirovaniem sistem zheleznodorozhnoj avtomatiki i telemekhaniki / A.V. Gorelik, P.A. Nevarov, A.V. Orlov, N.A. Taradin i dr. – МИИТ. – М., 2015. – 16 s.

5. Gorelik, A.V. Printsipy upravleniya kachestvom funktsionirovaniya infrastruktury v khozyajstve avtomatiki i telemekhaniki / A.V. Gorelik, V.V. Anoshkin, A.V. Orlov, N.A. Taradin, A.S. Veselova // ZHeleznodorozhnyj transport. – 2018. – № 9. – S. 55–61.

6. Gorelik, A.V. Statisticheskij metod planirovaniya rezerva vremeni na ustranenie otkazov sistem zheleznodorozhnoj avtomatiki / A.V. Gorelik, D.N. Bolotskij, N.V. Bugreev, A.V. Orlov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 3(93). – С. 112–115.

---

© П.В. Савченко, П.А. Неваров, Н.А. Тарадин, И.Д. Давыдов, 2020

УДК 339.97:331.44

Ю.С. ЗАТРОВА

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени  
К.А. Тимирязева», г. Москва

## ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ И КРЕАТИВНОЙ ЭКОНОМИКИ

*Ключевые слова:* креативная экономика; цифровая экономика; человеческий капитал.

*Аннотация.* Целью представленного исследования выступает определение сходных и отличительных особенностей человеческого капитала в современных видах экономик.

В задачи входит проанализировать человеческий капитал в цифровой и креативной экономике.

Основной гипотезой данной работы является то, что для каждого конкретного вида экономики необходим человеческий капитал с определенным набором качеств. Методологией исследования является научный поиск, обобщение, анализ, аналитическое представление, систематизация, сравнение. Полученные результаты показали, что необходимо качественно оценивать людей с признаками одаренности и экстраординарными способностями. Человек принесет наибольшую пользу там, где раскроются его врожденные способности и талант.

*Человеческий капитал –  
есть мера  
воплощенной в человеке способности  
приносить доход.*

*Человеческий капитал включает  
врожденные способности и талант,  
а также образование и  
приобретенную квалификацию.*

*С. Фишер*

В современном мире происходит стремительный рост технологий, появляются новые виды деятельности, новые продукты, и ключевую роль в этом развитии играет человек. Именно от него как от специалиста, который занимает ключевое положение на рынке труда, так как от него в конечном итоге зависит инновационное

развитие компаний и уровень конкурентоспособности стран на глобальном рынке [1]. Значение компетенций, востребованных конкретной компанией, постоянно адаптируется к изменчивости среды, трудности прогнозирования событий, усложнению бизнес-процессов и связи между ними [2]. Предметом исследования выступает человеческий капитал как движущая сила развития цифровой и креативной экономик.

Государственная политика развитых стран строится таким образом, чтобы верно и своевременно идентифицировать, качественно оценивать людей с признаками одаренности или экстраординарными способностями и эффективно развивать эти способности для долгосрочного положительного влияния на экономический рост, социальное благополучие и развитие общества.

Термин «человеческий капитал» рассматривали многие ученые, а именно Т. Шульц, который впервые и предложил этот термин, Г. Беккер, М. Боуман, Б. Вейсбор и другие ученые. В отличие от классиков мы рассматриваем человеческий капитал с новой точки зрения. Есть компетенции, навыки, которым можно научить, а есть определенные врожденные способности. Что и в каком сегменте необходимо реализовать мы рассмотрим далее.

Основной проблемой является то, что многие ученые и преподаватели задаются вопросом: каких специалистов готовить, где и как им применять знания; особенно это касается целого ряда профессий, так как одни исчезают, и не всегда, и не с такими темпами появляются новые. Примером выступает банковская сфера – теперь банкирам не нужны финансисты, им необходимы ИТ-специалисты и то в значительно меньшем количестве, чем когда требовались финансисты. Р. Раззук, В. Шут утверждают, что растет спрос на дизайн-мышление, характеризующееся системным взглядом на проблему и поиск ее решения, умение находить различные

Таблица 1. Виды экономик

	Инновационная	Креативная	Цифровая	Индустрия 4.0
Страна происхождения	США	США	США	Германия
Основоположники	Й. Шумпетер, Э. Тоффлер	Э. Торренс, Дж. Ги	Н. Негропонте	Клаус Шваб
Базируется на	футурологии	когнитивных свойствах мозга человека	информатике	промышленной инженерии
Лидирующие страны	Южная Корея, Швеция, Сингапур	Австралия, США, Новая Зеландия	Норвегия, Швеция и Швейцария	Германия, Норвегия, Франция

подходы к одной задаче, способность визуализироваться и объяснять свои идеи, вступать в эффективную коммуникацию и взаимодействие со специалистами из разных предметных областей [3].

Необходимо понимать, что такое цифровая экономика, а что такое креативная экономика или какая-либо еще другая. Именно для того, чтобы наглядно это представить, была составлена таблица, в которой представлены и другие виды экономик, а именно – индустрия 4.0 и инновационная экономика, благодаря наглядности их проще отличить друг от друга. Для этого обратим внимание на табл. 1.

Нельзя не отметить, рассматривая человеческий капитал, что в мире на сегодняшний день появляется много нового во всех сферах. Новые науки, новые методы, новые взгляды и подходы. Рассмотрим нашу тему с позиции нейронауки. Эта более углубленная наука, зародившаяся в психологии, а в дальнейшем в психофизиологии выделили нейронауку. Быть может это параллельные науки, быть может и подразделы одной науки. Ученые ведут горячие споры по этому поводу. Отсюда следует, что творческий процесс – это состояние творящего человека, то есть его внимание нацелено на физическое и ментальное. Творческий процесс является основой для креативной экономики. Именно по этой причине мы будем рассматривать его на протяжении всей нашей работы.

Для поддержания нормальной и правильной работы головного мозга необходимо такое явление, как творчество, оно является в данном случае необходимым средством. Советский и российский нейрофизиолог, крупный исследователь мозга Н.П. Бехтерева считает: «Мозг освобождает себя от решения простых задач,

позволяя решать их машинально, но нуждается в творческой деятельности, чтобы иметь полноценное развитие и функционирование. Эта потребность мозга должна быть удовлетворена для сохранения его работоспособности». В нашей работе мы рассматриваем творчество как неотъемлемый элемент человеческого капитала в креативной экономике.

Креативное мышление человека преобразовывает мир. На протяжении веков в мире появляются изобретения и произведения искусства, которые меняют нашу жизнь. Творчество – это весьма удивительное явление. Мы также можем назвать это устойчивой системой, посредством которой идет взаимное воздействие между творцом и социумом. М. Чиксентмихайн считает, что постановка вопроса заключается не в том, что такое креативность в экономике или в искусстве, а в том, при каких условиях может появиться вспышка творчества. Мультикультурная бизнес-атмосфера, где происходит симбиоз разных идей и ценностей, является наилучшей средой для увеличения творческой инициативы. На этом уровне рождается неординарное оригинальное мышление. Самое важное здесь для нас как экономистов, что наблюдается экономическое процветание, происходит качественное развитие образовательных и экспертных сегментов. Ряд ученых считает, что творческому потенциалу необходима востребованность и оценка, то есть признание общественностью. Для этого требуются определенные социально-экономические условия [4].

Люди будут всегда играть первостепенную роль, поэтому значение человеческого капитала в мире очень велико. Машины будут выполнять рутинную работу, не требующую больших интеллектуальных затрат, что предоставит людям

возможность заниматься более творческими вещами в креативной экономике [5]. Есть также мнение специалиста по технической политике К. Ахметова, который считает, что «если раньше акцент делался на технологическое совершенство, то сегодня на первый план выходят новые отношения между человеком и машинами» [6].

Рассуждая о креативности стоит обратить пристальное внимание на фантазию. Фантазия нужна в любом виде деятельности творческого направления. Есть мнение, что фантазия нужна только поэту, но это не так. Возьмем для примера математику, для открытия дифференциального и интегрального уравнения обязательно необходима фантазия. В.И. Ленин писал: «Фантазия – есть качество величайшей ценности» [7].

Творчество – бессознательно, выведение – сознательно – вот вывод, следующий из рассуждений Пуанкаре. Воображение, согласно Л. Де Бройлю, играет фундаментальную роль в прогрессивном развитии науки. Сопоставляя его знание с формально логическим выводением, он делает вывод, что наука осуществляет свои наиболее значительные достижения лишь путем внезапных скачков ума, то есть тогда, когда проявляются способности (воображение, интуиция), освобожденные от тяжелых оков строгого рассуждения. Из этого не следует, что строгость дедуктивного рассуждения не имеет никакой ценности. Она позволяет после установления новых результатов вывести из них следствия и сопоставить с фактами. И здесь мы относим это и к креативной, и к цифровой экономикам.

Творчество обычно определяют как деятельность, порождающую нечто новое. Эта создающая, продуктивная деятельность – есть определение творчества вообще. Без этого не было бы креативной экономики.

Обратим внимание на категориальный синтез – это тот конкретный механизм творческого мышления, с помощью которого чувственные данные превращаются в знание. Элементами его являются чувственные данные и категории мышления. Этот синтез можно проанализировать как процесс.

Мышление имеет историю. Как только возникло мышление, оно всегда одновременно выполняло обе основные функции – как формально-логистического выведения, так и творческую, связанную с использованием категорий. К тому же и формально-логистическое выведение невозможно без категорий. Мышление – категориально, и оно всегда было таким. Категориаль-

ное мышление свойственно больше цифровой экономике.

В креативной экономике очень трудно опробовать результат своих задумок, гораздо сложнее, чем в цифровой экономике. И чем опытнее, тем лучше человек реализует себя в цифровой экономике. Английский физик Д. Томсон напутствовал: «Приступая к работе, не надо ждать слишком многого, ведь на каждый успех приходится столько неудач, или почти неудач, когда в награду за труд получают лишь заурядные факты. Хотя удачи и редки, но если в течении всей трудовой жизни упорно бороться за многообещающие вопросы, то нужно быть действительно несчастливцем, чтобы не напасть по крайней мере на одно стоящее открытие. К сожалению, слишком многие довольствуются работой в рудниках. Где руда становится все беднее. Конечно, можно случайно натолкнуться на новый пласт, щедро вознаграждающий усилия, но вероятность этого мала, и чаще такие вещи происходят с новичками, сохранившими свежесть подхода» [8].

Мы рассматриваем человеческий капитал более точно на личностных характеристиках. «Самые решающие успехи науки в будущем, так же как они были и в прошлом, – говорит Луи де Бройль, – будут результатом индивидуальных усилий, потому что гениальное прозрение, даже в своей наиболее скромной форме, всегда, по существу, индивидуально» [9].

Умение сосредоточиться на изучаемом предмете, постоянно думать о нем, синтезировать знания, создавая высокое напряжение мысли, способность не бояться смотреть вперед, при условии расхождения с мнением многих, верить в себя – характерные качества творческой личности. Это относится исключительно к креативной экономике [10].

Проблематику значений человеческого капитала в любом виде экономики важно рассматривать в русле двух психологических направлений: в психологии когнитивных процессов (как «единица» знания) и в психологии личности (как «единица смысла»). Эти направления развиваются параллельно и независимо друг от друга, вследствие чего возникают трудности в формировании целостного представления об изучаемом предмете.

Для специалистов, работающих в цифровой индустрии, важное значение играет роль кратковременной или оперативной памяти (КП). Высокий уровень КП обеспечивает более быстрое

выполнение операций и большую степень их взаимосвязанности и взаимопереходов между ними.

Таким образом, индивидуальные особенности КП, фиксируемые при решении испытуемыми относительно частных мнемических задач (запоминания и воспроизведения в прямом и обратном порядке непосредственно или после паузы), довольно ярко и в некоторой степени неожиданно проявляются при выполнении более сложного мнемического интеллектуального действия, в значительной мере определяя его процессуальные и результативные характеристики. Учет этих мнемических компонентов оперативного мышления необходим при разработке стратегии его оптимизации, в частности, при профотборе операторов и обучении их индивидуальным стратегиям деятельности.

На фоне цифровой трансформации бизнеса изменяются требования к умениям сотрудников, и это влечет непрерывное повышение их квалификации. По данным недавнего опроса специалистов по обучению и развитию персонала, 80 % компаний считают приоритетной эту задачу [11].

Значительную роль в становлении и развитии профессионального таланта играет потребность человека в самоактуализации, то есть реализации своих возможностей наиболее полно.

Профессионально талантливый человек – это специалист, обладающий выдающимися способностями, выполняющий работу, достигая высоких результатов и получающий высокую оценку экспертов и в креативной, и в цифровой экономике.

Эффективность решения ряда практических задач во многом будет зависеть от учета психофизиологических особенностей и закономерностей деятельности человека. Потенциал зачастую недооценивают или не используют в полной мере.

Для человеческого капитала в креативной экономике некоторые отличительные особенности будут просматриваться в творческой личности, находящейся в проблемных, нетипичных ситуациях. Какие черты творческой личности проявляются прежде всего в таких ситуациях? Это умение управлять своим психофизиологическим состоянием; в условиях стресса, дефицита средств мобилизовать на эмоционально-волевом уровне свои возможности на конструктивную деятельность, а отсюда – способность преодолевать умственные границы, используя жизнен-

ный опыт, знания, отбрасывать второстепенное, старые теории, перестраивать стереотипы. Продуктом творческого мышления является не просто содержательное решение проблемной ситуации, но и внутренняя перестройка, изменения в личной сфере, познавательной деятельности.

Творческая личность, созидатель, человек, живущий напряженной духовной жизнью, сумеет направить свой энергетический потенциал на творческий процесс, необыкновенно концентрируя внимание, используя свой опыт, единство абстрактно-логического и интуитивного в процессе познания или освоения данной ситуации [12].

Присутствует и мода в расцвете той или иной экономики. Сегодня цифровая экономика является модным явлением и для изучения, и для использования, и для развития человеческого капитала. «Развитие моды, – как верно отмечает А. Гофман, – носит циклический характер; сменяющие друг друга модные стандарты проходят стадии становления, массового распространения и упадка, выражающегося в уменьшении численности их приверженцев» [13].

Некоторые ученые рассматривают человеческий капитал в цифровой экономике, как совокупность двух индикаторов: «Базовые навыки и их использование» и «Передовые навыки и их развитие». Первый отражает информацию об использовании интернета и уровне развития цифровых навыков пользователей. Второй свидетельствует об уровне занятости ИТ-специалистов и количестве выпускников научно-технических специальностей.

По данным Европейской комиссии за 2016 г., Финляндия, Великобритания и Швеция являлись лидерами по обоим индикаторам, в то время как Румыния, Болгария, Греция и Кипр демонстрировали наибольшее отставание по использованию и развитию человеческого капитала.

В Европейском союзе наблюдается стабильный рост численности населения, пользующегося интернетом на постоянной основе. В 2016 г. 79 % европейцев пользовались интернетом ежедневно, а 71 % – ежедневно. Среди самых активных стран-пользователей – вся Северная Европа, Люксембург, Нидерланды и Великобритания, где интернетом пользуются свыше 90 % населения. Наименее активные пользователи – в Румынии и Болгарии (56 % и 58 % населения соответственно).

В том же году 56 % населения ЕС имели базовые цифровые навыки, в то время как 44 % –

Таблица 2. Статистика интернет-пользователей [15]

Регион	Население, млн человек	Доля населения мира, %	Число интернет-пользователей, млн человек	Доля интернет-пользователей в населении региона, %	Рост за 2000–2017 гг., %
Австралия и Океания	40,48	0,5	28,18	69,6	268,8
Азия	4 148,18	55,2	1 938,08	46,7	1 595,5
Африка	1 246,50	16,6	388,38	31,2	8 503,1
Европа	822,71	10,9	659,63	80,2	527,6
Ближний Восток	250,32	3,3	146,97	58,7	4 374,3
Латинская Америка	647,60	8,6	404,27	62,4	2 137,4
Северная Америка	363,22	4,8	320,06	88,1	196,1
Мир в целом	7 519,1697	100	3 885,57	51,7	976,4

недостаточный уровень их развития. При этом 19 % не имели таких навыков вовсе, так как никогда не пользовались интернетом либо пользовались крайне редко.

Среди основных причин такой картины выделяют отсутствие интереса, недостаточные навыки, а также высокую стоимость оборудования. Можно также отметить существенные различия в географической структуре пользователей – всего 3 % населения Люксембурга имеют недостаточный уровень цифровой грамотности, в то время как в Болгарии и Румынии этот показатель составляет 41 %. Статистика интернет-пользователей показана в табл. 2.

В 2014 г. количество выпускников научно-технических специальностей в Европейском союзе составило 19 на 1000 человек. За последнее десятилетие занятость ИТ-специалистов выросла более чем на 2 млн чел. и составила в 2015 г. 7,7 млн человек. Доля занятости в секторе информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в общем объеме занятости в ЕС в 2015 г. составила 3,6 %.

Среди стран с наибольшей долей ИТ-специалистов в общем объеме занятости выделяют Финляндию (6,5 %), Швецию (6,1 %), Нидерланды и Великобританию (по 5 %). Несмотря на позитивную динамику последних лет, разрыв между спросом и предложением ИТ-специалистов в ЕС, как ожидается, возрастет с 373 тыс. в 2015 г. до 500 тыс. к 2020 г. То есть некоторые ученые считают, что потенциал за-

нятости ИТ-специалистов остается недоиспользуемым [14].

Вернемся к сходствам. Самое значимое в развитии человеческого капитала, его основных навыках – это способ ощущения счастья, получаемого в «цифровом или творческом потоке». Творчество, как и игра на цифровом носителе, поглощает человека целиком, в ходе чего личность забывает свое физиологическое состояние и преодолевает обыденное ментальное состояние, связанное с чем-либо. Творец забывает о дне недели, времени суток, своей социальной роли в обществе и так далее. Состояние «в потоке» характеризуется свободой, радостью, чувством полного удовлетворения и мастерства. Попадая в творческий поток, человек как бы растворяется в самом процессе, будь то творчество или пользование интернетом (или ИКТ), однако для создания шедевров или изобретений должен быть достигнут определенный уровень необходимых знаний, умений и соответствующая по заинтересованности цель. Данная сфера деятельности должна быть обожаема без всяких условий. Приведем здесь высказывания Канта: «Совершай моральный поступок ради самого поступка, а не выгоды или привилегий для себя. Заниматься стоит тем, что любишь, ради самого дела».

Окружающий нас мир – это знания. Человеку нужно воображение, человек не только доволен и удовлетворен тем, что он ест, пьет и одевает. Но он (человек) хочет большего. Эконо-

мика будущего – это экономика, основанная на знаниях. Фундаментальная наука дает нам эти знания, а окружающий нас мир – это следствие фундаментальной науки и те прикладные вещи, которые истекают из фундаментальной науки.

Рассмотрим спор Фуко с Хомским о влиянии социальной и культурной сферы и возможности личности творить и создавать новый продукт или явление. Фуко полагает, что определенная личность постоянно попадает в некоторые рамки понимания этого вопроса, существующие в некотором историческом разрезе. Творец думает и мыслит в границах этих рамок. Социокультурная среда, а также определенная эпоха и время в историческом контексте очерчивают границы мышления творящего посредством навязывания моды в обществе, науке, искусстве или обыденной жизни. Поэтому он и создает что-то новое в пределах этих рамок. Другой ученый, а именно Хомский, уверен, что у человека есть некоторые определенные когнитивные способности врожденного характера. Благодаря тому, что эти способности даны от природы, человек смог понять язык со всей его грамматикой в достаточно раннем возрасте и смог производить разговор посредством речи. Предположения Хомского гласят, что из имеющихся способностей – блоков, данных природой – личность имеет право творить все что угодно, и человек имеет ограничения посредством наличия этих блоков, которые природа дает всем людям без исключения.

Если вернуться к первому индикатору человеческого капитала в цифровой экономике, а именно к базовым навыкам и их использованию, то отметим тот факт, что на *hh.ru* нашлось 3 841 505 профайла, где упоминались навыки владения компьютером. Авторы статьи отмечают, что персональные компьютеры стали доступны более 20 лет назад. А привычка указывать этот пункт в резюме и вакансиях сохранилась до сих пор.

Цифровизация экономики и общества представляется наиболее динамичным процессом, приносящим существенные изменения в хозяйственную систему, процессом, который открывает новые возможности и перспективы развития. С другой стороны, в приведенном выше абзаце пример говорит нам о том, что технологии бегут гораздо быстрее, чем человеческие навыки. Происходит догоняющий процесс. Цифровые технологии создают новые возможности для функционирования бизнес-моделей и одновременно несут с собой неуверенность и даже

угрозы, связанные с социальными последствиями автоматизации производственных процессов и широко понимаемой безопасностью.

Цифровизация – это процесс постоянной конвергенции реального и внутреннего миров, который становится главным фактором инновационного развития национальных экономик, поэтому приспособление институциональной среды каждого государства к вызовам очередной технологической революции представляется однозначно необходимым предприятием.

Уровень человеческого капитала является фундаментальной основой роста производительности труда и ВВП, однако традиции и обычаи, позволяющие учитывать в экономическом поведении индивидуализм или оппортунизм, также имеют огромное значение. Суть данной позиции сводится к тому, что национально-культурный процесс восприятия и оценки информации индивидом создает определенное экономическое развитие той или иной нации и страны.

Говоря о той или иной стране стоит перейти к конкурентоспособности. Касаясь такой темы как человеческий капитал, нельзя обойти данный вопрос, так как он наглядно иллюстрирует картину происходящего. Уровень развития научно-технической сферы обуславливает позиции стран в глобальной конкурентоспособности и инновационном развитии. Это показано в табл. 3. Разрыв в уровне инновационного развития между регионами мира сохраняется – лидерами являются страны Северной Америки, Европы, Юго-Восточной и Восточной Азии. За ними с большим отрывом идут страны Северной Африки и Ближнего Востока, Центральной Азии, Латинской Америки, и, наконец, страны Африки южнее Сахары. Однако в ближайшие десятилетия можно ожидать появления новых игроков на глобальном рынке знаний (которые являются неотъемлемым компонентом для человеческого капитала как креативной, так и цифровой экономики) – усилятся позиции Индии, а также новых азиатских «тигров», таких как Индонезия, Филиппины, Вьетнам.

К какому бы виду экономики не относился человеческий капитал в любой стране он должен базироваться на нравственной основе. В.И. Вернадский полагал: «богатство страны или народа может быть разложено на две хотя и связанные, но во многом независимые друг от друга части: силы природы той территории, которая находится в распоряжении страны и силы народа, который эту территорию занима-

**Таблица 3.** Место отдельных стран в индексе глобальной конкурентоспособности (ИГК) 2017–2018 гг. (место в рейтинге по отдельным показателям) [16]

Страны	Место в ИГК	Высшее образование	Инновации	Качество научных институтов	Интернет-пользователи
Швейцария	1	5	1	1	15
США	2	3	2	5	39
Германия	5	15	5	11	14
Великобритания	8	20	12	2	6
Япония	9	23	8	14	9
Франция	22	22	17	7	22
Китай	27	47	28	36	80
Индонезия	36	64	31	40	109
Россия	38	32	49	41	38
Индия	40	75	29	35	100
Вьетнам	55	84	71	90	87
Бразилия	80	79	85	77	67

ет». Нравственность, которая употребляется как синоним термина «мораль», – это духовное проявление человека, его духовная сфера, а материализм – экономическая. Однако вопрос о роли нравственных ориентиров в экономическом поведении человека остается открытым.

В нашем понимании нравственность в характеристике человеческого капитала – это целевые установки любой деятельности человека и общества, проявляющиеся в делении нравственных качеств на позитивные и негативные, что отражается в намерениях, словах, реальных делах и предпринимательских проектах.

Мы уже доказывали выше, что человеческий капитал для цифровой или креативной экономики основывается на личности. В науке есть понятие «специфицированное индивидуальное знание», в рамках которого действия индивида не увязываются совершенно точно с максимизацией полезности «по четко определенному плану и заданному экзогенному множеству вариантов выбора». А.А. Черновалов с соавторами в своей работе «Цифровое будущее или экономика счастья?» пишут, что специфицируемое индивидуальное знание есть набор норм и правил, сосредоточенных в некотором обществе, устанавливающих основополагающие функции в полезной деятельности человека, генетически присущий данной популяции и имеющий возможности к совершенствованию и развитию

себя.

Человеческий капитал, представляющий собой нечто более детальное и точечное, состоящий из специфицированного индивидуального знания включает в себя не только институциональные знания, но и традиции национального индивида, рутину, творчество и темперамент, духовность и нравственность, имеющие отношения как к индивиду, так и к организации, нации, хозяйственному порядку и институциональной среде, показан в табл. 4.

Доктор Г.Р. Хаммер определяет человеческий капитал как некоторые человеческие возможности, формирующиеся в процессе производства и поэтому представляющие собой производственные возможности. Набор, состоящий из человеческих способностей и возможностей является или врожденным, или приобретенным: каждый человек рождается с определенным набором специфических генов, определяющих его врожденные способности. Черты приобретенного качества популяции, которые имеют стоимость и могут быть увеличены при помощи соответствующего инвестирования, будем принимать за человеческий капитал в том или ином виде экономики, в зависимости от тех характеристик, которые необходимы.

Выводы из данной работы показывают, что креативная экономика основана на творчестве,

Таблица 4. Структура человеческого капитала

Человеческий капитал	
Институциональные знания	Действующие правила и нормы
Традиции национального индивида	Культурно-национальные знания
Рутин	Знания о трудовых приемах
Творчество и темперамент	Интеллектуальное знание
Духовность и нравственность	Социальные и религиозные знания

это ее основной стержень, без этого нет креативной экономики. Человеческий капитал в ней определенно отличается от других своими уникальными способностями, которые даются человеку от рождения. Их можно развивать, для их реализации необходимы определенные условия, но это не является обязательным, а только увеличивает шансы получения наиболее эффективной экономической отдачи.

Что же касается цифровой экономики, то человеческий капитал должен в большинстве случаев обладать необходимой компетенцией для пользователей. А пользователями являются практически все специальности. Это необходимое условие функционирования экономических процессов в современной мировой экономике. Этому можно научить, это можно развивать и

каждый может выступать как одно из слагаемых человеческого капитала в цифровой экономике.

Объединяющими условиями человеческого капитала для цифровой, креативной и любой другой экономики являются качественные знания, здоровье и морально-нравственные качества личности, это залог получения максимальных экономических показателей и гармоничного развития общества.

Дальнейшие работы в этом направлении будут направлены на поиск и предложение наиболее эффективного государственного регулирования креативной экономики, человеческого капитала, так как на сегодняшний день этим вопросам уделено недостаточно внимания в отличие от цифровой экономики.

### Список литературы

1. Burmann, M. Highly Skilled Labour Migration in Europe / M. Burmann, M.H. Perez, V. Hoffmann, C. Rhode, S. Schworm // info DICE Report. – 2018. – Vol. 16. – № 1. – P. 42–52.
2. Horney, N. Leadership agility: A business imperative for a VUCA world / N. Horney, B. Pasmore, T. O'Shea // People & Strategy. – 2010. – Vol. 33. – № 4. – P. 33–38.
3. Razzouk, R. What is design thinking and why is it important? / R. Razzouk, V. Shute // Review of Educational Research. – 2012. – Vol. 82. – № 3. – P. 330–348.
4. Славенская, Н.М. Мозг, мышление и общество / Н.М. Славенская. – СПб. : – РИКОН, 2012. – Ч. II.
5. Ореховая, Н.А. Человеческий капитал – главная ценность цифровой экономики: окна возможностей и риски развития / под. Ред Н.А. Ореховой, Л.Б Омаровой, С.В. Назаренко. – Казань : Отечество, 2018.
6. Akhmetov, K. Vzaimodeystvie cheloveka i komp'yutera: tendentsii, issledovaniya, budushchee [Human–Computer Interaction: Trends, Research, Future]. Foresight–Russia. – 2013. – Vol. 7. – № 2. – P. 58–68.
7. Ленин, В.И. Полное собрание сочинений / В.И. Ленин. – Т. 45. – С. 124–125.
8. Томсон, Д. Дух науки / Д. Томсон. – М., 1970. – С. 128–129.
9. Де Бройль Луи. По тропам науки / Де Бройль Луи. – М., 1962. – С. 307.
10. Вахтомин, Н.К. Практика – мышление– знание. К проблеме творческого мышления / Н.К. Вахтомин. – М. : НАУКА, 1978.
11. Thomson, L. 2017 workplace learning report / L. Thomson, L. Lu, D. Pate, B. Andreatta, A. Schnidman, T. Dewett. – 2017 [Electronic resource]. – Access mode : <http://ilpworldwide.org/wp->

content/uploads/2017/03/LLS-2017-Workplace-Learning-Report.pdf.

12. Кубинева, Л.А. Практическое мышление творческой деятельности / Л.А. Кубинева // Материалы межвузовской научно-практической конференции по проблеме «Мышление в производственной деятельности: когнитивная и регулятивная функции, продуктивные и репродуктивные компоненты». – Ярославль : издательство Ярославского государственного университета, 1992.

13. Гофман, А.Б. Мода : словарь / А.Б. Гофман // Культурология. XX век. – СПб., 1997. – С. 290.

14. Столбов, М.И. Основы цифровой экономики : учеб. пособие / коллектив авторов; под. ред. М.И. Столбова, Е.А. Бренделева. – М. : Научная библиотека, 2018.

15. Internet World Stats [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.internetworldstats.com/euro/ru.htm>.

16. The Global Competitiveness Report 2017–2018.

### References

4. Slavenskaya, N.M. Mozg, myshlenie i obshchestvo / N.M. Slavenskaya. – SPb. : – RIKON, 2012. – СН. II.

5. Orekhovaya, N.A. СHелovecheskij kapital – glavnaya tsennost tsifrovoj ekonomiki: okna vozmozhnostej i riski razvitiya / pod. Red N.A. Orekhovoj, L.B Omarovoj, S.V. Nazarenko. – Kazan : Otechestvo, 2018.

7. Lenin, V.I. Polnoe sobranie sochinenij / V.I. Lenin. – Т. 45. – С. 124–125.

8. Tomson, D. Dukh nauki / D. Tomson. – М., 1970. – С. 128–129.

9. De Brojl Lui. Po tropam nauki / De Brojl Lui. – М., 1962. – С. 307.

10. Vakhtomin, N.K. Praktika – myshlenie– znanie. K probleme tvorcheskogo myshleniya / N.K. Vakhtomin. – М. : НАУКА, 1978.

12. Kubineva, L.A. Prakticheskoe myshlenie tvorcheskoj deyatel'nosti / L.A. Kubineva // Materialy mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoi konferentsii po probleme «Myshlenie v proizvodstvennoj deyatel'nosti: kognitivnaya i reguljativnaya funktsii, produktivnye i reproduktivnye komponenty». – YAroslavl : izdatel'stvo YAroslavskogo gosudarstvennogo universiteta, 1992.

13. Gofman, A.B. Moda : slovar / A.B. Gofman // Kulturologiya. KHKH vek. – SPb., 1997. – С. 290.

14. Stolbov, M.I. Osnovy tsifrovoj ekonomiki : ucheb. posobie / kollektiv avtorov; pod. red. M.I. Stolbova, E.A. Brendelevoj. – М. : Nauchnaya biblioteka, 2018.

---

© Ю.С. Затрова, 2020

УДК 006.83+658.652

Г.И. КОРШУНОВ<sup>1, 2</sup>, В.В. СОКОЛОВ<sup>1</sup><sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург;<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ СКВОЗНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

*Ключевые слова:* жизненный цикл; контроль качества; цифровизация.

*Аннотация.* Предложен подход к цифровизации сквозного контроля качества процессов жизненного цикла. Получены модели связи поэтапных количественных оценок на основе технических требований, технических характеристик средств проектирования, технологических показателей и характеристик производственного и испытательного оборудования. В зависимости от их значений определена степень деградации изделия от заданных показателей до реализации. Модели и методика ориентированы на применение программных средств и цифровизацию оценок качества, это достижимо для рассмотренной аддитивной технологии разработки и производства металлоизделий, где программные средства используются на всех этапах. Полученные в результате оценки являются основанием для корректировки технологий и состава оборудования.

### Введение

Реализация процессов разработки и производства с применением программных средств создает условия для минимизации человеческого фактора и удобства предоставления и анализа данных на каждом этапе жизненного цикла изделия.

Для этапа разработки изделия применяются средства систем автоматизированного производства работ (САПР), в том числе САД-система и программа управления информацией об изделиях и проектах (PDM).

Для этапа разработки и мониторинга техно-

логического процесса производства необходимо внедрить систему автоматизированного проектирования технологических процессов (САПП), программу-слайсер (STL) и систему ведения электронного архива технической документации (TDM). В статье предложено установить взаимосвязь оценок качества процессов жизненного цикла на примере разработки и аддитивного производства металлических изделий.

После выбора программных пакетов процесс сквозного контроля качества создания изделия аддитивным методом будет выглядеть следующим образом (рис. 1).

### Модель процесса

Качество процесса создания изделия аддитивным методом напрямую влияет на качество конечного изделия и зависит от показателей качества каждого из его этапов и коэффициента деградации изделия в процессе его реализации. Математическая модель сквозной оценки качества будет иметь следующий вид:

$$Q_{\text{изд}} = Q_{\text{ЖЦП}} = \langle Q_{\text{КД}}; Q_{\text{Тех}}; Q_{\text{ТП}}; Q_{\text{ПП}}; \varphi \rangle \Rightarrow 1, \quad (1)$$

где  $Q_{\text{изд}}$  – это качественная характеристика изделия;  $Q_{\text{ЖЦП}}$  – это качественная характеристика процесса создания изделия;  $Q_{\text{Тех}}$  – качественная характеристика выбранной технологии производства;  $Q_{\text{ТП}}$  – качественная характеристика технологичности процесса;  $Q_{\text{ПП}}$  – качественная характеристика процесса производства;  $\varphi$  – коэффициент деградации изделия;

Комплексный показатель качества данного процесса может быть предварительно оценен по следующей формуле:

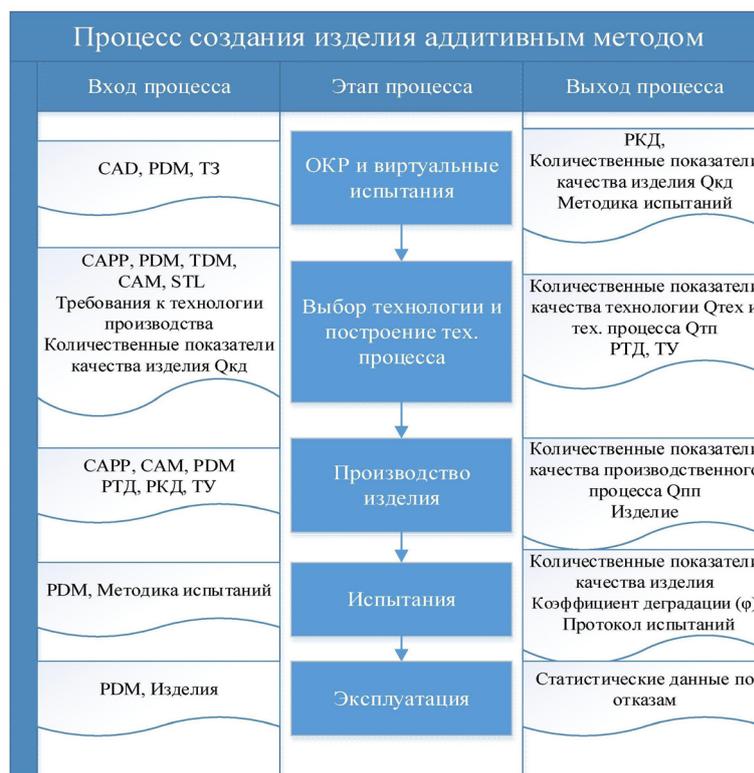


Рис. 1. Процесс сквозного контроля качества создания изделия аддитивным методом

$$Q_{жщп} = \frac{Q_{кд} + Q_{тп} + Q_{пп} + \phi}{4} \quad (2)$$

Оценка качества процесса проектирования изделия производится на этапе «ОКР и виртуальные испытания» после анализа модели. Заключается она в оценке степени достижения требований заказчика, указанных в техническом задании (ТЗ). В частности, для оценки достижения требования заказчика по виброустойчивости в CAD-системе задается частота и амплитуда колебаний и запускается процесс расчета. После проведения испытаний в виртуальной среде CAD-система определяет показатели частоты и амплитуды, при которых изделие отказывает. После этого производится расчет достижения показателя виброустойчивости по формуле:

$$K_i = 1 - \frac{T_{туi}}{T_{oi}}; \quad (3)$$

$$\begin{cases} T_{oi} \geq T_{туi} \Rightarrow K_i = Q_{изд.} \\ T_{oi} < T_{туi} \Rightarrow K_i \neq Q_{изд.} \end{cases},$$

где  $K_i$  – качественный показатель требования;

$T_{туi}$  – верхний предел показателя установленного ТУ;  $T_{oi}$  – максимальное значение показателя, при котором изделие отказывает.

Благодаря приведенному показателю возможно определить на сколько спроектированное изделие превысило требования заказчика. Качество процесса проектирования здесь определяется как среднее арифметическое всех требований и вычисляется по формуле (2):

$$Q_{кд} = \frac{1}{n} \sum K_i \quad (4)$$

Оценка качества проектирования технологического процесса (5) происходит на этапе «Выбор технологии и построение технологического процесса». Качество проектирования технологического процесса непосредственно зависит от соблюдения всех требований к производству изделия, определенных конструкторской документацией и техническими условиями выбранной аддитивной технологии. Степень достижения требований рассчитывается по формулам:

$$Q_{тп} = \frac{K_{кд} + Q_{тех}}{n}; \quad (5)$$

$$K_{\text{КД}} = \frac{\sum K_i}{n}, \quad (6)$$

где  $Q_{\text{ТП}}$  – комплексный показатель качества технологического процесса;  $K_{\text{КД}}$  – количественная характеристика степени достижения требований конструкторской документации;  $K_i$  – показатель результативности достижения требования;  $Q_{\text{тех}}$  – комплексный показатель качества технологии.

На качество технологии влияют показатели использованного оборудования, представленные функционалом:

$$Q_{\text{тех}} = \langle E; D; V; L; S \rangle, \quad (7)$$

где  $E$  – количественная характеристика точности воспроизведения изделия;  $D$  – количественная характеристика допуска по материалам;  $V$  – количественная характеристика объема рабочей зоны;  $L$  – количественная характеристика сохранения свойств материала;  $S$  – количественная характеристика пропускной способности оборудования.

Все параметры оцениваемых объектов приводятся к форме, необходимой для их сопоставимости. Для этого необходимо провести процедуру нормализации разнородной информации для получения безразмерных величин. В общем виде этот набор можно представить в виде множества  $R^z$  и получить пятибальную шкалу оценок от 1 до 5.

Количественную величину итогового показателя качества каждого вида оборудования можно рассчитать как среднее арифметическое значение всех уровней учитываемых свойств сопоставляемых объектов:

$$Q_{\text{тех}} = \frac{\sum Q_i}{n}; \quad (8)$$

$$Q_i = \frac{\sum q}{n \times 5}, \quad (9)$$

где  $Q_i$  – показатель качества  $i$ -го станка;  $q$  – бальная оценка качественного показателя станка от 1 до 5.

Дифференциальный метод оценки качества изделий осуществляется путем сопоставления показателей каждого свойства оцениваемого оборудования с соответствующими показателями другого оцениваемого оборудования. Этот

метод помогает наглядно оценить различия между разным оборудованием, выделить насколько отличаются параметры.

Подбор оборудования для аддитивных технологий и обрабатывающего оборудования, предназначенного для обработки итогового изделия, определяются по следующему алгоритму (рис. 2).

Оценка качества производства выполняется на этапе «Производство». Данный показатель определяется с помощью статистических инструментов управления качеством, например с использованием контрольных карт Шухарта.

Количественная характеристика качества производственного процесса определяется как среднее арифметическое всех учитываемых показателей:

$$Q_{\text{ПП}} = \frac{K_T + K_S + K_V + \dots + K_i}{n}, \quad (10)$$

где  $K_T$  – коэффициент точности процесса,  $K_S$  – коэффициент стабильности;  $K_V$  – индекс производительности.

### Коэффициент деградации

Расчет коэффициента деградации в процессе создания изделия выполняется на этапе «Испытания». Коэффициент деградации изделия – это показатель качества, характеризующий степень отличия запланированных характеристик изделия от фактических после его создания. За верхнее значение шкалы, по которой будет оцениваться показатель деградации каждого требования, принимается показатель, полученный при оценке качества процесса, а за нижнюю – указанный в ТЗ. Таким образом, коэффициент деградации рассчитывается по следующей формуле:

$$\varphi = \frac{\varphi_1 + \varphi_2 \dots + \varphi_i}{n}; \quad (11)$$

$$\varphi_i = 1 - \frac{K_{\text{ТЗа}} - T_{\text{ТЗ}}}{K_{\text{ТЗо}} - T_{\text{ТЗ}}};$$

$$\begin{cases} \varphi_i > 0 \Rightarrow \varphi = Q_k; \\ \varphi_i \leq 0 \Rightarrow \varphi \neq Q_k \end{cases}$$

где  $\varphi$  – коэффициент деградации;  $K_{\text{ТЗо}}$  – показатель требования ТЗ на этапе конструирования;  $K_{\text{ТЗа}}$  – показатель требования ТЗ на испытаниях;

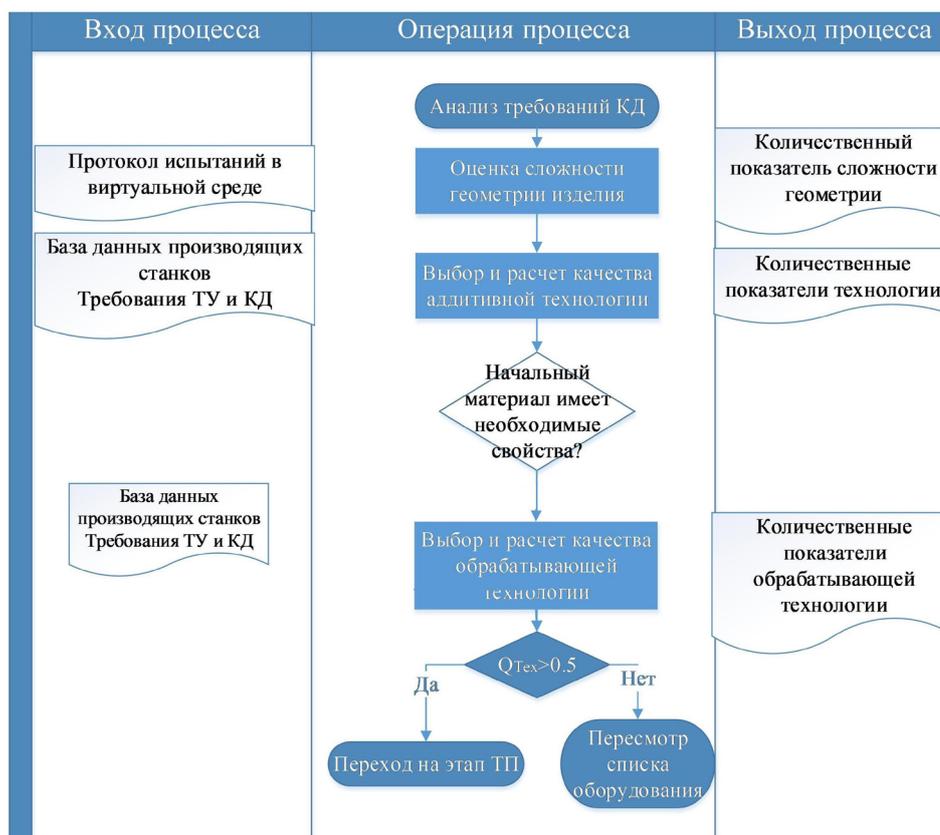


Рис. 2. Алгоритм выбора и определения качества технологии

Таблица 1. Градации качества процесса создания изделия

Интервал значений	Качественная характеристика	Необходимые действия
$Q_{жпц} < 0,5$	Процесс нестабилен и не результативен	Требуется повторная разработка изделия
$0,5 \leq Q_{жпц} < 0,75$	Процесс в целом результативен	Разработка успешна, рекомендуется модернизация
$Q_{жпц} \geq 0,75$	Процесс результативен и близок к идеалу	Разработка близка к идеалу

$T_{ТЗ}$  – показатель требования ТЗ.

В зависимости от полученного результата оценки качества процесса создания изделия аддитивным методом ему могут соответствовать характеристики, приведенные в табл. 1.

### Заключение

Модели и методика взаимосвязи оценок реализуют сквозной контроль качества процессов и позволяют получить обобщенные оценки результативности и деградации. Это является обоснованием ревизии технологий и оборудования. Для аддитивной технологии применение про-

граммных средств очевидно, поэтому цифровой сквозной контроль реализуется полностью. Подход доступен для других применений, где имеется основа для цифровизации [1]. Математические модели основываются на оценках усреднения, достаточных для демонстрации подхода, но могут быть усложнены в рамках доступной информации или путем применения нечетких оценок. В статье акцент сделан на модель и методику цифровизации контроля качества, применимых в рамках систем менеджмента качества. В то же время существуют и задачи цифровизации собственно процессов проектирования [1], технологических, произ-

водственных, испытательных, диагностических, локальным критериям качества. Такие критерии где формирование и выбор методов и средств требуют отдельного рассмотрения, представленного, в частности, в других работах авторов. обеспечивают достижение результативности по

### Список литературы/References

1. Korshunov, G.I. Modeling of digital manufacturing of electronics production and product quality assurance / G.I. Korshunov, A.A. Petrushevskaya // CEUR Workshop Proceedings. – 2018. – № 2258. – P. 150–159.

---

© Г.И. Коршунов, В.В. Соколов, 2020

УДК 65.012.74

В.А. ТУШАВИН

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург

## ПРИМЕНЕНИЕ МАКСКУСУМ-КАРТ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ИТ-ПРОЦЕССОВ

*Ключевые слова:* контрольные карты; МаксКУСУМ-карта; управление качеством.

*Аннотация.* Целью данной работы является адаптация методики построения МаксКУСУМ-карт для мониторинга длительности работы над обращениями заказчика службы поддержки.

Задачей исследования является анализ применимости этих карт для решения описанной задачи.

Использованные методы исследования: статистические методы контроля качества, численный эксперимент.

Результатом исследования является обоснование возможности применения МаксКУСУМ-карт для решения задач такого рода.

Контрольные карты являются основным и наиболее мощным инструментом статистического управления процессами и широко применяются для контроля характеристик производственных процессов. Как правило, контрольная карта работает с ограничениями в  $3\sigma$  и предупреждениями в  $2\sigma$  и строится в виде временного графика. Процесс считается контролируемым, если статистика попадает в пределы действия графика, и неконтролируемым, если графики выходят за контрольные границы.

К недостатку контрольных карт Шухарта следует отнести то, что они используют только информацию о процессе, содержащуюся в последней построенной точке. Для анализа же последовательности точек были придуманы различные интерпретирующие их поведение правила [7].

Решение задачи объединения информации от нескольких последовательных измерений привело к появлению контрольных карт кумулятивных сумм (КУСУМ-карт) [1; 2]. Дальнейшие исследования в этой области привели к комбинированию на одной карте кумулятивных сумм

двух контролируемых величин [3].

Как было показано ранее, сложность построения контрольных карт для времени обработки обращений пользователей вызвана ненормальностью времени распределения [4], однако поскольку данное распределение аппроксимируется логнормальным, то, используя преобразование Бокса-Кокса, построение контрольных карт, в принципе, возможно. В то же время, задача контроля интервала между событиями решается весьма успешно с помощью контрольных  $g$ -карт [5].

Рассмотрим решение задачи построения контрольной карты для времени обработки обращений пользователей провайдером.

Пусть  $X_i = X_{i1}, \dots, X_{in}$ , где:  $i = 1, 2, \dots$  обозначает последовательность выборок размера  $n$ , взятых по качественной характеристике  $X$ . В нашем случае – времени разрешения обращения. Предполагается, что для каждой  $i$   $X_{i1}, \dots, X_{in}$  являются независимыми и идентично распределенными наблюдениями с логнормальным распределением со средними и стандартными отклонениями, предположительно, зависящими от  $i$ , где  $i$  указывает на  $i$ -ю группу. Пусть  $\mu_0$  и  $\sigma_0$  – являются предварительно установленными номинальными средним процесса и стандартным отклонением. Предположим, что параметры процесса  $\mu$  и  $\sigma$  могут быть выражены как  $\mu = \mu_0 + a\sigma_0$  и  $\sigma = b\sigma_0$ , где  $a = 0$  и  $b = 1$ , когда процесс находится под контролем, иначе процесс изменился по каким-то особым причинам. Тогда  $a$  представляет собой сдвиг в среднем значении процесса, а  $b$  – сдвиг в среднеквадратическом отклонении процесса и  $b > 0$ . Такой сдвиг может быть, в частности, вызван ситуацией, когда сотрудники не справляются с текущим потоком обращений.

Для построения контрольных карт воспользуемся следующим подходом. Пусть

$$\bar{X}_i = (X_{i1} + \dots + X_{in}) / n,$$

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_i)^2}{n-1}$$

соответственно среднее и дисперсия для  $i$ -й выборки. Рассчитаем статистику:

$$Z_i = \sqrt{n} \frac{(\bar{X}_i - \mu_0)}{\sigma_0}; \quad (1)$$

$$Y_i = \Phi^{-1} \left\{ H \left[ \frac{(n-1)S_i^2}{\sigma_0^2}; n-1 \right] \right\}, \quad (2)$$

где  $\Phi^{-1}$  – функция, обратная функции нормального распределения, а  $H$  – функция хи-квадрат с  $n - 1$  степенями свободы. Расчетная статистика, основанная на этих величинах, считается по формулам (следует отметить, что в работе [3] данные формулы содержат опечатки):

$$\begin{aligned} C_i^+ &= \max[0, Z_i - k + C_{i-1}^+]; \\ C_i^- &= \max[0, -Z_i - k + C_{i-1}^-]; \\ S_i^+ &= \max[0, Y_i - k + S_{i-1}^+]; \\ S_i^- &= \max[0, -Y_i - k + S_{i-1}^-]. \end{aligned} \quad (3)$$

Соответственно,  $C_0$  и  $S_0$  – начальные точки. Отсюда считается финальная суммарная статистика для отображения на контрольной карте:

$$M_i = \max[C_i^+, C_i^-, S_i^+, S_i^-]. \quad (4)$$

Алгоритм построения контрольной карты можно описать как последовательность следующих шагов:

1) определить параметры  $h$  и  $k$ ; как следует из [3] для большинства случаев можно считать  $h = 4,051$  и  $k = 0,500$ : также необходимо определить контролируемые параметры процесса  $\mu_0$  и  $\sigma_0$ ;

2) в случае если показатели  $\mu_0$  и  $\sigma_0$  неизвестны, то можно использовать соответственно  $\bar{X} = (\bar{X}_1 + \dots + \bar{X}_m) / m$  и  $\bar{S} = (S_1 + \dots + S_m) / m / c_4$ , где  $m$  – число групп измерений, а  $c_4$  – статистическая константа;

3) произвести расчет  $M_i$  по формуле (4) для каждой выборки;

4) построить контрольную границу  $h$ ; для всех  $M_i > h$  добавить подпись причины, вызвавшей превышение порога.

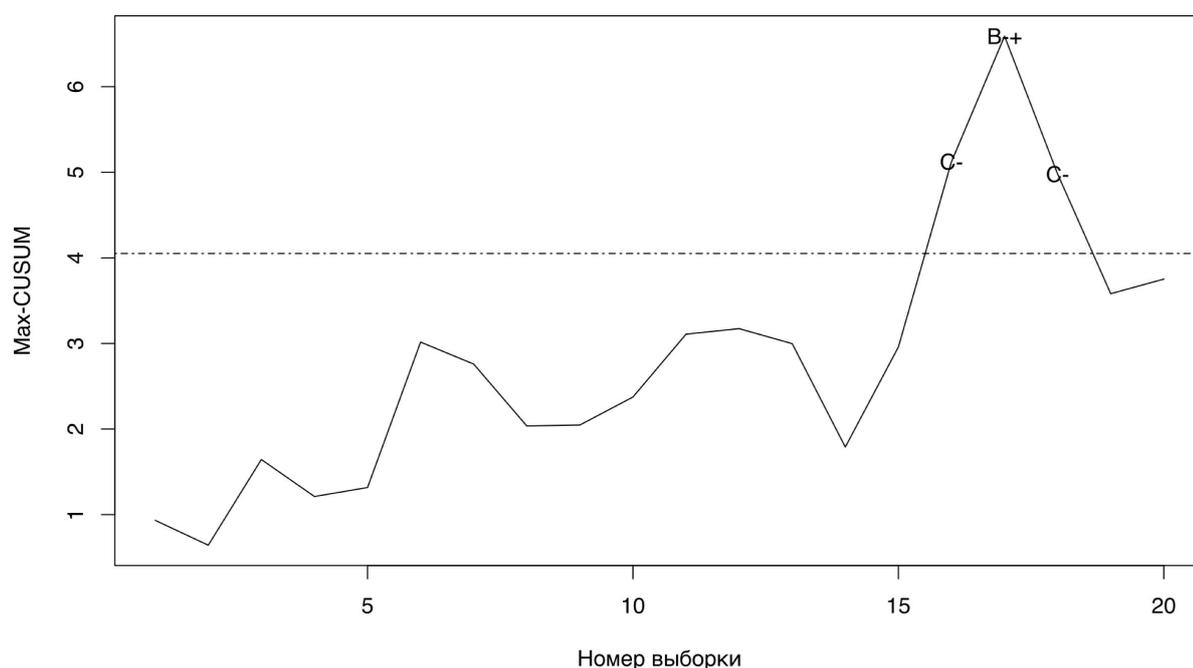
Описанный алгоритм реализуется на языке программирования R следующим образом:

```

MaxCUSUM<-function(mydata,k = 0.5,
h = 4.051) {
  n<-ncol(mydata)
  t<-nrow(mydata)
  mydata$Xbar<-apply(mydata[,1:n],1,mean)
  mydata$S<-apply(mydata[,1:n],1,sd)
  Mu<-mean(mydata$Xbar)
  Sgm<-mean(mydata$S)/c4(n)
  mydata$Z<-sqrt(n)*(mydata$Xbar-Mu)/Sgm
  mydata$Y<-qnorm(pchisq((n-1)*mydata$S*mydata$S/(Sgm*Sgm),(n-1)))
  mydata$Cp<-0
  mydata$Cm<-0
  mydata$Sp<-0
  mydata$Sm<-0
  $Cp[1]=max(0,mydata$Z[1]-k)
  mydata$Cm[1]=max(0,-mydata$Z[1]-k)
  mydata$Sp[1]=max(0,mydata$Y[1]-k)
  mydata$Sm[1]=max(0,-mydata$Y[1]-k)
  for(i in 2:t) {
    mydata$Cp[i]=max(0,mydata$Z[i]-k+mydata$Cp[i-1])
    mydata$Cm[i]=max(0,-mydata$Z[i]-k+mydata$Cm[i-1])
    mydata$Sp[i]=max(0,mydata$Y[i]-k+mydata$Sp[i-1])
    mydata$Sm[i]=max(0,-mydata$Y[i]-k+mydata$Sm[i-1])
  }
  mydata$M<-apply(mydata[,10:13],1,max)
  plot(mydata$M,type="l",main="Max-CUSUM
выборки",ylab="Max-CUSUM")
  abline(h=h,lty="dotted")
  for(i in 1:t) {
    if(mydata$Cp[i]>h && mydata$Sp[i]>h)
text(i,mydata$M[i],»B++») else
    if (mydata$Cp[i]>h && mydata$Sm[i]>h)
text(i,mydata$M[i],»B+») else
    if (mydata$Cm[i]>h && mydata$Sm[i]>h)
text(i,mydata$M[i],»B-») else
    if (mydata$Cm[i]>h && mydata$Sp[i]>h)
text(i,mydata$M[i],»B+») else
    if (mydata$Cm[i]>h) text(i,mydata$M[i],»C-»)
else
    if (mydata$Cp[i]>h) text(i,mydata$M[i],»C+»)
else
    if (mydata$Sp[i]>h) text(i,mydata$M[i],»S+»)
else
    if (mydata$Sm[i]>h) text(i,mydata$M[i],»S-»)
  }
}

```

Max-CUSUM контрольная карта



**Рис. 1.** Пример контрольной МаксКУСУМ-карты. Наблюдается уменьшение среднего процесса ( $C^-$ ), что является положительным фактором, а также одновременное уменьшение среднего при росте дисперсии  $B^+$

Построим контрольную карту (рис. 1) для времени разрешения обращений, используя описанную выше функцию. Учитывая особенности распределения времени, его необходимо предварительно логарифмировать для приведения к нормальному. Подробные вычисления и исходные данные приведены в репозитории [6].

Из построенной карты наглядно видно преимущество описанного подхода перед традиционным (с использованием двух контрольных

карт). Во-первых, большая чувствительность к отклонению процесса, во-вторых, наглядность при относительной простоте построения.

Так, в статье рассматривается новый подход к контролю временных характеристик процесса в сфере информационных технологий, отличающийся от традиционного более высокой чувствительностью и наглядностью и позволяющий более эффективно использовать витрины данных в корпоративной среде управления ИТ.

Список литературы

1. Page, E.S. Continuous Inspection Schemes / E.S. Page // *Biometrika*. – 1954. – Vol. 41. – № 1–2. – P. 100–115.
2. Ewan, W.D. When and How to Use CUSUM Charts / W.D. Ewan // *Technometrics*. – 1963. – Vol. 5. – № 1. – P. 1–22.
3. Cheng, S.W. The Max-CUSUM Chart / S.W. Cheng, K. Thaga // *Frontiers in Statistical Quality Control*. – 2010. – № 9. – P. 85–98.
4. Тушавин, В.А. Применение теории массового обслуживания для анализа времени разрешения инцидентов / В.А. Тушавин // *Экономика и управление*. – 2011. – № 7(69). – С. 104–108.
5. Тушавин, В.А. Применение контрольных карт для мониторинга аварийных прерываний ИТ-услуг / В.А. Тушавин // *Наука и бизнес: пути развития*. – М. : ТМБпринт. – 2020. – № 5(107). – С. 64–67.
6. [Electronic resource]. – Access mode : <https://github.com/Tushavin/Chart>.

7. ГОСТ Р ИСО 7870–2–2015 «Рекомендуемые критерии расположения точек, указывающие на неслучайные причины изменчивости процесса». – Приложение В.

### References

4. Tushavin, V.A. Primenenie teorii massovogo obsluzhivaniya dlya analiza vremeni razresheniya intsidentov / V.A. Tushavin // *Ekonomika i upravlenie*. – 2011. – № 7(69). – S. 104–108.

5. Tushavin, V.A. Primenenie kontrolnykh kart dlya monitoringa avarijnykh preryvanij IT-uslug / V.A. Tushavin // *Nauka i biznes: puti razvitiya*. – M. : TMBprint. – 2020. – № 5(107). – S. 64–67.

7. GOST R ISO 7870–2–2015 «Rekomenduemye kriterii raspolozheniya toчек, ukazyvayushchie na nesluchajnye prichiny izmenchivosti protsessa». – Prilozhenie V.

---

© В.А. Тушавин, 2020

УДК 004.021

Е.А. КОЗИН, Д.В. БУДАКОВСКИЙ, А.В. ПЕТРАКИ, Н.А. МЫКЛЮЧЕНКО  
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва

## СИСТЕМЫ БОЛЬШИХ ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПОМ К НИМ

*Ключевые слова:* архитектура; Большие Данные; управление доступом.

*Аннотация.* В данной статье исследуются основы архитектуры систем Больших Данных, их вычислительные алгоритмы, а также алгоритм управления доступом для его реализации.

Методом исследования является анализ зарубежных источников информации о системах Больших Данных и реализация описанного алгоритма.

Результатом является реализация метода управления доступом к системам обработки Больших Данных.

В 2015 г. в Национальном Институте Стандартов и Технологий США (*NIST*) был разработан алгоритм управления доступом (УД) к системам обработки Больших Данных (СОБД), однако до сих пор он не был реализован, так как организации, использующие СОБД, разрабатывают собственные средства защиты в случае использования *open-source*-решений или используют *enterprise*-решения, в которых средства защиты предустановлены.

Для понимания принципов работы алгоритма необходимо понимание архитектуры СОБД, она представлена на рис. 1.

СОБД состоит из подсистем двух типов – одна ведущая система и несколько ведомых. Они различаются по функционалу.

Ведущая система (*Master System*) принимает данные от провайдеров, являющихся источниками Больших Данных, и определяет итерации обработки в ответ на запрос пользователя. Ведущая система реализует следующие важные функции:

- функция распределения задачи обработки (*Task Distribution*). Эта функция отвечает за распределение процессов обработки между подчиненными системами, входящими в кластер Больших Данных;

- функция распределения данных (*Data Distribution*). Эта функция отвечает за распределение данных между подчиненными системами, входящими в кластер Больших Данных;

- функция сбора и обработки результатов (*Result Collection*). Эта функция отвечает за обработку, отбор и анализ информации, предоставленной подчиненными системами, входящими в кластер Больших Данных, а также за формирование суммарных результатов для пользователей.

Если нет каких-либо ограничений со стороны специализированных прикладных систем, то, как правило, указанные функции встраиваются и обслуживаются в одной и той же главной вычислительной машине (*host machine*) с целью упрощенной и безопасной настройки и эксплуатации.

Ведомая система (*Cooperated System*) назначается Ведущей при обработке Больших Данных. Ведомая система отчитывается за реализацию или сообщает о проблемах реализации функций распределения задач обработки и распределения данных. В противном случае Ведомая система направляет ответ с полученными результатами Ведущей системе в рамках реализации функции сбора и обработки результатов.

На рис. 2 представлена предлагаемая схема УД, основанная на общей модели СОБД.

Эта схема включает компоненты УД с целью удовлетворения требований системы УД к *BD*. К таким компонентам относятся:

- соглашение о безопасности – *security agreement (SA)* – представляет собой обоюдное согласие поставщика данных в *BD*-систему и *MS* с целью определения классов безопасности источников данных для *BD*-системы;

- перечень доверенных *CS (trust CS list-TCSL)* представляет собой список надежных *CS*, признанных *MS*. *TCSL* классифицирует *CS* по классам безопасности в соответствии с соглашениями о безопасности, заключенными с поставщиками данных в *BD*-систему;

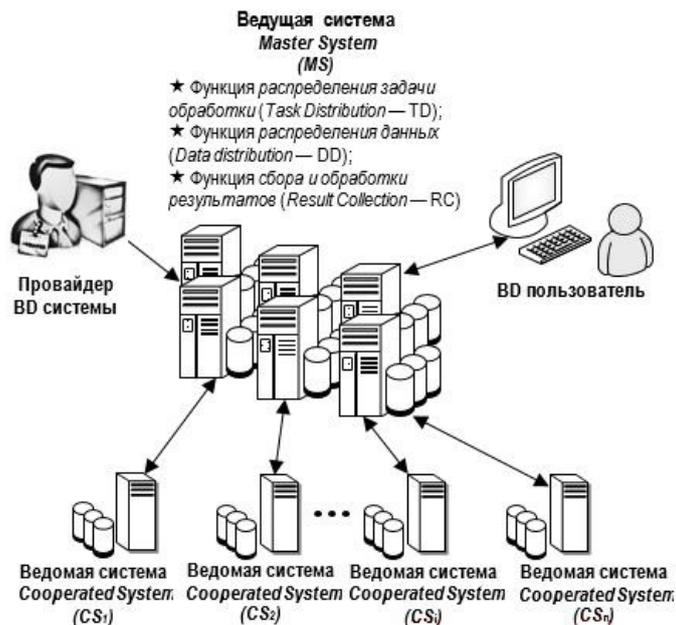


Рис. 1. Общая модель систем Больших Данных [1]

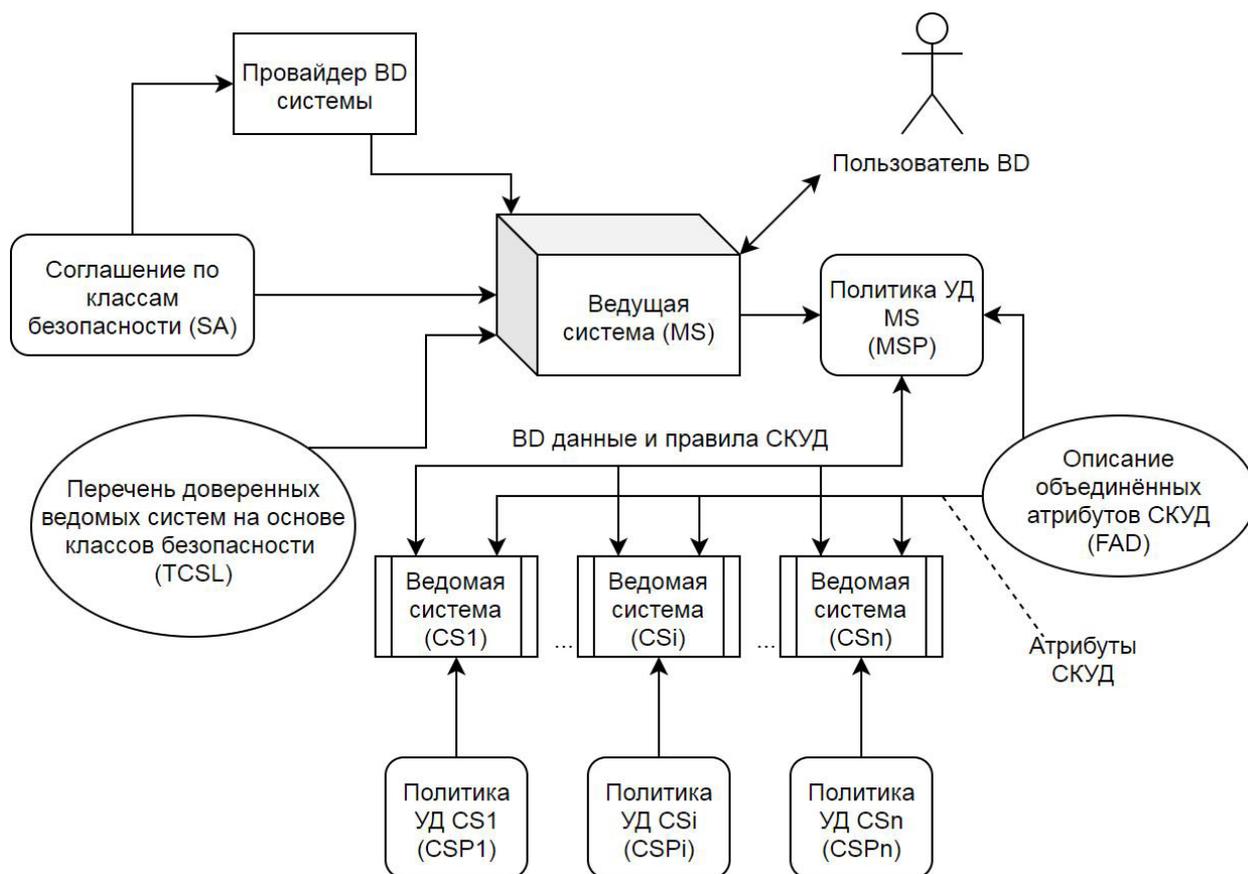


Рис. 2. Схема управления доступом к системам Больших Данных

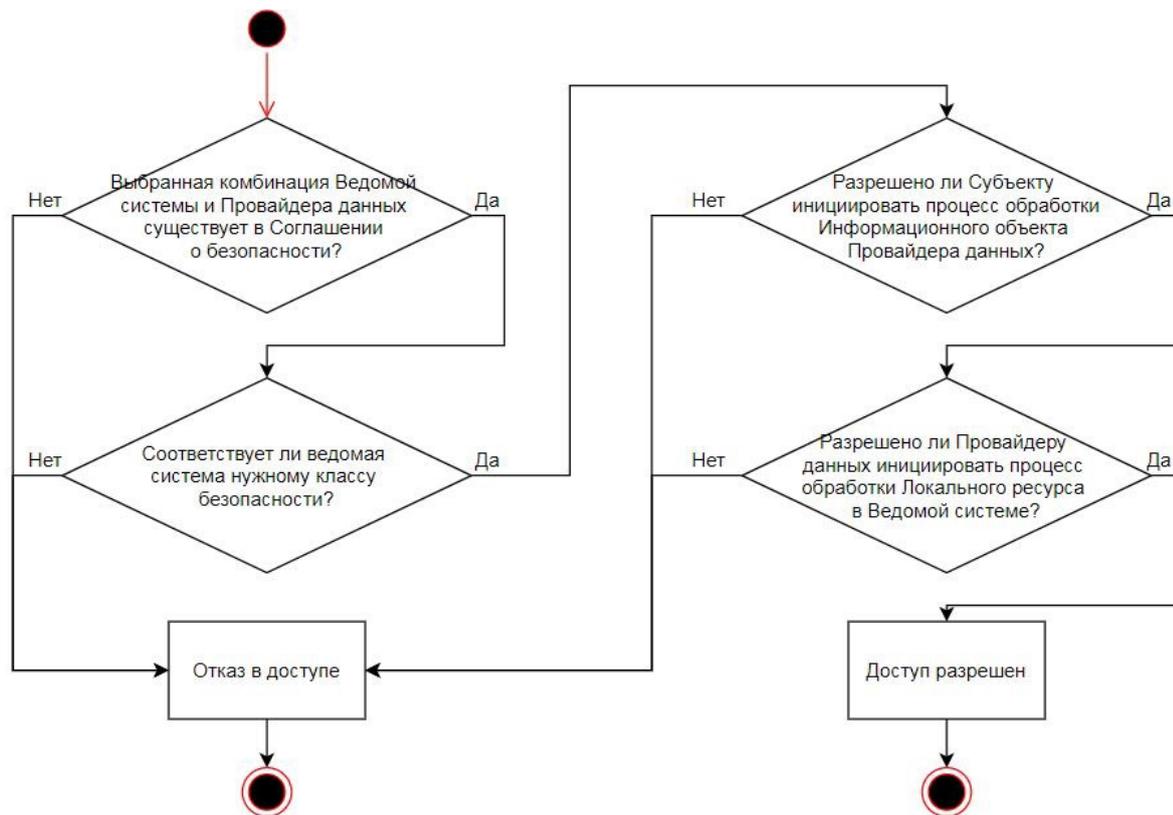


Рис. 3. Алгоритм управления доступом в системах Больших Данных, предложенный NIST

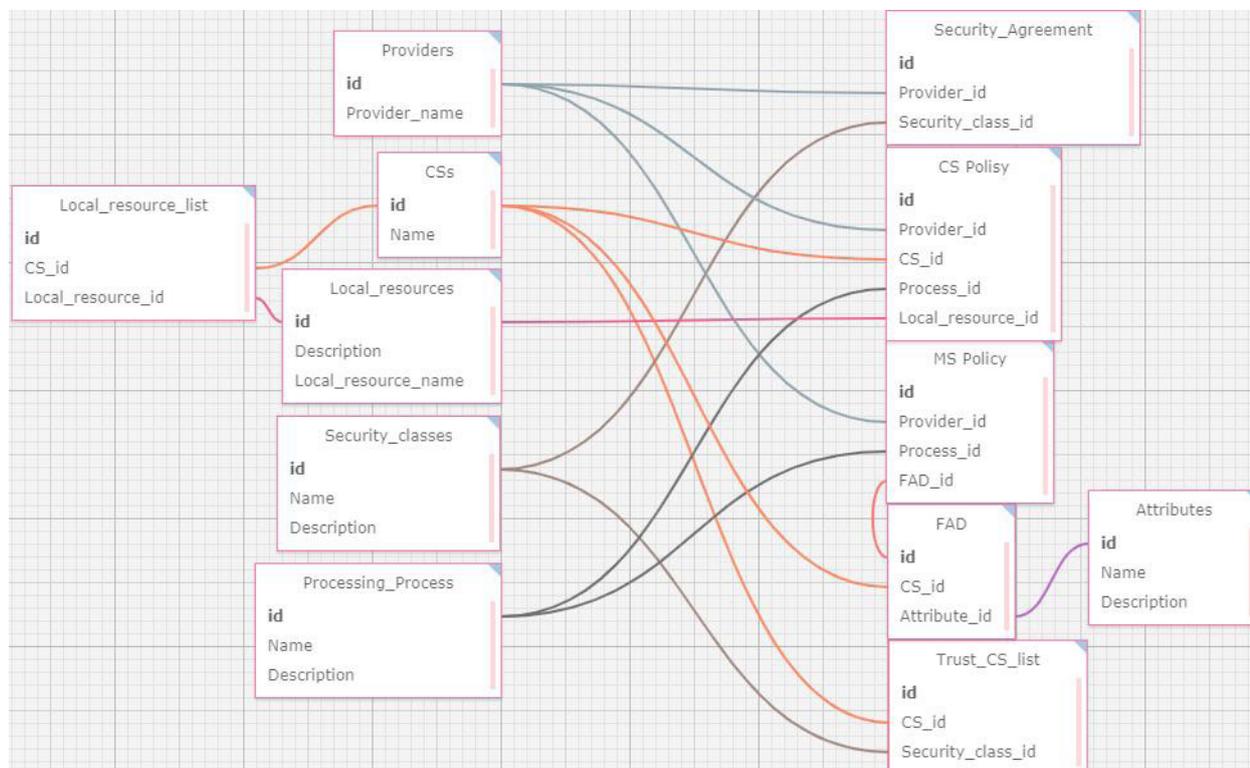


Рис. 4. Схема базы данных для реализации метода

– политика УД *MS* (*MS AC Policy – MSP*) устанавливает совокупность правил УД, которые *MS* «принудительно навязывает» *CS* с целью реализации последней политики УД;

– описания объединенных атрибутов (*Federated Attribute Definitions – FAD*) представляют собой перечень общих атрибутов, используемых *MS* и *CS*, причем такой, что сами *MSP* и *CSP* могут быть сформированы на основе использования общих атрибутов из *FAD*-словаря.

Непосредственно алгоритм выглядит следующим образом (рис. 3).

Как было отмечено ранее, данный алгоритм еще не был реализован, поэтому авторами данной статьи было принято решение реализовать его с использованием базы данных (**БД**) для хранения сопутствующей информации. Проект такой БД приведен на рис. 4.

Решение реализовывать алгоритм с исполь-

зованием БД обусловлено простотой как процесса реализации, так и внедрения в реальные системы.

Для реализации алгоритма предлагается использовать проверки в описанной выше БД. Для формирования запроса определяются следующие параметры:

– имя провайдера данных;

– имя локального ресурса, к которому необходимо подключиться; исходя из этого параметра определяется имя ведомой системы, к которой относится необходимый локальный ресурс;

– имя класса безопасности передаваемой информации;

– имя процесса обработки;

– имя атрибута субъекта.

Затем перечисленные параметры вставляются в соответствующие им места в запросе.

#### **Список литературы/References**

1. Hu, V.C. An Access Control scheme for Big Data processing / V.C. Hu, T. Grance, D.F. Ferraiolo, D.R. Kuhn // 2014 IEEE/EAI CollaborateCom. – 2014. – 7 p.

---

© Е.А. Козин, Д.В. Будаковский, А.В. Петраки, Н.А. Мыключенко, 2020

УДК 721.021.23

Т.А. КОЗЛЕНКО, С.В. ПРИДВИЖКИН, А.В. БЕЛЬКЕВИЧ, К.В. МАЛЬЦЕВА  
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург

## ИСТОРИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Ключевые слова:* *bim*; информационное моделирование; исторические предпосылки; этапы развития.

*Аннотация.* В статье приводится анализ исторических предпосылок появления информационного моделирования от концепции, появившейся в 1970-х, и до наших дней.

Цель исследования – выявление предпосылок возникновения метода.

Задачей исследования является определение основных научных работ в области информационного моделирования, которые в последствии повлияли на современное представление об этом методе.

Гипотеза исследования заключается в том, что метод информационного моделирования имел множество предпосылок среди ученых и разработчиков по всему миру, так как является естественным этапом развития в проектировании.

Методами исследования являются обзор и анализ.

Основные результаты статьи отражают потенциал развития информационного моделирования в современном проектировании ввиду широкой предыстории.

Чертежи – главное средство обмена информацией для решения проблем проектирования, координации и коммуникации в строительстве. Они используются в проектировании, эксплуатации и реконструкции зданий, а также при решении сопутствующих задач в строительстве, таких как составление смет, заказ материалов и тому подобных.

Чертежи имеют всего два измерения, а здание – три, поэтому необходимо, как минимум, два чертежа для описания любой части конструкций здания, и на них, по крайней мере, одно измерение должно быть изображено дважды.

Таким образом, информация на чертежах по своей сути избыточна, изменения в проекте приводят к изменениям в целом наборе чертежей. В результате поддержание различных чертежей в актуальном состоянии требует больших усилий и почти никогда полностью недостижимо на практике.

Альтернативой чертежам исторически является физическая модель проектируемого здания или макет. Физические модели в общем случае требуют больших затрат на создание или изменение, но при этом более наглядны и позволяют напрямую наблюдать пространственные конфликты без необходимости использования воображения для соединения различных чертежей между собой.

При повышении требований к точности сложность создания физических моделей возрастает. При этом физические модели не могут нести часть информации, которую можно отобразить на чертежах, например размеры. Виртуальная модель описания здания должна объединить преимущества чертежей и физических моделей и исключить их слабые места.

Первой работой, посвященной информационному моделированию, была статья под названием «Схема системы описания здания» («*An Outline of the Building Description System*») опубликованная в 1974 г. [1]. Автором статьи является Чарльз М. Истман – архитектор, профессор Технической архитектурной школы Джорджии и эксперт по BIM-проектированию.

В данной работе рассматривается система описания здания *Building Description System (BDS)*, получаемая из графических 3D-элементов, которые наряду с геометрической информацией содержат информацию о материалах, идентификации, поставщике и т.д., а также постулируется использование компьютеров для проектирования зданий.

В статье были представлены особенности описания здания, которые в итоге стали неотъ-

емлемой частью современных технологий информационного моделирования:

1) наличие баз данных, в которых хранится информация о геометрических пространственных и атрибутивных свойствах элементов конструкций зданий;

2) наличие библиотеки элементов, которые проектировщики используют для создания модели здания, при этом элементы могут быть типового и индивидуального исполнения;

3) параметрические зависимости геометрических свойств элементов;

4) автоматическое создание чертежей из баз данных модели по запросу проектировщика;

5) аналитические задачи могут решаться с использованием данных напрямую из баз данных модели;

6) система позволяет выполнять проверки баз данных модели на соответствие национальным стандартам;

7) автоматическое получение спецификации из модели;

8) использование объектно-ориентированного подхода;

9) использование в будущем баз данных модели не только на этапе проектирования, но и на последующих этапах жизненного цикла здания, включая эксплуатацию и реконструкцию.

По подсчетам Ч. Истмана применение *BDS* могло бы в половину уменьшить стоимость проектирования, но программа создавалась еще до распространения персональных компьютеров, и воспользоваться ею могло лишь небольшое количество архитекторов.

В дальнейшем Ч. Истман совместно с М. Генрионом предоставили в 1977 г. проект *GLIDE* – графический язык для интерактивного проектирования. Графический язык был значительно интегрирован системой *BDS* и использовался в качестве инструмента отображения трехмерных элементов здания, создания из них трехмерных чертежей и выполнения некоторых аналитических задач.

Однако системы *BDS* и *GLIDE* имели ограничения в построении геометрии относительно простыми формами. Стоит также отметить, что возможности компьютеров того времени не отвечали требованиям разработчиков систем. Используемые языки программирования и технологии баз данных ограничивали возможность развития и расширения систем.

В конце 1970-х гг. сложности, возникающие при обмене данными между различными САПР,

привели к необходимости разработки так называемого нейтрального, независящего от каких-либо коммерческих систем формата обмена данными.

В 1980 г. в США Национальным институтом стандартов и технологий был опубликован формат *Initial Graphics Exchange Specification (IGES)* – начальная спецификация графического обмена [4]. Формат был разработан для нужд военно-воздушных сил (**BBC**) США в рамках проекта комплексного автоматизированного производства и был обязателен для использования в контрактах с BBC США, в том числе с *NASA*. Его использовали в своих САПР такие компании, как *Boing*, *Xerox*, *General Electric* и другие. Формат позволял переносить 2D и 3D-данные чертежей между разнородными системами САПР.

К середине 1980-х гг. стали понятны ограничения данного формата, например устаревший формат файлов или ограничения по передаче информации только по геометрии. В результате в 1985 г. была запущена разработка более амбициозного формата обмена данными. Инициатором разработки стандарта были те же компании, которые ранее использовали *IGES*. Стандарт был представлен в 1992 г. под именем *Standard for the Exchange of Product model data (STEP)* – стандарт для обмена данными модели продукта в рамках документа *ISO-10303*. Данный стандарт стал одним из первых международных стандартов в области описания виртуальных объектов.

В процессе развития стандарта был разработан набор технологий, основанный на принципах использования читаемого языка моделирования вместо формата файла и возможности реализации языка различными способами, включая текстовый формат файла *XML*.

В конце 1980-х гг. архитектурно-строительная группа разработчиков формата *STEP* рассматривала два варианта описания модели здания. Хотя ни один из них не был реализован на практике как стандарт, обе модели оказали влияние на последующие исследования как в рамках *STEP*, так и в отрасли в целом.

Модель *General AEC Reference Model (GARM)* – общая архитектурная, инженерная и конструктивная эталонная модель – была представлена в 1988 г. Вимом Гилингом из нидерландской организации прикладных научных исследований [5]. Эта модель является моделью с высоким уровнем абстракции и

применима к различным видам сооружений: здания, фабрики, корабли, береговые платформы и так далее.

Базовый объект модели назывался *Product Definition Unit (PDU)* – единица определения продукта. Все элементы модели создаются и описываются на основе базового *PDU*. Также в этой модели закладывается понятие стадии, которой может принадлежать элемент модели. С каждой стадией ассоциируется свой подтип базового элемента.

Модель *GARM* включает в себя семь основных стадий жизненного цикла объекта: требование, проект, планирование, строительство, эксплуатация, реконструкция, снос.

Два подтипа, а именно: функциональная единица, соответствующая стадии требований технических решений, и соответствующий стадии проект, стали основными известными особенностями этой модели.

Другой подход был использован при разработке *AEC Building System* – архитектурно-строительной модели систем здания, представленной Джеймсом Тернером из Мичиганского университета в 1990 г. [2]. Модель могла описывать исключительно здания и моделировала отдельные функциональные системы, из которых они состоят: конструкции, механические и электрические системы и т.д. Концепция систем теперь применяется во многих решениях для информационного моделирования.

Следует отметить еще два проекта, которые были активны в конце 1980-х гг. Во Франции в 1986 г. строительным институтом *CSTP* был запущен проект *PROJIBAT*. В нем использовался оригинальный язык концептуального моделирования, основанный на концепции «сущность – связь», с помощью которой описываются ключевые объекты и связи, устанавливающиеся между этими объектами. В данном проекте было описано больше 200 классов объектов, организованных в три иерархических уровня.

Модель «сущность – связь» используется при высокоуровневом (концептуальном) проектировании баз данных. С ее помощью можно выделить ключевые сущности и обозначить связи, которые могут устанавливаться между этими сущностями.

Совместный проект организаций Нидерландов *Bouw Infotmatie Model (BIM)* имел своей целью одновременную разработку двух типов модели: модель описания процесса строительства и модель описания здания. Проект использовал

технологии, заложенные в стандарте *STEP*. В результате в 1989 г. были выпущены два руководства по разработке модели.

В 1986–1987 гг. в Финляндии разрабатывается структура модели описания здания в рамках проекта *RATAS* (система автоматизированного проектирования) – национальной программы по развитию цифровых технологий строительства. Модель использовала принцип «сущность – связь», дополненный использованием стандартизированной концептуальной схемы для описания зданий.

Концептуальная схема – это высокоуровневое описание информационных потребностей, как правило, оно включает в себя только основные понятия и основные отношения между ними. Модель разделяла классы объектов, которые должны использоваться для полного и детального описания информационной модели здания на пять уровней декомпозиции: здание, система, подсистема, часть и деталь.

Была предложена классификация отношений элементов в виде двух категорий: первая – «часть чего-то», вторая – «соединен с». Вместо использования для описания модели какого-либо формального языка информационного моделирования в проекте были приведены примеры объектов.

В 1989 г. в Финляндии выходит работа Бо-Кристера Бьорка «Базовая структура предлагаемой модели строительного продукта САПР». В данной работе и в последующих виртуальная модель определяется как модель строительного продукта *Building Product Model (BPM)*. Следующие несколько лет в своих работах Бьорк развивает концепцию *BPM*-модель строительного продукта, основанного на многоуровневой архитектуре. Автор предлагает использование пяти уровней или слоев для описания модели от высшего к низшему:

- 1) язык информационного моделирования (язык, используемый для описания объектов, атрибутов, отношений, правил, методов и т.д.);
- 2) модель описания универсального объекта (композиция, декомпозиция объектов, типы, форма, информация о положении);
- 3) корневая модель здания (модель, описывающая информационные структуры, общие для большинства дисциплин и стадий в проектировании и строительстве зданий);
- 4) аспектные модели (модели описывающие информационные структуры, специфичные для различных способов проектирования,

разных дисциплин и стадий проектирования и строительства);

5) модели применения (концептуальные схемы реализации вышеуказанных моделей в различном программном обеспечении).

В своих работах Бьорк определил основные требования к модели строительного объекта:

1) моделирование любой строительной информации;

2) поддержка всех стадий жизненного цикла;

3) лаконичность;

4) вывод информации в различных форматах;

5) независимость модели от ограничений конкретного программного обеспечения.

Модель *BPM* рассматривается как инструмент, который использует все заинтересованные стороны в процессе проектирования, строительства и эксплуатации здания.

В 1990-е гг. началась разработка открытого международного стандарта описания данных, который бы позволил создавать большие наборы связанных данных, описывающих модели зданий и предназначенных для передачи информации между различными программными решениями. Стандарт опирается на наработки языка *STEP* и языка описания *EXPRESS*. Стандарт получил название *Industry Foundation Classes (IFC)* – отраслевые базовые классы.

Разработка стандарта началась в 1994 г., когда компания *Autodesk* инициировала создание консорциума компаний, который должен был координировать взаимодействие различных САПР-приложений между собой.

Сперва в созданный промышленный альянс по интероперабельности входили 12 компаний из США, а в 1995 г. альянс стал открыт для международного сотрудничества. В 1997 г. альянс изменил свое название на международный альянс по интероперабельности и свою форму на некоммерческую отраслевую международную организацию. Альянс поставил перед собой цель публикации *IFC* как нейтральной информационной модели данных объектов строительства в соответствии с жизненными циклами здания. В 2005 г. организация была переименована в *BuildingSmart*.

*IFC* был задуман как расширяемая модель, изначально предполагалось, что модель *IFC* будет содержать максимально общие определения объектов и информации, позволяющие обеспечить применение модели для любых объектов

строительства, на основе которых могут быть разработаны индивидуальные и специфичные решения для обмена данными. По этой причине *IFC* был спроектирован для решения задач передачи информации в течении всего жизненного цикла строительного объекта: технико-экономическое обоснование, планирование, проектирование (включая анализ и проектирование), строительство и эксплуатация.

На уровне международных стандартов модель *IFC* описана стандартом *ISO 16739-1:2018* «Отраслевые базовые классы *IFC* для обмена и управления данными объекта строительства. Часть 1. Схема данных». В России данный стандарт принят в 2019 г. как ГОСТ Р 10.0.02-2019. В данный момент модель *IFC* является единственным открытым международным стандартом для обмена информацией объектов строительства между САПР-программами.

Первое применение термина *Building Information Modeling (BIM)* было в 1986 г. в статье Роберта Эйша, посвященной будущему развитию САПР [3]. Р. Эйш преимущественно известен своими работами в области параметризации и генеративного дизайна.

В своей статье Р. Эйш выделил следующие принципы, на которых должно быть основано строительное моделирование:

1) 3D-моделирование;

2) автоматическая генерация чертежей;

3) умные параметрические компоненты модели;

4) использование баз данных;

5) использование стадий строительного процесса и т.д.

Сейчас данные принципы являются неотъемлемыми составляющими технологий информационного моделирования.

Концепты, изложенные в статье Р. Эйша, демонстрировали возможности в программе *RUCAPS*, которая в то время являлась передовым решением для умного проектирования и является предвестником и источником вдохновения для современных программных решений в области информационного моделирования.

Параллельно с научными работами в области информационного моделирования развивались коммерческие продукты, в той или иной степени применяющие подходы информационного моделирования, которые сейчас воплотились в текущем поколении зарубежных и отечественных программ информационного моделирования: *Allplan Archicad, Bentley, Revit*,

*Nanocad, Renga* и др.

В результате анализа можно сделать вывод, что концепция систем информационного моделирования имеет множество предпосылок.

Благодаря ученым, которые смогли в корне поменять представление о системах проектирования, строительная отрасль совершенствуется по всему миру.

### Список литературы/References

1. Charles M. Eastman. An Outline of the Building Description System / Charles M. Eastman // Institute of Physical Planning Carnegie-Mellon University. – 1974. – Research Report № 50.
2. James Turner. Conceptual Modeling Applied to Computer-Aided Architectural Design / James Turner // The University of Michigan, 1990.
3. Aish, R. Building Modelling: The Key to Integrated Construction CAD / R. Aish // The 5th International Symposium on the Use of Computers for Environmental Engineering related to Building, 1986.
4. Roger N. Nagel. Initial Graphics Exchange Specification IGES Version 1.0 / Roger N. Nagel Walt W. Braithwaite, Philip R Kennicott // National Bureau of Standards. – 1980. – NBSIR 80–1978.
5. Wim Gielingh. General AEC Reference Model (GARM) – an aid for the integration of application specific product definition models / Wim Gielingh, 1988.

---

© Т.А. Козленко, С.В. Придвижкин, А.В. Белькевич, К.В. Мальцева, 2020

УДК 658.512+519.685; 006.83+658.652

Р.И. СОЛЬНИЦЕВ<sup>1</sup>, Г.И. КОРШУНОВ<sup>2, 3</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)», г. Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург;

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург

## ОБ ИНСТРУМЕНТАРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Ключевые слова:** инструментарий; киберфизические системы; математические модели; плотности распределения вероятностей; цифровое проектирование и производство.

**Аннотация.** В статье предложен подход по построению инструментария проектирования и производства сложных систем, представляемых в своем развитии как киберфизические на основе математических моделей по отношению к фазовым переменным – плотностям распределения вероятностей выходных переменных. На основе предложенного подхода строится сквозной процесс применения такого инструментария на всех этапах жизненного цикла. Обобщенный функционал «максимума вероятностей обеспечения качества» представлен вероятностью выполнения требований технического задания в процессе проектирования и производства.

### Введение

Прогресс технологий привел к непосредственной интеграции вычислительных ресурсов в физические процессы, а также к появлению сложных систем, называемых киберфизическими. Гетерогенность киберфизических систем (КФС), неопределенности характеристик внешних и внутренних воздействий должны учитываться на всех этапах жизненного цикла КФС. Проектирование и производство КФС требует разработки соответствующего инструментария, поэтому актуальны вопросы синергии известных и хорошо апробированных современных инструментов проектировщика и производителя для проектирования и производства

КФС. Частично эти задачи решены в предыдущих работах авторов.

В большинстве случаев попытки построения инструментария проектирования и производства КФС сводятся к построению интерфейсов между отдельными пакетами программ, что связано с большой трудоемкостью. Применение автоматической кодогенерации, например *Target Link*, часто не обеспечивает преимуществ по отношению к ручному кодированию [1]. Ранее разработанные пакеты программ схемотехнического и конструкторского проектирования требуется встраивать в современные среды *MCAD, EDA* [2]. Кроме того, в набор инструментов проектирования обычно не включаются пакеты программ автоматизации технологического этапа, включая подготовку производства, хотя именно на этих этапах проявляется случайных характер несоответствий техническому заданию (ТЗ) и нормам. В то же время уже на этапах схематического проектирования возможно проводить оценку конструкторских и технологических решений, в том числе надежности, прогноза состояния изделия при монтаже, испытаниях и других процедурах подготовки производства. На этапах технологической подготовки производства и монтажа изделия несоответствия требованиям ТЗ приводят к браку конечного продукта, поэтому актуальна задача снижения или исключения несоответствий на предыдущих этапах.

Предлагается подход, позволяющий если не исключить, то облегчить разработку соответствующих интерфейсов. Состояние КФС в наиболее полном виде характеризуется выходными переменными  $Y$ , начальными условиями  $Y_0$  и параметрами  $\Lambda$  с плотностями  $n$ -мерного и  $m$ -мерного распределений вероят-

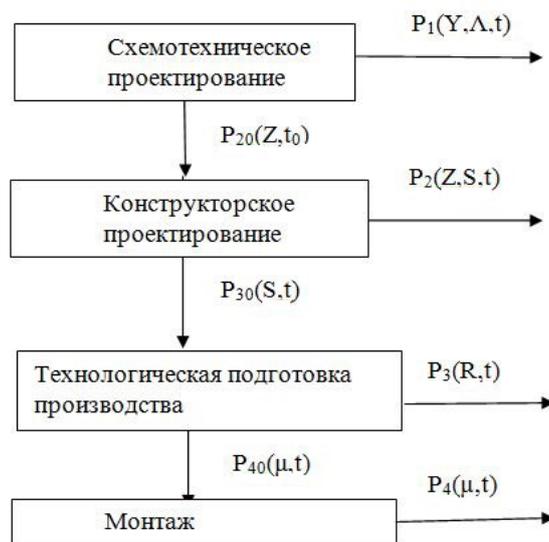


Рис 1. Этапы проектирования и подготовки производства

ностей  $P_y(y_1, \dots, y_n, t)$ ,  $P_\lambda(\lambda_1, \dots, \lambda_m, t)$ . При этом начальные условия и параметры часто представляются случайными величинами, поэтому построение дифференциальных уравнений для определения плотностей вероятности распределений выходных переменных характеристик состояний позволяет в дополнение к существующим средствам информационных технологий создать «сквозной» инструментарий как для проектных, так и для производственных этапов. В этом случае уже на этапах схематехнического проектирования становится возможным учет технологических требований при подготовке производства изделий, которые заданы в ТЗ. Процессы проектирования и подготовки производства в общем виде представлены на рис. 1. Условия работоспособности будущего изделия по выходным характеристикам  $Y$  задаются в ТЗ, в том числе в виде плотности вероятности распределения. Внутренние переменные и параметры задаются или вычисляются как случайные функции или случайные величины, исчерпывающими характеристиками которых являются также плотности распределения вероятностей. Таким образом, математические модели и соответствующие связи между этапами можно представить по отношению к плотностям вероятностей распределения выходных переменных  $Y$ , внутренних переменных  $Z, R, E$  и параметров  $\Lambda, \nu, \xi, \mu$ . На этапах схематехнического проектирования это  $P_1(Y, \Lambda, t)$ , конструкторского и технологического проектирования –  $P_2(z, \nu, t)$ ,  $P_3(R, \xi, t)$ , подготовки производства и монтажа –

$P_4(E, \mu, t)$ . Соответствующие связи между этапами можно представить по отношению к плотностям вероятности распределения выходных переменных  $Y$ , внутренних переменных  $Z, R, E$  и параметров  $\Lambda, \nu, \xi, \mu$  через такие функции. Начальные условия  $P_{10}, P_{20}, P_{30}, P_{40}$ , определяются по выходным функциям  $P_2, P_3, P_4$ , получаемым на каждом из этапов. Начальная плотность вероятности  $P_{10}$  определяется по исходным данным в ТЗ и характеристикам параметров  $\Lambda, \nu, \xi, \mu$ , которые обычно основаны на технических характеристиках элементной базы будущего изделия. При этом функции связей  $\Lambda = f_1(\nu, \xi, \mu)$ ,  $\nu = f_2(\xi, \mu)$  обычно известны. Инструментарий проектирования и подготовки производства, построенный по отношению к плотностям вероятности распределения количественных характеристик  $Y, z, R, E, \Lambda, \nu, \xi, \mu$ , обычно включает пакеты программ и интерфейсы в гомогенном пространстве внешних и внутренних переменных и параметров. Для гетерогенных КФС имеются проблемы интерфейсов кибернетической и физической подсистем, постановка и пути решения которых рассмотрены в [2]. Определение плотностей вероятностей  $\Lambda, \nu, \xi$  через исходные  $P_\mu(\mu)$  на основе функции связи  $f_1, f_2, f_3$  известно:

$$P_\xi = P_\mu \times f_1^{-1}; \quad P_\nu = P_\xi \times f_2^{-1}; \quad P_\Lambda = P_\nu \times f_3^{-1}, \quad (1)$$

где  $f_1^{-1}, f_2^{-1}, f_3^{-1}$  – функции, обратные заданным.

В данной статье излагаются некоторые математические модели, методы и алгоритмы, лежащие в основе предлагаемого инструмен-

тария.

Математические модели КФС в операторной форме можно представить в виде:

$$\begin{aligned} L\{Y(X, \Lambda, t)\} &= E(X, t), X \in D, t \in 0, T, \\ B\{Y(X, \Lambda, t)\} &= G(X, t), X \in D, t \in 0, T, \\ I\{Y(X, t)\} &= Y_0(X, t), X \in D, t = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где:  $L$  – оператор объекта управления;  $B$  – оператор краевых условий;  $I$  – оператор начальных условий;  $Y$  – выходные переменные, случайные функции времени;  $E, G$  – операторы возмущений  $X$  и времени  $t$ ;  $X$  – возмущения, случайные функции времени;  $\Lambda$  – параметры, случайные величины.

Обобщенная модель (2) соответствует КФС различного назначения, включающим физические подсистемы, встроенные вычислительные подсистемы в сочетании с взаимодействием физических полей и диффузиями химических соединений. При этом важнейшей проблемой является разработка интерфейсов между математическими моделями различных подсистем. В практических приложениях на этапах схемотехнического проектирования удается перейти от системы (2) к математической модели динамики КФС в форме

$$\begin{aligned} F\left(\ddot{Y}, \dot{Y}, Y, X, \Lambda, U, t\right) &= 0, \\ Y \in R^n, \Lambda \in R^m, Y_0 \in R^n, \dot{Y}_0 \in R^n, U \in R^s, \end{aligned} \quad (3)$$

которая свободна от операторов  $E$  и  $B$ . В уравнении (3) обозначено:  $F$  – нелинейная вещественная вектор-функция своих аргументов;  $Y, \dot{Y}, \ddot{Y}$  – выходные переменные – случайные вектор-функции и их производные; случайные вектор-функции  $U$  – управления,  $X$  – возмущения;  $\lambda$  – вектор параметров случайных величин;  $t$  – время.

Такие переходы выполняются на основе конечных интегральных преобразований [3]. В [4] такие преобразования выполнены по отношению к уравнениям турбулентной диффузии и конвекции. Для приведения системы (3) к форме Коши применяется замена переменных и представление случайных функций неканоническими разложениями по ортогональным детерминированным функциям [5] с параметра-

ми – случайными величинами:

$$Y = F(Y, X, \Lambda, U, t), Y \in R^{2n}, Y_0 \in R^{2n}. \quad (4)$$

Обозначим функции распределения вероятностей по координатам, параметрам, возмущениям и начальным условиям в виде:  $\Phi_Y(Y, t)$ ,  $\Phi_\lambda(\Lambda)$ ,  $\Phi_X(X)$ ,  $\Phi_0(Y, t_0)$ , соответствующие плотности вероятности обозначим  $P_Y(Y, t)$ ,  $P_\lambda(\Lambda)$ ,  $P_X(X)$ ,  $P_0(Y, t_0)$ .

Переход от системы уравнений (4) к уравнениям относительно плотностей распределения вероятности осуществляется аналогично построению уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова для стохастически определенных процессов непрерывных во времени [6]. Рассматривая поток интегральных кривых  $Y(t)$  при заданных начальных условиях  $P_0(Y, t_0)$ , проходящий через параллелепипед  $\Delta Y$  за время  $\Delta t$ , опуская в  $F(Y, X, \Lambda, U, t)$  аргументы  $X, U$  при предельном переходе с учетом уравнения (4) найдем:

$$\frac{\partial}{\partial Y} [P(Y, \Lambda, t) \times F(Y, \Lambda, t)] = \frac{\partial}{\partial t} P(Y, \Lambda, t)$$

или

$$\begin{aligned} \frac{\partial P(Y, \Lambda, t)}{\partial t} &= \frac{\partial P(Y, \Lambda, t)}{\partial Y} \times F(Y, \Lambda, t) + \\ &+ \frac{\partial F(Y, \Lambda, t)}{\partial Y} \times P(Y, \Lambda, t), \\ &P_0(Y, \Lambda, t_0). \end{aligned} \quad (5)$$

Полная система уравнений необходима при решении задачи синтеза управлений  $U(Y, t)$ , которая здесь не рассматривается.

В (5)  $\frac{\partial P(Y, \Lambda, t)}{\partial Y}$  – матрица Якоби, которая вычисляется по исходной функции  $P_0(Y, \Lambda, t_0)$ , аналогично матрица  $\frac{\partial F(Y, \Lambda, t)}{\partial Y}$  определяется по исходной функции  $F(Y, \Lambda, t_0)$ . Уравнения (5) по отношению к  $P(Y, \Lambda, t)$  при  $Y = Y_k = Y(t_k)$ ,  $k = 0, n$  можно представить в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\frac{dP(t)}{dt} = \xi_1 \times F(Y, \Lambda, t) + \xi_2 P_Y(t), \quad (6)$$

где  $\xi_1 = \frac{\partial P_Y(Y, \Lambda, t_k)}{\partial Y}$ ,  $\xi_2 = \frac{\partial F(Y, \Lambda, t_k)}{\partial Y}$  – ма-

трицы, вычисляемые по векторам  $PY(Y, \Lambda, t)$  и  $F(Y, \Lambda, t)$  в заданный момент времени  $t = t_k$ .

### Функционал качества

Жизненный цикл предусматривает анализ состояний КФС будущего изделия в последовательности проектных и производственных процедур и операций; синтез управлений в КФС на основе обобщенного функционала «максимума вероятности обеспечения качества», включающего вероятность  $P$  выполнения требований ТЗ:

$\Phi_0 = \max P(V_0, W_0)$ , где  $V_0$  и  $W_0$  – начальные параметры и критерии, на последующих этапах их согласование вплоть до  $n$ -го этапа подготовки производства:

$$\Phi = \max P[K_1 \geq K_{1_0}, K_2 \geq K_{2_0}, \dots, K_j \leq K_{j_0}, K_{j+1} \leq K_{(j+1)_0}, \dots, K_n \leq K_{n_0}], \quad (7)$$

где  $\{K_j\}$ ,  $1 \leq j \leq n$  – требования ТЗ, включающие основные требования (характеристики качества). Здесь под качеством, в соответствии с [7], понимается степень соответствия совокупности присущих характеристикам объекта требованиям. Функционал (7) представлен в общем виде, однако его вид на отдельных стадиях жизненного цикла принимает частные формы, в зависимости от актуальных на этой стадии характеристик качества. В данной работе из общего функционала выделены динамические характеристики работоспособности.

На этапах проектирования изделия оказывается возможным, путем решения уравнений (6), осуществлять управление качеством продукции и обеспечение качества производства на этапах проектирования, технологической подготовки и производства.

### Этапы схемотехнического проектирования

На этапах схемотехнического проектирования, учитывая известные несоответствия параметров, имеющих место на этапах подготовки производства, можно прогнозировать состав и последовательность операций технологического оборудования для обеспечения работоспособности изделия. Поскольку работоспособность изделия в динамике оценивается по выходной переменной  $Y$  и случайным функциям, то не-

обходима связь  $Y$  с параметрами  $\Lambda$ , случайными величинами, что требует решения дифференциального уравнения (4). Однако через уравнение статики при  $t = t_0$  можно определить функцию связи  $Y = \Psi(\Lambda)$ , и тогда  $\Lambda = \Psi^{-1}(Y)$  – обратную функцию. Из теории вероятности известно, что  $P_Y = P_\lambda(\Psi^{-1}(Y))dY$ . В частности, на этапе схемотехнического проектирования можно ввести совокупный параметр  $\Lambda$ , представляемый радиус-вектором в  $n$ -мерном пространстве:

$$\Lambda = [\lambda_{11}, \lambda_{j1}, \dots, \lambda_{mn}], \quad (j, i = 1, 2, \dots, n), \quad (8)$$

где  $\lambda_{ji}$  – параметры, полученные после вычисления заданных в ТЗ и по известным характеристикам комплекующих элементов величинам реальных параметров, составляющие матрицы  $\xi_1$  и  $\xi_2$  в (6).

Так как  $\lambda_{11}, \dots, \lambda_{j1}, \dots, \lambda_{mn}$  – случайные величины, то  $\Lambda$  является случайным вектором. Оценивая состояния будущего изделия по выделенным критериям качества из функционала (7) можно оценивать работоспособность будущего изделия, поэтому границами области работоспособности системы будут сочетания значений параметров системы, соответствующих точкам границы допустимых значений выходной переменной  $Y$  как критериальной характеристики. Граница области работоспособности может быть представлена как функция от гиперповерхности, охватывающей некоторый участок пространства параметров:  $\Psi[\lambda_{11}, \dots, \lambda_{j1}, \dots, \lambda_{mn}] = 0, (j, i = 1, 2, \dots, n)$ .

Далее определяется вероятность того, что система при выбранном критерии из функционала (7) находится в работоспособном состоянии в течение заданного времени  $T$ . Если обозначить априорную совместную плотность вероятности вектора  $\Lambda$  через  $P(\Lambda) = P(\lambda_{11}, \dots, \lambda_{j1}, \dots, \lambda_{mn})$ , то вероятность попадания вектора  $\Lambda$  в малый объем  $d\Omega(\Lambda) = f(<Y <)$ , где  $f(Y)$  – функция связи векторов  $\Lambda$  и  $Y$ , геометрически можно интерпретировать как  $n$ -мерный параллелепипед с гранями  $d\lambda_{11}, \dots, d\lambda_{1n}$ .

При условии независимости параметров  $\lambda_{ik}$  ( $i, k = 1, 2, \dots, n$ ):

$$P(\Lambda) = \prod_{i=1}^n p_{\lambda_{ik}}, \quad (9)$$

где  $p_{\lambda_{ik}}$  – плотность распределения парамет-

ра  $\lambda_{ik}$ .

Воспользуемся уравнением (6) и определим начальную плотность вероятности  $P_0(Y, \Lambda, t_0)$  через заданную (7) плотность распределения вероятности параметров, полагая, что функция  $\Lambda = \Phi^{-1}(Y)$  определяется по исходной математической модели (4). Область работоспособности по функции распределения вероятности критерия  $Y^* \in Y$ ,  $P_{Y^*}$  устанавливается через известные плотности вероятностей распределения параметров  $\Lambda$ . Для определенности принято, что плотность распределения каждого параметра оценивается по нормальному закону. Нахождение состояния системы в заданном участке работоспособности  $Y_{min} < Y < Y_{max}$  для любого момента времени будет определяться через функцию распределения вероятности:

$$\varphi(\Lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sum_{i,k}^{n,n} \frac{1}{\sigma_{\lambda_{ik}}} \times \int \dots \int_{\Psi} \exp \left\{ -\sum_{i=1}^n \frac{[\lambda_{ik} - m_{\lambda_{ik}}]^2}{2\sigma_{\lambda_{ik}}^2} \right\} d\lambda_{11} d\lambda_{21} \dots d\lambda_{ni}, \quad (10)$$

где  $\Psi$  – построенная на первом этапе граничная поверхность области изменения заданного критерия работоспособности  $Y^* \in Y$ .

### Этапы конструкторского проектирования и технологической подготовки производства

На этапах конструкторского проектирования и технологической подготовки производства по выбранным из функционала (7) критериям строятся оценки качества, которые служат для определения и контроля состояний изделия в его движении от исходных данных до опытного образца. В этом случае дифференциальные уравнения и плотности вероятности строятся на основе операторной математической модели. На схемотехническом этапе строится ряд таких моделей, определяемых разбиением конструкции КФС на подсистемы. Посредством преобразований, аналогичных (5) и (6), можно получить уравнения для плотностей распределения вероятностей на этапе конструирования в виде:

$$\frac{\partial P_z(z, v, t)}{\partial t} = \xi_1 \times F(Z, v, t) + \xi_2 \times P_z(z, v, t), \quad P_{z_0}(z, v, t_0), \quad (11)$$

где  $P_z(Z, v, t)$  – плотность вероятности распределения расчетных переменных конструкции,  $Z, v$  – параметры конструкции.  $P_{z_0}(Z, v, t_0)$  задаются через связи функции  $v f_a(\xi, \mu)$ . Технологическая подготовка производства связана с анализом прохождения потоков. В этом случае применяется представление технологического процесса в виде марковского случайного процесса с непрерывным временем. Представляя технологический процесс размеченным графом  $G[P(t), B(t)]$ , где  $P(t)$  – плотность вероятности событий;  $B(t)$  – интенсивности переходов, математическая модель технологического процесса примет вид [9]:

$$\frac{\partial P_3(R, \xi, t)}{\partial t} = B \times P_z(R, \xi, t), \quad P_{z_0}(R, \xi, t_0), \quad (12)$$

где  $P_3(R, \xi, t)$  – вектор вероятностей состояний;  $B$  – матрица интенсивностей переходов с компонентами  $B_{ij}(t)$ ,  $(i, j = 1, 2, \dots, n)$ .

На примере достижения требуемых значений характеристик при последовательном выполнении операций монтажа печатной платы контроллера можно применить предварительные оценки к операциям последовательности движения от «заготовки» к конечному изделию и соответствующему технологическому оборудованию.

Вероятностные характеристики переходов определяются по уравнению (8). Начальные значения функции  $P_{z_0}(t, \mu)$  задаются через связь  $P_0(R, t)$  и  $\mu = f_4(R)$ . В силу того, что значения характеристик моделируют случайную величину, представляющую собой число событий, произошедших за фиксированное время, а события происходят с некоторой фиксированной средней интенсивностью, представленной матрицей  $\Lambda$  в (8), и независимо друг от друга, принимается вероятностное распределение дискретного типа Пуассона. Соответствующие плотности распределения вероятности находятся для всех управляемых на каждой операции характеристик качества. Предложенный подход позволяет выявить операции, определяющие качество сборки печатной платы при проектировании и производстве изделий электроники [8]. Контроль качества в процессе производства осуществляется установками автоматической оптической инспекции (АОИ). Применяемые АОИ подразделяются на следующие виды: после нанесения паяльной пасты – *Solder paste inspection (SPI)*; после печи оплавления – *post*

*reflow inspection (AOI)*; дополнительный контроль монтажа компонентов *BGA – 3DX-Ray inspection (AXI)*. Прогнозирование возможных несоответствий на основе математических моделей сводится к применению соответствующего инструментария оценок  $P_Y, P_A$ .

### Заключение

Предложенный подход не претендует на завершенность для применения в полном жизненном цикле киберфизических систем. Основная идея – получение плотностей распределения вероятностей для прогнозирования и создания результативных процедур – оказалась полезной на этапах проектирования и производства. На основе уравнений (6), (11), (12) на этапах проек-

тирования и на этапах производства получают наиболее общие оценки состояния объекта. Дальнейшее развитие предлагаемого подхода к построению инструментария проектирования и подготовки производства КФС определяется получением статистических данных, накапливаемых в базах данных и знаний, или другими методами раскрытия неопределенностей. Это приводит к решению задачи синтеза управлений по отношению к плотности вероятностей в математической модели (6, 11, 12) и созданию «сквозного» пакета прикладных программ без обязательных интерфейсов между отдельными пакетами программ с одной стороны и позволит получать необходимые оценки проектно-производственного процесса на конечном множестве состояний.

### Список литературы

1. Cook, I.A. Automatic Code Generation / I.A. Cook // Embeddied Control System, 2012.
2. Edward A. Lee. Fundamental Limits of Cyber-Physical Systems Modeling / Edward A. Lee // ACM Transactions on Cyber-Physical Systems. – 2016. – Vol. 1. – № 1. – Article 3.
3. Кошляков, Н.С. Основные дифференциальные уравнения математической физики / Н.С. Кошляков, Э.Б. Глинер, М.М. Смирнов. – М. : Физматгиз, 1962.
4. Сольницев, Р.И. Вопросы построения замкнутой системы управления «Природа – Техногенника» / Р.И. Сольницев // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2009. – № 7. – С. 23–32.
5. Чернецкий, В.И. Об одном конечном представлении стационарных случайных функций в задачах теории автоматического управления / В.И. Чернецкий; под ред. академика Б.Н. Петрова. – М. : Наука, 1967.
6. Гуткин, Л.С. Математические основы современной электроники / Л.С. Гуткин, Б.Р. Левин, И.А. Большаков. – М. : Советское радио, 1968. – 208 с.
7. ISO 9000:2015 Quality management systems – Fundamentals and vocabulary (IDT).
8. Сольницев, Р.И. Киберфизические системы в экологической безопасности и геомониторинге автотранспорта / Р.И. Сольницев, Г.И. Коршунов, А.А. Петрушевская, А.В. Параничев. – СПб. : Изд. СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2019. – 148 с.

### References

3. Koshlyakov, N.S. Osnovnye differentsialnye uravneniya matematicheskoy fiziki / N.S. Koshlyakov, E.B. Gliner, M.M. Smirnov. – M. : Fizmatgiz, 1962.
4. Solnitsev, R.I. Voprosy postroeniya zamknoy sistemy upravleniya «Priroda – Tekhnogenika» / R.I. Solnitsev // Izv. SPbGETU «LETI». – 2009. – № 7. – S. 23–32.
5. Chernetskij, V.I. Ob odnom konechnom predstavlenii statsionarnykh sluchajnykh funktsij v zadachakh teorii avtomaticheskogo upravleniya / V.I. Chernetskij; pod red. akademika B.N. Petrova. – M. : Nauka, 1967.
6. Gutkin, L.S. Matematicheskie osnovy sovremennoj elektroniki / L.S. Gutkin, B.R. Levin, I.A. Bolshakov. – M. : Sovetskoe radio, 1968. – 208 s.
8. Solnitsev, R.I. Kiberfizicheskie sistemy v ekologicheskoy bezopasnosti i geomonitoringe avtotransporta / R.I. Solnitsev, G.I. Korshunov, A.A. Petrushevskaya, A.V. Paranichev. – SPb. : Izd. SPbGETU «LETI», 2019. – 148 s.

УДК 004.021

Д.В. БУДАКОВСКИЙ, Е.А. КОЗИН, А.В. ПЕТРАКИ, К.А. КОНДРАТЕНЯ  
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва

## МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОИСКА УТЕЧЕК ИНФОРМАЦИИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

*Ключевые слова:* веб-страницы; информационно-поисковые системы; поиск информации; утечки информации; утечки информации в Интернет.

*Аннотация.* В данной статье исследуется возможность автоматизации поиска утечек информации в сети Интернет. Производится реализация описанных методов и их комбинирование в единую программу. Результатом является описание возможной реализации методов автоматизации поиска утечек информации в интернете.

В современном мире в интернете можно найти огромное количество информации. Какие-то данные находятся в Сети легально (например, различные новости, полезные научные сведения и т.д.), а некоторые данные – нелегально (конфиденциальная информация людей, компаний). Такие данные могут попасть в сеть Интернет как случайно (ошибки в настройках серверов, облачных хранилищ, человеческие ошибки), так и по чьему-то умыслу (некоторые люди, получившие доступ (санкционированный или несанкционированный) к информации, могут выложить информацию в интернет, чтобы навредить чьей-либо репутации).

Также в настоящее время огромное количество различной информации (от персональных данных людей, обрабатываемых компаниями и организациями, до стратегий развития или новых разработок компаний) хранится в сети Интернет для обеспечения удобства доступа к этим данным сотрудникам, которые могут находиться в разных представительствах компаний по всему миру. Обычно доступ к таким данным имеет только ограниченное число лиц, работа которых связана с этой информацией.

Таким образом, под утечкой информации в Сеть подразумевается неправомерный выход

информации за пределы компании (организации или круга лиц, которым она была доверена), при котором она попадает в открытый доступ в интернете.

Основными способами обнаружения утечек информации в Сети являются:

- мониторинг веб-страниц;
- мониторинг социальных сетей;
- мониторинг страниц на появление новой информации.

Для поиска информации на веб-страницах были реализованы два алгоритма. Для реализации алгоритмов был выбран язык программирования *Python* и использовались библиотеки «*BeautifulSoup*» и «*Requests*».

Доступ к сайтам осуществляется с помощью *HTTP*-запросов, для работы с ними будет использоваться библиотека «*Requests*» для *Python*. Библиотека «*BeautifulSoup*» для *Python* позволяет взять произвольный (валидный) *HTML*-код и построить из него дерево *Python*-объектов, с возможностью просматривать их *HTML*-типы (теги) и атрибуты. Важно то, что сохраняется структура «дерева», а это означает, что можно выбрать произвольный элемент и походить вокруг, то есть посмотреть «детей» элемента, «родителя» и даже «братьев/сестер» (*sibling*).

Для поиска нужной информации в *HTML*-коде используются два алгоритма:

- «наивный» алгоритм;
- алгоритм с правилами.

«Наивный» алгоритм: «*BeautifulSoup*» позволяет провести поиск текста по дереву, используя *Regex*-объект, получив на выходе тег, содержащий искомую строку. Но ситуация, когда весь текст упакован в один сплошной тег, встречается достаточно редко, гораздо чаще он раскидан по разным тегам, управляющим его внешним видом, типом и размером шрифта, его начертанием и т.д. Кроме того, в тексте часто есть картинки, ссылки и другие элементы, выделенные в отдельные «блоки». Таким обра-

```

<html>
  <body>
    <div class="article_title">
      Article title
    </div>
    <div class="article_body">
      Article text here
      image here <img=...>
      <p>
        <table>
          ...
          text in table
          ...
        </table>
      </p>
    </div>
  </body>
</html>

```

Рис. 1. Пример кода веб-страницы

зом, простое вынимание блока с текстом не подходит.

Тогда в качестве наивной реализации можно сделать так: считать, что элемент, содержащий максимально много нужного текста и минимально лишней информации – это самый близкий по прямому родству `<div>`. То есть поиск по строке «*text in table*» в коде (рис. 1) выдаст тег `<table>`, после чего надо подняться до ближайшего тега `<div>` (`class=»article_body»`), это будет искомым элемент.

Алгоритм с правилами: наивная реализация будет давать неплохие результаты в целом, то есть получаемый текст будет близок к тому, что можно назвать «полный текст», но иногда сайты устроены так, что «наивный» подход не работает, так как полученный текст будет либо включать в себя слишком мало информации, либо слишком много.

Тогда был придуман подход с правилами. Его идея состоит в том, что можно для некоторого сайта или даже для паттерна пути на сайте определить, какой именно тег/блок нужен, через задание обязательных для тега атрибутов.

Для использования разработанных алгоритмов поиска информации на веб-страницах необходимо получать их *URL*-адреса. Для этого было реализовано взаимодействие с поисковыми системами «Яндекс» и «Google» с помощью отправки *GET*-запросов к сервисам «Яндекс. XML» и «Google Custom Search», которые предназначены для получения ответов поисковой базы по запросу. Для реализации использова-

лись язык *C++* и платформа *Qt*. В запрос добавляются специальные параметры (имя пользователя и ключ к сервису, текст поискового запроса и другие). Сервис отправляет ответ в формате *xml*, который впоследствии с помощью средств, предоставляемых *Qt*, анализируется, в результате чего создается список *URL*-адресов веб-страниц. Полученный список адресов и поисковая фраза передаются в модуль синтаксического анализа веб-страниц для поиска нужной информации на страницах. Взаимодействие реализовано с помощью библиотек платформы *Qt* «*QNetworkRequest*» и «*QNetworkReply*», которые предназначены для отправки *HTTP*-запросов к веб-сервисам и получения ответов от них.

Поиск одновременно ведется в двух поисковых системах. *URL*-адреса полученных сайтов сравниваются, и если есть повторяющиеся, то они не анализируются. Так как разные поисковые системы используют различные методы индексирования сайтов, то использование комбинации таких систем приведет к более полному поиску нужной информации.

В итоге программа состоит из трех модулей:

- модуль интерфейса программы;
- модуль взаимодействия с поисковыми системами «Яндекс» и «Google»;
- модуль, отвечающий за разбор сайтов и поиск фраз на них.

Схема взаимодействия модулей приведена на рис. 2.

Программа может искать информацию на веб-страницах, сравнивать их при повторном



Рис. 1. Схема взаимодействия модулей программы

анализе на предмет появления новой информации, а также обнаруживать появление новых веб-страниц с искомой информацией. Все эти возможности позволяют автоматизировать по-

иск утечек информации в Сети интернет. Тестирование программы показывает, что используемые методы позволяют обнаруживать 60–65 % утечек информации.

#### Список литературы/References

1. Bizer, C. Linked data – the story so far / C. Bizer, T. Health, T. Berners-Lee, 2009.
2. Manning, Ch.D. Introduction to Information Retrieval / Ch.D. Manning, P. Raghavan, H. Schutze, 2011.

© Д.В. Будаковский, Е.А. Козин, А.В. Петраки, К.А. Кондратеня, 2020

УДК 004.89, 621.865.8

В.А. САМАРИН, А.Е. ВАСИЛЬЕВ

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,  
г. Санкт-Петербург

## РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ СТРУКТУРНО-СЛОЖНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

*Ключевые слова:* встраиваемые системы; интеллектуальный исполнительный узел; микроконтроллеры; моделирование робототехнических систем; робототехника; цифровой двойник.

*Аннотация.* В работе проведено исследование подходов, применяемых в современных инструментальных средствах проектирования робототехнических систем и обеспечивающих взаимодействие программных элементов системы управления с аппаратными контроллерами и исполнительными устройствами. Развита методика и средства виртуализации аппаратуры и исполнительных устройств, позволяющие повысить эффективность проектирования; проведены соответствующие экспериментальные исследования. Полученные результаты позволяют в перспективе повысить качество реинжиниринга проектов и расширить практику применения концепции «цифровых двойников».

---

### Введение

В практике проектирования робототехнических приложений широко применяется программная платформа *Robotic Operation System (ROS)* [1]. Применение *ROS* в задачах проектирования верхних иерархических уровней робототехнических систем характеризуется существенной степенью унификации, в то время как организация взаимодействия с исполнительными устройствами, датчиками и их виртуальными моделями подобной унифицированностью и простотой не обладает. Значительный рост по-

требностей в эффективной разработке (в смысле максимизации качества и минимизации ресурсозатрат) робототехнических приложений актуализирует задачу унификации методов и средств проектирования компонентов исполнительного уровня робототехнических систем в парадигме *ROS*.

### Характерные способы организации межуровневого взаимодействия элементов робототехнической системы

В упомянутой во введении платформе *ROS* поддержка взаимодействия элементов, расположенных на верхних уровнях иерархии системы, с элементами исполнительного уровня (осуществляющими управление аппаратными узлами) обеспечивается посредством программных средств «*ROS control framework*», назначение которых заключается в предоставлении разработчику целевой системы возможностей создавать и использовать так называемые абстрагированные контроллеры (иначе – «*ROS*-контроллеры»). Как правило, подобные контроллеры содержат регулятор с обратной связью (управляющий целевым исполнительным органом), принимают уставки верхних уровней робототехнической системы для управления этим исполнительным органом и возвращают информацию о его состоянии.

*ROS*-контроллер в общем случае содержит следующие компоненты:

– внешний интерфейс обмена данными (что позволяет осуществлять взаимодействие данного контроллера с иными программными элементами робототехнической системы);

– высокоуровневое описание алгоритма функционирования встроенной системы управления ROS-контроллера (что позволяет повысить степень его переносимости на аппаратные платформы различных архитектур);

– внутренний интерфейс обмена данными (что позволяет осуществлять взаимодействие алгоритма функционирования встроенной системы управления ROS-контроллера с тем физическим оборудованием, посредством которого в конкретной реализации этот контроллер осуществляет управление исполнительным узлом).

Подобная структурно-функциональная организация ROS-контроллера и ассоциированного с ним аппаратного вычислителя открывает возможность осуществлять трансформацию потока высокоуровневых команд, поступающего ROS-контроллеру от иных ROS-узлов (в общем случае не обеспечивающих соблюдение требований жесткого реального времени), в последовательность сигналов управления физическим оборудованием (формируемых с соблюдением требований функционирования в жестком реальном времени).

Характерным примером ROS-контроллера является *position\_controller* из группы *effort\_controllers* [2]. Данный контроллер реализует функции сервопривода, принимая от ROS-узлов уставку (заданное угловое положение) и управляя двигателем для ее отработки. Разработчику конкретной реализации аппаратного вычислителя необходимо обеспечить управление двигателем, например посредством широтно-импульсной модуляции, и возвращать текущее положение вала, определяемое по сигналам датчика положения. Существуют более сложные (алгоритмически и структурно) контроллеры: так, например, *diff\_drive\_controller* предоставляет разработчику робототехнической системы управление мобильной платформой с двумя независимыми колесами и опорой [3]. В аппаратном вычислителе (микроконтроллере) на основании высокоуровневых команд, задающих направление и скорость перемещения мобильной платформы, формируются сигналы управления каждым двигателем, приводящим в движение соответствующее колесо платформы.

Развитие инструментальных средств проектирования робототехнических систем в направлении роста абстрагированности их структурно-функционального описания от вариантов их технической реализации (что обеспечивает потенциальное расширение множества целе-

вых аппаратных платформ), а также растущие потребности соблюдения требований функционирования в жестком реальном времени показательно иллюстрируются ветвью платформы ROS – системой ROS2 [4].

На основе ROS2 разрабатываются версии платформ, обеспечивающие поддержку электронной компонентной базы различных микроконтроллеров. Примером может служить платформа «*micro-ROS*» [5], ориентированная на микроконтроллеры средней вычислительной производительности, например *STM32F4x* компании *STMicroelectronics*. Программному обеспечению ROS-контроллеров обеспечивается совместимость (на уровне исходных текстов) с различными аппаратными вычислительными платформами, что позволяет использовать ROS2 в качестве среды проектирования распределенных систем управления, исполняемых на совокупности вычислителей, объединенных каналами связи, обеспечивая тем самым локализацию критически значимых (с точки зрения соблюдения требований жесткого реального времени) задач на аппаратуре, непосредственно управляющей конкретным исполнительным узлом (рис. 1).

Описанный способ декомпозиции системы управления робототехническим объектом и представление устройства управления в виде множества программных элементов и множества аппаратных элементов является вполне обоснованным и в достаточной степени универсальным, но в большинстве случаев требует от разработчика самостоятельной реализации недостающих компонентов; помимо этого, в процессе разработки ряд исполнительных узлов может претерпевать существенные изменения [6].

#### **Перспективы применения моделей структурно-сложных исполнительных элементов в проектировании робототехнических систем**

Практикой применения сформулированной в предшествующем разделе парадигмы разработки с использованием описанных выше средств установлено, что в ряде случаев возможна замена реального исполнительного узла и обслуживающего его аппаратного микроконтроллера (рис. 1) на их совокупную виртуальную модель [7; 8]. Очевидно, что применяемая при этом среда моделирования должна обеспе-

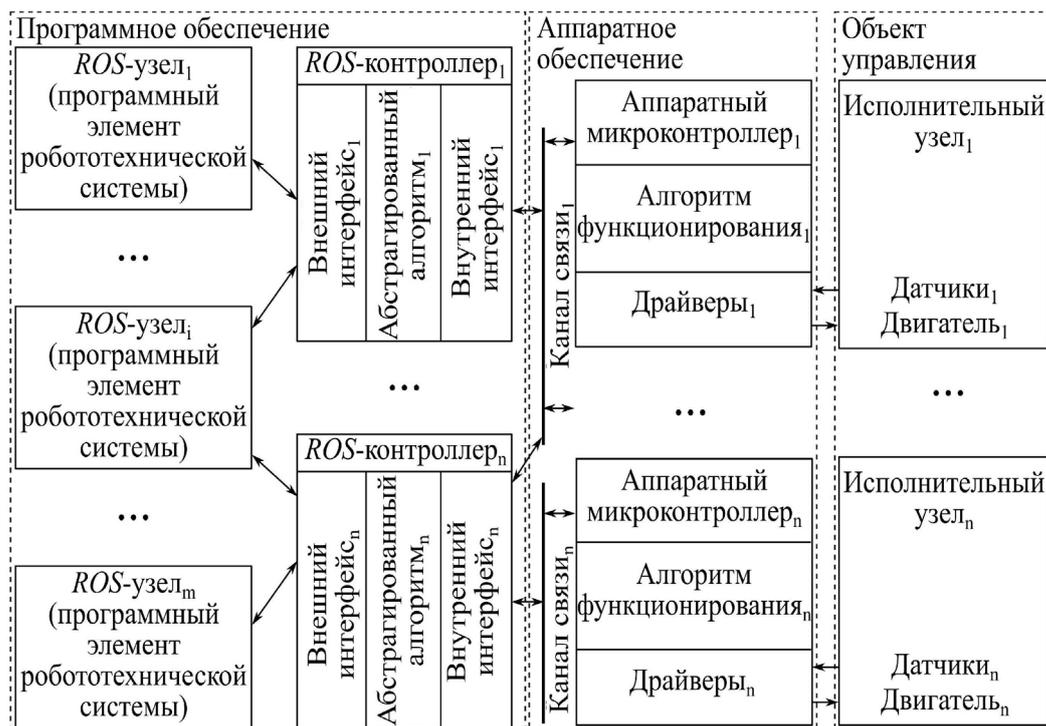


Рис. 1. Принцип организации взаимодействия узлов ROS с исполнительными узлами управления

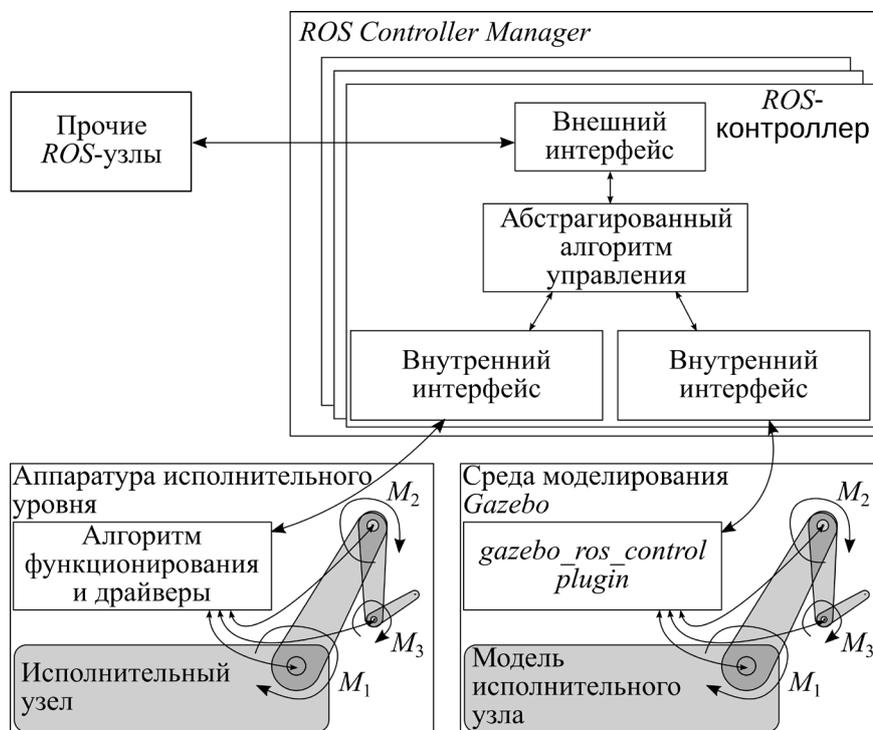
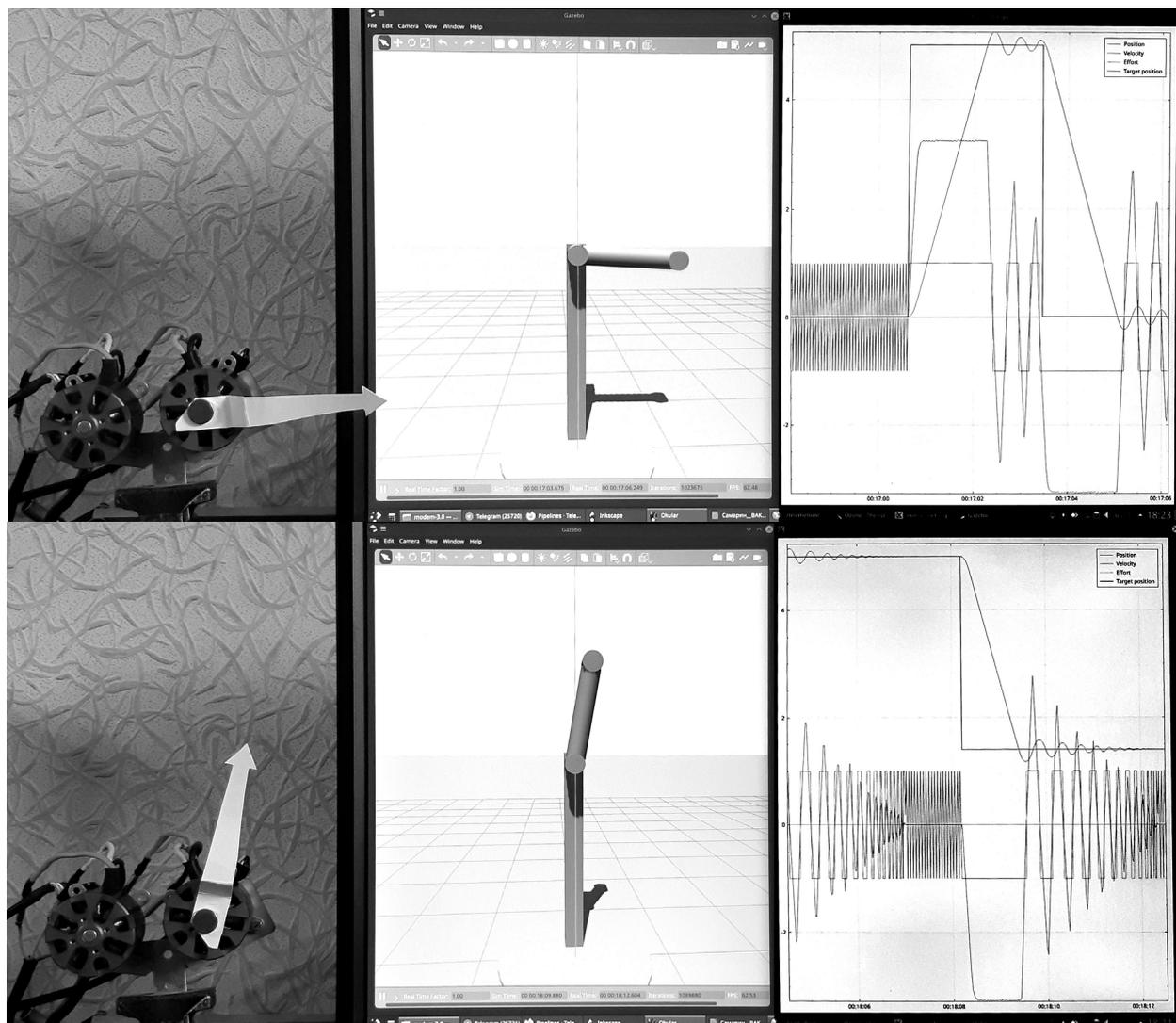


Рис. 2. Организация распределенной системы управления с частичным замещением исполнительных элементов



**Рис. 3.** Экспериментальная демонстрация подобию поведения физического исполнительного узла (слева) и его цифрового двойника (центр) посредством управляющей программы для задания уставок и мониторинга (справа)

чивать соответствующий интерфейс взаимодействия, при этом использование этого интерфейса должно сопровождаться приемлемыми для разработчика трудозатратами. Так, в частности, подобным требованиям отвечает среда моделирования элементов робототехнических систем *Gazebo* [9], характеризующаяся при этом достаточной распространенностью. Таким образом, в процессе проектирования робототехнической системы ряд исполнительных узлов может быть представлен своими «цифровыми двойниками» (рис. 2), что снижает количество итераций проектирования и трудозатраты разработчика.

Одним из способов организации взаимодействия *ROS* и *Gazebo* является использование *gazebo\_ros\_pkg*, посредством которого возможно

реализовать эквивалент *ROS*-контроллера (связанный с размещенным в среде моделирования виртуальным исполнительным узлом) без использования каких-либо дополнительных или нестандартных средств и приемов.

Библиотека готовых к использованию плагинов на основе *gazebo\_ros\_pkg* достаточно обширна: доступны для применения как простые (управление приводом по скорости или получение данных от конечного датчика), так и достаточно сложные (управление подвижными платформами различной конфигурации или манипуляторами с большим числом степеней свободы).

В случаях, когда разработчику необходима модель исполнительного узла, отсутствующая

щая в библиотеке готовых решений, следует выполнить ее разработку и включить в состав библиотеки для возможности повторного использования. При разработке новой модели исполнительного узла необходимо реализовать его конструкцию и алгоритм функционирования его системы управления в виде «цифрового двойника» – плагина для *Gazebo*.

### Практика реализации концепции проектирования

Ниже кратко приведем некоторые результаты применения описанного выше подхода к проектированию робототехнических систем. На основе описанных выше принципов и инструментальных средств была разработана следующая робототехническая система: исполнительный узел, представляющий собой бесколлекторный двигатель, снабженный датчиком положения, управляется аппаратным микроконтроллером *STM32F405*; алгоритм управления – по положению (с ограничением максимальной скорости и момента). Ассоциированный с аппаратной частью *ROS*-контроллер реализован в *micro-ROS* (среда исполнения – операционная система *NuttX*). *ROS*-контроллер и аппаратный микроконтроллер связаны по *UART*; уставка передается посредством стандартного сообщения «*trajectory\_msgs/JointTrajectoryPoint*», информация о состоянии исполнительного узла (поло-

жение, скорость и момент) передается посредством стандартного сообщения «*sensor\_msgs/JointState*».

В среде моделирования *Gazebo* реализована модель описанной выше системы, включающая в себя модель конструкции, модель алгоритма управления и интерфейс связи.

Полученную пару (аппаратная и виртуальная реализация) можно считать «интеллектуальным исполнительным узлом» и его «цифровым двойником».

Разработанные технические средства позволяют проводить серии экспериментов по одновременному управлению физической и виртуальной сущностями объекта управления и демонстрируют качественное подобие поведения реальной и виртуальной систем (рис. 3).

### Заключение

Рассмотренные в работе подходы к проектированию робототехнических систем, основанные на создании библиотек «цифровых двойников» параметризуемых интеллектуальных исполнительных узлов, позволяют на ранних стадиях проектирования включать в проект системы ее исполнительные узлы, что потенциально позволяет обеспечить повышение качества проектирования элементов и устройств робототехники при одновременном снижении трудоемкости этого проектирования.

### Список литературы

1. Quigley, M. ROS: an open-source Robot Operating System / M. Quigley, B. Gerkey, K. Conley, B. Gerkey, J. Faust, T. Foote, J. Leibs, R. Wheeler, A. Ng // ICRA Workshop on Open Source Software, 2009.
2. Chitta. Ros\_control: A generic and simple control framework for ROS / Chitta et al. // The Journal of Open Source Software, 2017.
3. Papadopoulos, E. On Differential Drive Robot Odometry with Application to Path Planning / E. Papadopoulos, M. Misailidis // European Control Conference (ECC), 2007. – P. 5492–5499.
4. Документация проекта ROS2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://index.ros.org/doc/ros2/>.
5. Документация проекта micro-ROS [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://micro-ros.github.io>.
6. Самарин, В.А. Проблемы и методы повышения эффективности проектирования робототехнических приложений с применением многоуровневых моделей / В.А. Самарин, А.Е. Васильев. Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2020. – № 4(127). – P. 33–39.
7. Vassiliev, A. Designing the built-In microcontroller control systems of executive robotic devices using the digital twins technology / A. Vassiliev, V. Samarin, D. Raskin, E. Evseev, V. Veris, I. Peschinski, Y. Kurniawan // 2019 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech). – 2019. – P. 256–260.
8. Schluse, M. Experimentable Digital Twins – Streamlining Simulation – Based Systems

Engineering for Industry / M. Schluse, M. Priggemeyer, L. Atorf, J. Romann // 4.0. IEEE Transactions on Industrial Informatics, – 2018. – № 4(14). – P. 1722–1731.

9. Koenig, N. Design and Use Paradigms for Gazebo, An Open-Source Multi-Robot Simulator / N. Koenig, A. Howard // IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2009. – P. 2149–2154.

### References

4. Dokumentatsiya proekta ROS2 [Electronic resource]. – Access mode : <https://index.ros.org/doc/ros2/>.

5. Dokumentatsiya proekta micro-ROS [Electronic resource]. – Access mode : <https://micro-ros.github.io>.

6. Samarin, V.A. Problemy i metody povysheniya effektivnosti proektirovaniya robototekhnicheskikh prilozhenij s primeneniem mnogourovnevnykh modelej / V.A. Samarin, A.E. Vasilev. Perspektivy nauki. – Tambov : TMBprint. – 2020. – № 4(127). – R. 33–39.

---

© В.А. Самарин, А.Е. Васильев, 2020

УДК 624.131

Т.Н. ГОРБУНОВА<sup>1</sup>, Р.И. БАЖЕНОВ<sup>2</sup>, М.Б. ТУМАНОВА<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема», г. Биробиджан;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)», г. Москва

## МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА АВТОРЕГРЕССИОННЫМ ПАРАМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

*Ключевые слова:* авторегрессионные модели; метод модифицированных ковариаций; параметрические методы.

*Аннотация.* Целью данной работы было исследование применения авторегрессионного параметрического метода спектрального оценивания для колебательного процесса.

В качестве гипотезы было выдвинуто предположение, что при правильно выбранном параметре модели метод обладает повышенной разрешающей способностью, не требует оконного взвешенного сигнала и компенсации влияния фильтра-анализатора на точность оценок параметров колебательной системы.

В результате исследования была построена цифровая модель динамической системы, удовлетворяющая всем характеристикам.

### Введение

Для изучения колебательного процесса, представленного авторегрессионными (АР(p)) моделями, в последнее время активно рассматриваются параметрические методы спектрального оценивания [1–3]. Эти методы предполагают известным механизм формирования информационного сигнала, а именно: сигнал должен быть сформирован как резонансный отклик линейной узкополосной системы на широкополосное шумовое воздействие. Так, например, согласно диагностической модели происходит на динамически устойчивых режимах горения в жидкостном ракетном двигателе (ЖРД).

Простейшей диагностической моделью камеры сгорания как потенциально автоколебательной системы на «шумовых» режимах ее работы [4] может служить диссипативная динамическая система второго порядка, возбуждаемая случайным широкополосным (белым) шумом:

$$\frac{d^2 Y_v}{dt^2} + 2\delta_v(\Pi) \frac{dY_v}{dt} + \omega_{ov}^2 Y_v = \omega_{ov}^2 \xi(t), \quad \frac{\omega_{ov}}{\delta_v} \gg 1, \delta_v(\Pi) = (\delta_{vd} - \delta_{vt}) > 0, \quad (1)$$

где  $Y_v$  – временная реализация узкополосного случайного процесса;  $\omega_{ov}$  – круговая частота собственных колебаний (без затухания);  $t$  – время;  $\delta_{vd}$ ,  $\delta_{vt}$  – соответственно коэффициенты диссипации и генерации акустической энергии  $v$ -й моды нормальных колебаний, являющиеся функциями параметров П-режима работы камеры сгорания;  $\xi(t)$  – стационарное нормальное случайное широкополосное воздействие (шум турбулентного горения).

Каждое из уравнений (1) линейной диагностической модели аналогично известному из радиотехники уравнению простого ( $R, L, C$ ) резонансного колебательного контура (фильтра-резонатора), возбуждаемого стационарным широкополосным шумом [5]. Модуль амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) такого фильтра описывается выражением (2):

$$|W| = \sqrt{\frac{\omega_o^4}{(\omega^2 - \omega_o^2)^2 + 4\delta^2\omega^2}} = \sqrt{\frac{(2\pi f_o)^4}{16\pi^4(f^2 - f_o^2)^2 + 16\pi^2 f^2 \delta^2}} \quad (2)$$

### Материалы и методы

Дискретной цифровой моделью фильтра-резонатора (2) является авторегрессионная модель второго порядка (модель Юла [6]), описываемая уравнением:

$$Y_{i,n} = \alpha_1 Y_{i,n-1} + \alpha_2 Y_{i,n-2} + x_n, \quad (3)$$

где  $Y_{i,n}$  – отсчет сигнала на выходе  $i$ -го фильтра,  $i = 1, 2, 3, \dots$

$$\alpha_1 = \frac{4r \times \cos 2\pi f_i \times h}{1+r}, \quad (4)$$

$$\alpha_2 = -r, \quad (5)$$

$$r = \exp(-2\delta_\phi \times h), \quad (6)$$

где  $f_i$  – резонансная частота фильтра;  $h$  – шаг дискретизации сигнала по времени, с;  $\delta_\phi$  – коэффициент демпфирования фильтра, 1/с.

Z-преобразование уравнения (3) можно представить в виде:

$$Y_n = \alpha_1 Y_n \times Z^{-1} + \alpha_2 Y_n \times Z^{-2} + x_n. \quad (7)$$

Отсюда АЧХ фильтра:

$$W(Z) = \frac{1}{1 - \alpha_1 \times Z^{-1} - \alpha_2 \times Z^{-2}}. \quad (8)$$

Положив  $Z = e^{j2\pi \times f \times \Delta}$ , где  $\Delta$  – шаг по времени, получим

$$W(f) = \frac{1}{[1 - \alpha_1 e^{-j2\pi^* f^* \Delta} - \alpha_2 e^{-2j\pi \times f \times \Delta}]} = \frac{1}{[1 - \alpha_1 e^{-j\omega \Delta} - \alpha_2 e^{-2j\omega \Delta}]}. \quad (9)$$

Модуль АЧХ фильтра:

$$|W(f)| = \sqrt{\frac{1}{1 + \alpha_1^2 + \alpha_2^2 - 2\alpha_1(1 - \alpha_2) \times \cos(2\pi f \Delta t) - 2\alpha_2 \times \cos(4\pi f \Delta t)}}. \quad (10)$$

Сравнение результатов модулей амплитудно-частотных характеристик, построенных по выражению (2) и (10) указывает на их идентичность.

Цифровая модель (3) была использована в качестве генератора модельных сигналов при тестировании разрабатываемого авторегрессионного метода спектрального оценивания диагностических параметров.

В [7] показано, что уравнение (3) дает стационарные решения для  $Y_n$  при условии, что  $a_1$  и  $a_2$  лежат внутри треугольной области:

$$\begin{aligned} a_1 + a_2 &< 1, \\ a_1 - a_2 &> -1, \\ -1 < a_2 &< 1. \end{aligned}$$

Параметрический спектральный анализ в данном случае сводится к решению оптимизационной задачи, то есть к поиску параметров авторегрессионной модели формирования сигнала, при которых она была бы максимально близка к реально наблюдаемому сигналу.

В АР( $p$ )-модели исходного временного ряда дискретные значения  $x_{(n)}$  представляются линейной комбинацией предыдущих значений и величиной ошибки  $\varepsilon_{(n)}$  [8; 9]:

$$x_{(n)} = a_1 x_{(n-1)} + a_2 x_{(n-2)} \dots + a_K x_{(n-K)} + a_P x_{(n-P)} + \varepsilon_{(n)} = \sum_{K=1}^P a_K x_{(n-K)} + \varepsilon_{(n)}, \quad (11)$$

где  $P$  – порядок модели.

Величина  $\varepsilon_{(n)}$  представляет собой разницу между истинным значением  $x_K$  и значением  $\hat{x}_K$ , предсказанным АР-моделью (ошибка предсказания).

Предполагается, что  $\varepsilon_{(n)}$  – белый шум с гауссовой плотностью распределения вероятности мгновенных значений и равномерным спектром мощности  $N_\varepsilon = const \times x_{(n)}$  можно трактовать как выход рекурсивного АР-фильтра порядка  $P$ , на вход которого поступает белый шум (рис. 1). АЧХ такого фильтра определяется выражением:

$$H(f) = \frac{1}{1 - \sum_{K=1}^P a_K \times e^{-iK\omega T}}, \quad (12)$$

где  $T$  – период дискретизации.

Соответственно, спектральная плотность мощности сигнала АР-модели:

$$P_{(\omega)} = \frac{\sigma_\varepsilon^2(n)}{\left| 1 - \sum_{K=1}^P a_K \times e^{-iK\omega T} \right|^2}, \quad (13)$$

где  $\sigma_\varepsilon^2(n)$  – дисперсия белого шума.

Таким образом, АР-метод спектрального анализа сводится к оценке коэффициентов  $a_K$  АР-модели порядка  $P$ , оценке мощности  $\sigma_\varepsilon^2$  белого шума и расчету спектральной плотности мощности (СПМ) по формуле (13).

Реализованный параметрический метод спектрального оценивания резонансных частот и декрементов колебаний состоит из трех этапов. На первом этапе производится оценка коэффициентов  $a_1$ – $a_P$  авторегрессионной модели (порядка  $P$ ). Из известных методов оценки этих коэффициентов был выбран модифицированный ковариационный. На втором этапе оцененные значения параметров  $(a_1, a_2, \dots, a_P)$  подставляются в теоретическое выражение для квадрата модуля АЧХ АР-модели (12).

На третьем этапе, в соответствии с диагностической моделью, узкополосные подъемы квадрата модуля АЧХ АР-модели аппроксимируются теоретическим выражением для квадрата модуля АЧХ линейного резонансного контура второго порядка с последующей оценкой декремента ко-

лебаний  $\hat{d} \left( \hat{d} = \frac{\delta}{f_P} \right)$ .

$$|\text{АЧХ}|^2 \sim \frac{1}{(\omega - \omega_P)^2 + \delta^2}, \quad (14)$$

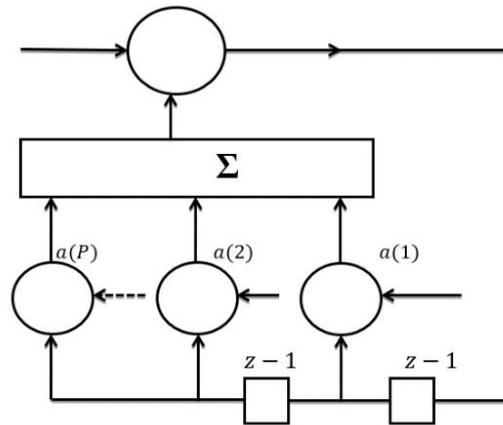


Рис. 1. АР-фильтр

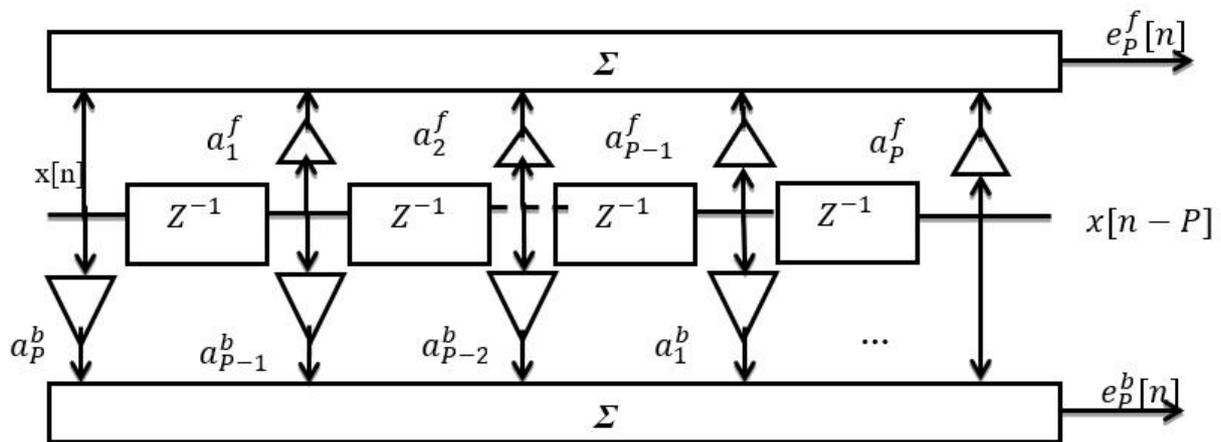


Рис. 2. Функциональная схема фильтра ошибок линейного предсказания вперед и назад

где  $\omega_p$  – резонансная круговая частота;  $\delta$  – коэффициент диссипативных потерь.

Оценка требуемого порядка авторегрессионной модели осуществляется путем сравнения получаемых оценок декрементов колебаний с соответствующими оценками, полученными стандартными методами (спектральным, корреляционным).

На практике мы не знаем истинной корреляционной функции исследуемого сигнала, поэтому для минимизации ошибки предсказания используются оценки автокорреляционной функции (АКФ). Известен целый ряд методов авторегрессионных оценок, отличающихся в основном подходом к обработке краевых эффектов (то есть к способу вовлечения в вычисления тех краевых отсчетов сигнала, для которых при вычислении АКФ отсутствует сдвинутая пара).

При анализе длинных последовательностей отсчетов все методы дают практически одинаковые результаты, различия начинают проявляться в случае коротких сигналов.

Следует отметить, что выражение для спектральной плотности мощности сигнала АР-модели совпадает по форме с соответствующим выражением метода максимальной энтропии (МЕМ), широко используемом, например, в анализе временных рядов в астрофизике [6]. Таким образом, при надлежащем выборе порядка  $P$  процесса авторегрессии мы автоматически получаем оценку спектральной плотности, оптимальную с точки зрения метода максимальной энтропии.

Из известных методов оценки коэффициентов  $a_k$  АР-модели – Юла-Уокера, Берга, ковариационного, модифицированного ковариационного, был выбран последний. В данном методе параметры линейного предсказания оцениваются путем минимизации среднего арифметического дисперсий ошибок линейного предсказания «вперед» и «назад»:

$$\sigma_{fb}^2 = \frac{1}{2}(\sigma_f^2 + \sigma_b^2), \tag{15}$$

где  $\sigma_f^2 = \frac{1}{N-P} \sum_{n=P}^{N-1} \left| x_{(n)} + \sum_{K=1}^P a_K^f x_{(n+K)} \right|^2$ ,  $\sigma_b^2 = \frac{1}{N-P} \sum_{n=P}^{N-1} \left| x_{(n)} + \sum_{K=1}^P a_K^f x_{(n+K)} \right|^2$ .

Оценка АР-параметров с использованием метода максимального правдоподобия приводит к решению системы уравнений;

$$\begin{pmatrix} C_x(1,1) & C_x(1,2) & \dots & C_x(1,P) \\ C_x(2,1) & C_x(2,2) & \dots & C_x(2,P) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_x(P,1) & C_x(P,2) & \dots & C_x(P,P) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{(1)} \\ a_{(2)} \\ \vdots \\ a_{(P)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_x(1,0) \\ C_x(2,0) \\ \vdots \\ C_x(P,0) \end{pmatrix}, \tag{16}$$

где элементы ковариационной матрицы имеют вид:

$$C_{x(j,K)} = \frac{1}{2(N-P)} \left( \sum_{n=P}^{N-1} x_{(n-j)} \times x_{(n-K)} + \sum_{n=1}^{N-1-P} x_{(n+j)} \times x_{(n+K)} \right). \tag{17}$$

Оценка дисперсии белого шума:

$$\sigma_\varepsilon^2 = \sigma_{fb, \min}^2 = \frac{1}{2(N-P)} \left[ \sum_{n=P}^{N-1} \left( x_{(n)} + \sum_{K=1}^P a_K^f x_{(n-K)} \right) \times x_{(n)} + \sum_{n=P}^{N-1-P} \left( x_{(n)} + \sum_{K=1}^P a_K^f x_{(n+K)} \right) \times x_{(n)} \right]$$

или

$$\sigma_\varepsilon^2 = \sigma_{fb, \min}^2 = C_{x(0,0)} + \sum_{K=1}^P a_K \times C_{x(0,K)}. \tag{18}$$

Известен ряд линейных алгоритмов вычисления коэффициентов АР-модели (методы Юла-Уокера, Левинсона-Дурбина, Берга и другие) [1; 8]. Моделирование шумов камер сгорания исследовалось в этой работе с помощью АР-процесса высокого порядка (P = 50...300). Из характеристик алгоритмов оценки параметров АР-процесса был выбран метод модифицированных ковариаций (ММК), который имеет высокую разрешающую способность, в частности при анализе относительно коротких реализаций сигналов, отсутствие расщепления спектральных пиков и ряд других достоинств [1; 3].

В качестве прототипа алгоритма ММК использован вариант быстрого вычисления коэффициентов АР-модели, предложенный Марплом [3] и дающий значительное улучшение в вычислительной точности (например, по сравнению с решением системы уравнений с декомпозицией по Холцкому).

### Верификация метода

Модель (1) позволяет сформировать временную реализацию линейного узкополосного шума Y(t) с заданными статистическими характеристиками – аналог акустического шума камеры сгорания на частоте ν-й нормальной моды.

По этой реализации можно сделать выборочную оценку декремента колебаний и сравнить по-

Таблица 1. Результаты обработки сигнала

$f_p$	$d$	$\sigma$	$\hat{d}$	$\hat{\sigma}$	$\varepsilon_d$	$\varepsilon_{dT}$	$\varepsilon_\sigma$
Гц				у.е.	%	%	%
1000	0,05	285,1	0,06	271,8	20	24,6	4,6
1000	0,10	219,4	0,09	222,7	10	17,4	1,5
1000	0,15	223,2	0,17	226,6	13	14,2	1,5
2000	0,15	214,4	0,16	213,8	6,6	10,0	0,2
4000	0,15	233,8	0,14	222,7	6,6	7,1	4,7

лученное значение с заданным. Сформируем с помощью (1) временную реализацию линейного узкополосного шума  $Y(t)$  при значении резонансной частоты  $f = 1000$  Гц и значении декремента колебаний  $d = 0,15$ . Результаты обработки представлены в табл. 1, где  $f_p$  – заданная резонансная частота;  $d$  – заданное значение декремента;  $\sigma$  – среднее квадратическое значение узкополосного сигнала, оцененное по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i^2}, N = 1000;$$

$\hat{d}$  – оценка декремента;  $\hat{\sigma}$  – оценка среднего квадратического значения сигнала путем интегрирования спектра АР-модели;  $\varepsilon_d$  – погрешность оценки декремента;  $\varepsilon_\sigma$  – степень отличия оценок  $\sigma$  и  $\hat{\sigma}$ .

Как видим, погрешность оценки декрементов не превышает теоретической статистической погрешности, определяемой выражением:

$$\varepsilon_{dT} = \frac{1}{\sqrt{\delta \times T_p}},$$

где  $\delta$  – заданное значение коэффициента затухания;  $T_p$  – длина реализации, с.

Отличие оценок средних квадратических значений сигнала, полученных непосредственно по отсчетам реализации  $Y(n)$  и путем интегрирования спектра АР-модели, незначительно (не превышает 5 %).

### Заключение

Обычно для сравнения возможностей тех или иных методов спектрального оценивания параметров динамической системы (в нашем случае – резонансных частот и декрементов колебаний) используются специальные тестовые сигналы в виде последовательности данных конечной длины (реализаций) с заданными характеристиками. В частности, представителем таких сигналов является модельный цифровой сигнал, сформированный линейной динамической системой второго порядка, на вход которой подается белый шум. Эта модель позволяет сформировать временную реализацию линейного узкополосного шума  $Y_{(n)}$  с заданными динамическими и статистическими характеристиками – аналог акустического шума камеры сгорания на частоте  $\nu$ -й нормальной моды. По этой реализации можно сделать выборочную оценку частоты и декремента колебаний тем или иным методом и сравнить полученные значения с заданными.

При тестировании же метода реальными сигналами (такowymi являются сигналы датчиков пульсаций давления) значения частот и декрементов колебаний априори не известны, поэтому эти значения, условно названные базовыми, мы предварительно оценивали альтернативным методом

(в данном случае – корреляционным, по скорости затухания автокорреляционной функции сигнала на частоте резонанса). Как видим, оценки декрементов колебаний на основе АР-модели близки к заданным.

### Список литературы

1. Шахтерин, Б.И. Методы спектрального оценивания случайных процессов / Б.И. Шахтерин, В.А. Ковригин. – М. : Гелиос АРВ, 2005.
2. Айфигер, Э. Цифровая обработка сигналов. Практический подход / Э. Айфигер, Б. Джервис; пер. с англ. – Вильямс, 2004.
3. Марпл-мл., С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения / С.Л. Марпл-мл.; пер. с англ. – М. : Мир, 1990. – 584 с.
4. Culick, F.E., Unsteady Motions in Combustion Chambers for Propulsion Systems / F.E. Culick // Cambridge University Press, 2007. – 664 p.
5. Заездный, А.М., Основы расчетов по статистической радиотехнике / А.М. Заездный. – М. : Связь, 1969.
6. Теребиж, В.Ю. Анализ временных рядов в астрофизике / В.Ю. Теребиж. – М. : Наука, 1992.
7. Дженкинс, Г. Спектральный анализ и его приложения / Г. Дженкинс. – М. : Мир, 1971.
8. Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко. – СПб. : Питер, 2002.
9. Бокс, Дж. Анализ временных рядов / Дж. Бокс, Г. Дженкинс; пер. с англ. – 1974. – Вып. 1. – М. : Мир.

### References

1. SHakhterin, B.I. Metody spektralnogo otsenivaniya sluchajnykh protsessov / B.I. SHakhterin, V.A. Kovrigin. – M. : Gelios ARV, 2005.
2. Ajfiger, E. TSifrovaya obrabotka signalov. Prakticheskij podkhod / E. Ajfiger, B. Dzhervis; per. s angl. – Vilyams, 2004.
3. Marpl-ml., S.L. TSifrovoj spektralnyj analiz i ego prilozheniya / S.L. Marpl-ml.; per. s angl. – M. : Mir, 1990. – 584 s.
5. Zaezdnyj, A.M., Osnovy raschetov po statisticheskoy radiotekhnike / A.M. Zaezdnyj. – M. : Svyaz, 1969.
6. Terebizh, V.YU. Analiz vremennykh ryadov v astrofizike / V.YU. Terebizh. – M. : Nauka, 1992.
7. Dzhenkins, G. Spektralnyj analiz i ego prilozheniya / G. Dzhenkins. – M. : Mir, 1971.
8. Sergienko, A.B. TSifrovaya obrabotka signalov / A.B. Sergienko. – SPb. : Piter, 2002.
9. Boks, Dzh. Analiz vremennykh ryadov / Dzh. Boks, G. Dzhenkins; per. s angl. – 1974. – Vyp. 1. – M. : Mir.

---

© Т.Н. Горбунова, Р.И. Баженов, М.Б. Туманова, 2020

УДК 004

Н.Д. ЛУШНИКОВ, А.А. ЛЕБЕДЕВ

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», г. Уфа

## ВНЕДРЕНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

*Ключевые слова:* базы данных; биометрия; дактилоскопия.

*Аннотация.* Целью данного научного материала является разработка механизма реализации мероприятий по совершенствованию биометрических технологий. К задачам можно отнести рассмотрение теоретических основ биометрических процессов и исследование информационной системы места прохождения практики.

Методологией статьи является анализ, аналогия, обобщение, классификация.

Суть биометрических систем сводится к использованию компьютерных систем распознавания личности по уникальному генетическому коду человека. Биометрические системы безопасности позволяют автоматически распознавать человека по его физиологическим или поведенческим характеристикам.

Под информационным обеспечением понимается процесс сбора, исследования, оценки и использования сведений субъектами, осуществляющими следственные, учетно-регистрационные, оперативно-розыскные, судебно-экспертные функции. Дальнейшее усиление борьбы с преступностью диктует необходимость использования современных информационных технологий. Примером их реализации в практической деятельности правоохранительных органов и спецслужб России может служить организация и ведение криминалистических дактилоскопических учетов.

Начало использования отпечатков рук человека относится к концу XIX века, когда в сыскных отделениях полиции некоторых стран стали создаваться дактилоскопические карточки в рамках уголовной регистрации преступников. Позднее данный метод получил свое дальнейшее развитие и не утратил актуальности до настоящего времени. Сейчас научные

знания в области дактилоскопии реализуются в двух направлениях. Во-первых, в решении задач борьбы с преступностью (розыск без вести пропавших граждан, идентификация лиц по трупам, контроль за миграционными процессами и т.д.) [1]. Во-вторых, для решения задачи социального контроля. В ряде стран (США, Англии, Швеции) еще с 80-х гг. прошлого века были созданы универсальные системы кодовой регистрации граждан, использующие дактилоскопический метод в целях защиты интересов законопослушных граждан, одновременно они служат целям обеспечения безопасности общества и государства.

В России за последнее десятилетие дактилоскопический метод приобрел особую значимость, что обусловлено двумя важными факторами. Во-первых, это создание и внедрение в практическую деятельность правоохранительных органов автоматизированных дактилоскопических систем, основанных на современных компьютерных технологиях. Так, в частности, внедрение многофункциональных программно-технических комплексов цифровой обработки и передачи изображений существенно повышает возможности оперативной проверки по дактилоскопическим учетам следов пальцев рук, изъятых на месте происшествия, что позволяет более успешно решать такую задачу, как раскрытие преступлений по горячим следам.

Во-вторых, после принятия Федерального закона «О государственной дактилоскопической регистрации в Российской Федерации» значительно возросли возможности дактилоскопических учетов [2]. Помимо используемого ранее уголовно-криминального учета были сформированы новые его разновидности: добровольная и обязательная регистрации граждан России, а также миграционный дактилоскопический учет. Данные обстоятельства существенно расширяют возможности правоохранительных органов по сбору и использованию дактилоскопической информации в предупреждении различного рода

правонарушений.

Биометрия – это методы автоматической идентификации человека и подтверждения личности человека, основанные на его физиологических или поведенческих характеристиках. Биологическим признаком может быть любая врожденная или медленно меняющаяся (относительно неизменяемая) характеристика, индивидуальная для каждого человека.

При решении задачи установления конкретного лица могут быть использованы такие его параметры, как дактилоскопические узоры рук, сетчатка и радужная оболочка глаза, параметры голоса, геометрия лица, геометрия кисти рук, термограмма лица (характер подкожного расположения кровеносных сосудов), характер подписи, фрагменты генетического кода и некоторые другие. Между тем, дактилоскопический метод (использование морфологического рисунка узоров рук человека) является наиболее простым, технологичным и надежным средством отождествления личности, проверенным более чем столетней практикой.

Существующие в настоящее время дактилоскопические учеты выделяются своей эффективностью благодаря тому, что созданы и повсеместно внедряются как в России, так и в ряде других стран автоматизированные дактилоскопические информационно-поисковые системы (АДИС), способные за короткий промежуток времени осуществлять поиск и сравнение вновь поступившего объекта по массивам в несколько миллионов дактилокарт [3]. Современная АДИС – это специализированная биометрическая система, предназначенная для сравнения отдельного изображения отпечатка пальца со всей базой изображений отпечатков пальцев. Ответ на запрос о наличии зарегистрированного объекта представляет собой рекомендательный список проверяемых лиц, составленный компьютерной программой в зависимости от количества совпадающих особенностей строения папиллярного узора. Компьютерные технологии позволяют не ограничивать объемы данных (количество дактилоскопических объектов), а скорость обработки информации и получения ответа на запрос постоянно растет вместе с развитием компьютерных технологий.

В России функционирование и использование многомиллионных электронных баз данных дактилоскопических отпечатков, а также их взаимодействие между собой отработаны при реализации федеральных проектов автоматиза-

ции дактилоскопических учетов (АДИС ФКУ «ГИАЦ МВД России», АДИС федеральных округов, АДИС специальных служб).

Во многих странах разработаны и активно используются регистрационно-поисковые системы, предназначенные для автоматизированного ввода, кодирования и хранения больших массивов информации о папиллярных узорах. В некоторых государствах Западной Европы, Северной и Южной Америки дактилоскопические учеты существуют давно и широко распространены. Например, в США обязательному дактилоскопированию подвергаются не только преступники, но и другие лица, в частности, работающие в условиях профессионального риска: военнослужащие, все работники общественного транспорта, шахтеры, государственные служащие.

Наиболее известные АДИС действуют в Великобритании (система «*AMPEx*», примерное время начала эксплуатации – 1970 г.), США (система «*PRINTRAK*» – 1976 г.), Японии (система *AFIS* – 1980 г.), Франции (система «*MORPHO*» – 1985 г.), Германии (система «*DERMALOG*» – 1989 г.).

АДИС, работающая в конкретном субъекте Российской Федерации, имеет центральную компьютерную систему и связанную с ней сеть станций удаленного доступа, охватывающую весь регион. Хранение и обработка дактилокарт в АДИС реализованы на основе единичных, региональных, федеральных комплексов, объединенных в единую сеть. Раскрываемость преступлений с использованием федеральных АДИС составляет порядка 70 %, все запросы, соответствие которым не найдено федеральными АДИС, перенаправляются в основную центральную АДИС для обработки.

В центральной АДИС, полностью аккумулирующей дактилоскопическую информацию, производятся все проверки и выдаются результаты. На станциях удаленного доступа вводится информация оперативного учета (дактилокарты, следы, словесные описания, фотографии), передаваемая в центр для выполнения проверок. Она сразу же вливается в базу данных и становится доступной всем другим удаленным пользователям.

Основной характеристикой АДИС является надежность поиска, то есть процентное соотношение правильно найденных пар в наиболее сложном режиме поиска «след – отпечаток». При этом любая АДИС допускает ошибки – пропуск цели, когда система не находит пра-

вильный объект идентификации. Для системы «Папилон-7» надежность поиска в режиме «дактиокарта – след» составляет 72 %.

На данный момент инновационные технологии являются важным элементом с точки зрения защиты информационно-справочных систем, а также совершенствования автоматизированных рабочих мест и телекоммуникационных каналов связи. Таким образом, для более эффективной деятельности правоохранительных органов и спецслужб России и повышения уровня защиты информационных ресурсов наиболее

рекомендуемыми являются следующие области применения информационных биометрических технологий:

- установление личности жертв террористических актов, природных и техногенных катастроф, военных конфликтов и др.;
- пограничный и миграционный контроль лиц, прибывающих на территорию страны;
- внедрение паспортно-визовых документов нового поколения и иных *ID*-документов (единая социальная карта, водительское удостоверение и др.).

### Список литературы

1. Шмаков, В.Л. Система гражданской идентификации / В.Л. Шмаков. – Челябинск, 2015. – С. 232.
2. Федеральный закон № 128-ФЗ «О государственной дактилоскопической регистрации в Российской Федерации» от 25 июля 1998 г.
3. Шмаков, В.Л. Система / В.Л. Шмаков. – Челябинск, 2016. – С. 86.

### References

1. SHmakov, V.L. Sistema grazhdanskoj identifikatsii / V.L. SHmakov. – CHelyabinsk, 2015. – S. 232.
2. Federalnyj zakon № 128-FZ «O gosudarstvennoj daktiloskopicheskoj registratsii v Rossijskoj Federatsii» ot 25 iyulya 1998 g.
3. SHmakov, V.L. Sistema / V.L. SHmakov. – CHelyabinsk, 2016. – S. 86.

---

© Н.Д. Лушников, А.А. Лебедев, 2020

УДК 004.738.2

А.В. ПЕТРАКИ, Д.В. БУДАКОВСКИЙ, Е.А. КОЗИН, А.А. ГАТАУЛЛИН  
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва

## ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕВЫХ СКРЫТЫХ КАНАЛОВ В ПРОТОКОЛЕ OAUTH2.0 ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Ключевые слова:* cross-site-request-forgery; авторизация; аутентификация; скрытый канал.

*Аннотация.* Рассматривается возможность повышения защищенности обмена информацией в протоколе OAuth2.0 с помощью реализации скрытого канала передачи данных. Производится проектирование защищенной схемы обмена данными, соответствующей требованиям RFC 6749.

Результатом является описание схемы обмена данными и алгоритм, описывающий построение скрытого канала передачи данных.

В настоящий момент авторизацию пользователя с помощью социальных сетей реализуют в основном с помощью протокола OAuth2.0. из-за его удобства и гибкости настройки. Однако на данный момент для этого протокола существуют актуальные CSRF и MITM-атаки, для которых требуется разработка средств защиты.

В связи с этим основными задачами на этапе предварительного анализа и определения необходимости создания такого способа стали:

- повышение защищенности передачи информации с помощью протокола OAuth путем предложения способа устранения уязвимости;
- сравнение параметров скорости передачи информации и устойчивости к обнаружению у разработанного канала передачи данных с аналогами.

Одной из известных уязвимостей протокола OAuth является недостаток информации у доверенной стороны о провайдере идентичности. Данная уязвимость эксплуатируется в семействе CSRF, MITM и PRIRUM-атак. Суть данных атак заключается в том, что злоумышленник, имея доступ к приложению, идентичный таковому у рядового пользователя, после перехвата какой-либо аутентификационной информации жерт-

вы способен осуществлять действия от ее лица. Один из возможных вариантов подобной атаки на процесс обмена передачи данных в протоколе OAuth представлен на схеме (рис. 1).

Описанная выше схема атаки заключается в перехвате запроса о переадресации на сервер провайдера идентичности с целью подмены его URL. Так как сервер доверенной стороны не имеет представления о том, к какому именно провайдеру должен обратиться клиент, то на шаге 10 злоумышленник получает идентификационные данные клиента.

Данную уязвимость возможно устранить при помощи передачи идентификатора провайдера идентичности от клиента к доверенной стороне при помощи поведенческого скрытого канала (рис. 2). Этот способ был выбран в виду сложности обнаружения поведенческих скрытых каналов.

Представленная схема обмена данными (рис. 2) подразумевает использование протокола HTTP/2 для передачи пакетных запросов, сгенерированных с помощью RelGAN сети по параллельным TCP-соединениям. Такой способ передачи данных обусловлен следующими соображениями:

- отказ от использования реальных статистических данных пользователя для пересылки зашифрованного сообщения;
- использование симметричных таблиц, однозначно сопоставляющих чисто пересланных пакетов  $N$  по количеству параллельных TCP-соединений  $M$  в зоне доверенной стороны и клиента (рис. 3).

Для реализации схемы обмена данными (рис. 2) была разработана схема обмена сообщениями между клиентом и доверенной стороной (рис. 3). Она реализует поведенческий скрытый канал, аналогичный HBSS, за исключением того, что в качестве синтетического трафика, используемого для пересылки зашифрованной

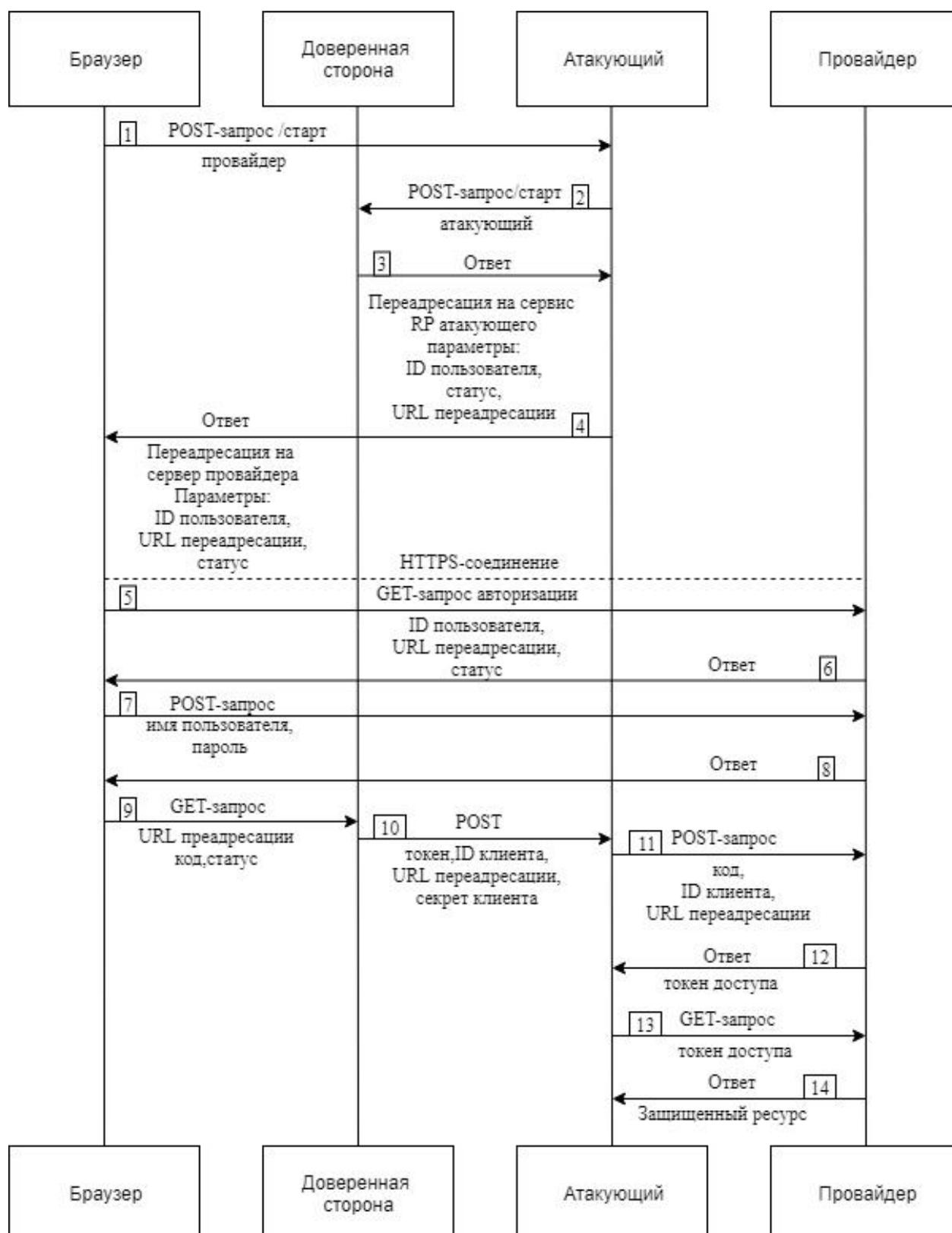


Рис. 1. Схема атаки на протокол OAuth2.0

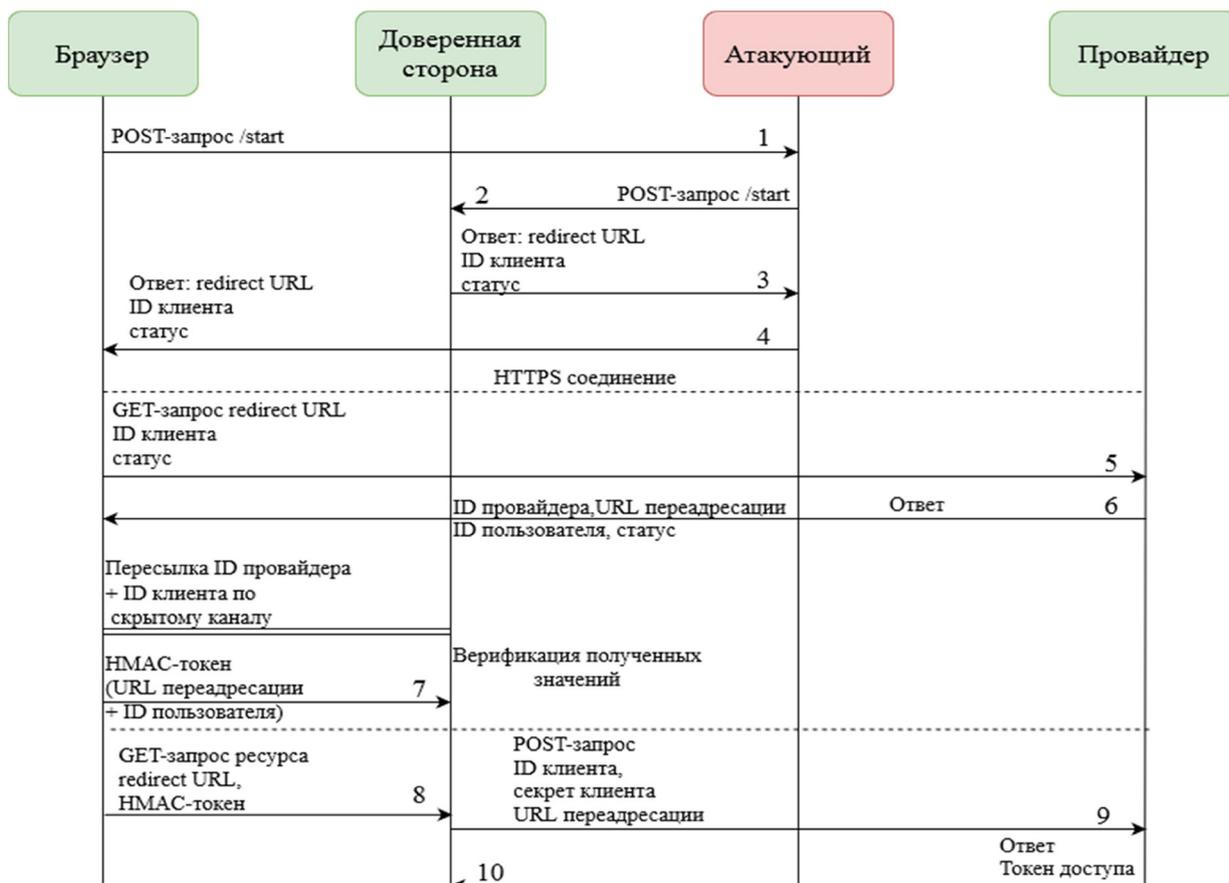


Рис. 2. Схема обмена данными, реализуемая в модели защиты OAuth2.0

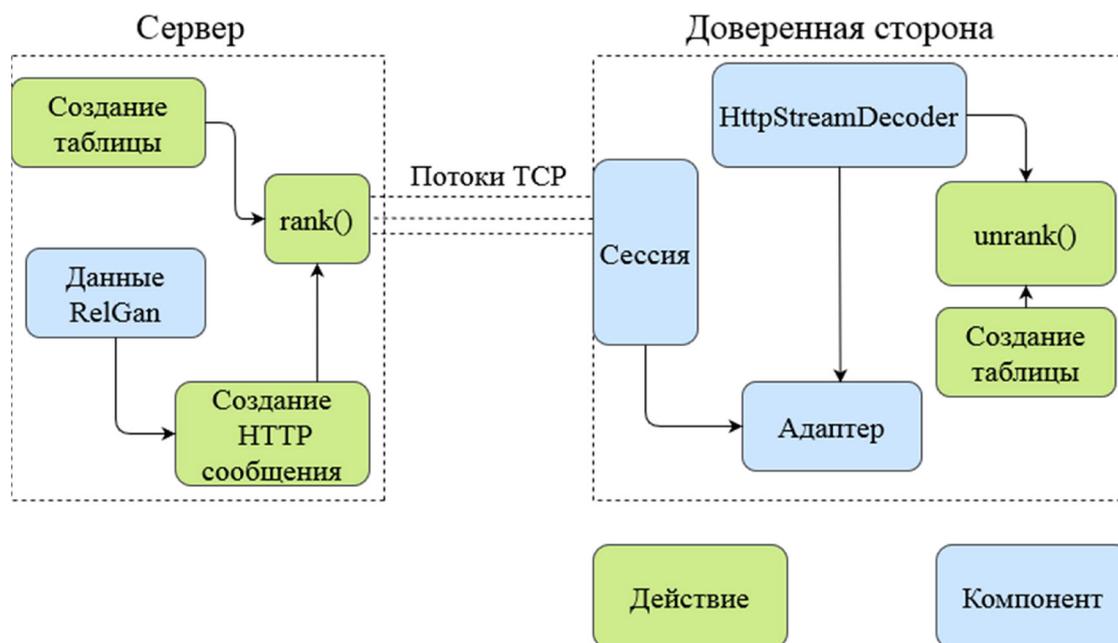


Рис. 3. Схема обмена сообщениями между клиентом и сервером

Таблица 1. Сравнение устойчивости к обнаружению разработанного скрытого канала с HBCC

Тестирование	Построенный скрытый канал	HBCC
Процент тестируемой выборки со значением $KSTEST > 0,46$	0 %	0 %
Процент тестируемой выборки со значением $CCE$ -тест $> 1,38$	1,6 %	2 %

Таблица 2. Сравнение пропускной способности разработанного скрытого канала с HBCC

Пропускная способность (бит/с)	Значение $N$ (количество запросов)				
	20	40	60	80	100
HBCC	187	239	275	296	310
Предлагаемый канал	191	263	302	331	342

части сообщения, используется результат обучения *RelGan* сети.

*RelGan* сеть была выбрана в качестве генератора синтетического трафика, так как по сравнению с аналогами она лучше справляется с задачей генерации дискретных данных. Это обусловлено использованием генератором *Gumbell Softmax* функции релаксации выхода генератора ( $y_{i+1}$ ):

$$y_{i+1} = \sigma \beta o_i^{(i)} + g_i^{(i)}, \quad (1)$$

где  $o_i^{(i)}$  определяет  $i$ -й вход генератора;  $\beta$  – настраиваемый параметр;  $a_i^{(i)}$  описывается соотношением, зафиксированном в (1):

$$g_i^{(i)} = -\log(-\log(k \times Uniform(0,1))). \quad (2)$$

Для проверки эффективности разработанного решения были проведены сравнительные тесты величин устойчивости скрытых каналов к обнаружению и их пропускной способности. Устойчивость к обнаружению определялась значениями величин теста Колмогорова-Смирнова ( $KSTEST$ ) и скорректированной условной энтропии ( $CCE$ ).

Значение величины теста Колмогорова-Смирнова описывалось с помощью соотношения:

$$KSTEST = \max |S_1(x), S_2(x)| \quad (3)$$

где величины  $S_1(x)$  и  $S_2(x)$  являются эмпирическими функциями распределения сравнивае-

мых последовательностей.

В свою очередь, значение величины скорректированной условной энтропии описывалось с помощью соотношения:

$$\begin{aligned} CCE(X_m | X_1, \dots, X_{m-1}) &= \\ &= CE(X_m | X_1, \dots, X_{m-1}) + \\ &+ perc(X_m) \times EN(X_1), \end{aligned} \quad (4)$$

где  $CCE$  и  $CE$  – это исправленная условная энтропия и условная энтропия соответственно,  $perc$  – процент уникальных паттернов длины  $m$ ,  $EN$  – энтропия первого порядка.

Результаты сравнения разработанного алгоритма с алгоритмом *HBCC* приведены в табл. 1 и 2 соответственно.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование машинного обучения не привело к ухудшению устойчивости скрытого канала к обнаружению и избавило от необходимости использования реальных логов пользователей. Также, благодаря использованию протокола *HTTP/2*, пропускная способность канала увеличилась на 15 %.

Таким образом, разработанная схема передачи данных соответствует международному стандарту *RCF 6749*, не использует реальных данных пользователей при передаче зашифрованного сообщения и обладает лучшей пропускной способностью по сравнению с аналогами, существующими на сегодняшний день.

**Список литературы/References**

1. Hui, W. The Achilles' Heel of OAuth: A Multi-Platform Study of OAuth-based Authentication / W. Hui, Z. Yuanyuan, L. Juanru, G. Dawu // Lecture Notes in Computer Science, 2016. – С. 170–173.
- 

© А.В. Петраки, Д.В. Будаковский, Е.А. Козин, А.А. Гатауллин, 2020

УДК 334.021.1

Г.А. АБРАМОВ

*ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»,  
г. Санкт-Петербург*

## ФОРМИРОВАНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ОСНОВ КАК ФАКТОРА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

*Ключевые слова:* инновационное развитие; институциональные основы экономического развития; технологические инновации; центры прототипирования; экономика знаний.

*Аннотация.* Целью статьи является установление связи между уровнем институциональных основ государственной поддержки и развитием инновационного предпринимательства.

Для достижения цели к решению поставлены следующие задачи – определить эволюционную природу инновационного развития предпринимательства как социально-экономической системы, произвести классификацию инноваций.

В результате исследования сделан вывод о необходимости совершенствования институциональных основ поддержки инновационного предпринимательства для обеспечения условий перехода на новый экономический уклад в рамках неравномерного развития региональных экономик.

Одним из главных стратегических направлений экономики РФ в настоящее время является инновационный путь развития. С научной точки зрения инновационная модель является лишь одной из возможных существующих моделей развития в контексте изменений, которые происходят в любой системе, в том числе в социально-экономической. С философской точки зрения развитие является естественным процессом изменений, происходящих в любой системе в силу времени, возраста, организационно-технических мероприятий и изменений условий внешней среды. Любая система проходит через определенную последовательность изменений, которые связаны с ее развитием либо ликвидацией. Если рассматривать прогрессивный путь изменений в социально-экономической системе,

то их можно классифицировать на технические изменения (научно-технические), изменения рыночных равновесий и организационные изменения.

Эволюционируя через систему данных изменений, социально-экономическая система сознательно приспосабливается к постоянно меняющейся внешней среде. Таким образом, в настоящее время сложилось несколько научных школ, каждая из которых по-своему трактует понятие «развитие» применительно к социально-экономическим системам. При методологическом подходе развитие экономической системы можно рассматривать как непрерывное изменение всех ее элементов в целях достижения максимального эффекта функционирования.

Более практичный методический подход говорит о развитии как о последовательном изменении бизнес-процессов с закрепленными центрами ответственности. С теоретической точки зрения можно говорить о развитии в связи с такими свойствами системы, как направленность, закономерность и необратимость происходящих в ней процессов. Практики, в свою очередь, идентифицируют изменения с развитием, что, в свою очередь, приводит или должно приводить к максимально эффективному использованию ограниченных внутренних ресурсов предприятия и повышению его потенциала в перспективе.

Если говорить об инновационном развитии, то в данном случае целесообразным будет объединить наработки существующих научных школ и трактовать инновационность как отдельный вид деятельности, направленный на использование результатов последних научно-технических достижений, исследований в производстве существенным образом усовершенствованных продуктов (работ, услуг). Данная деятельность требует наличия в стране определенной инфраструктуры, помогающей обеспечить комплексность и взаимосвязанность всех бизнес-процессов, направленных на получение

как технического (промышленного), так и экономического (либо социально-экономического) результата. Если связать понятие инновационности с возможностью реализации потенциала предприятия либо его увеличения в условиях перманентной неопределенности, то следует говорить о необходимости продуманной, целенаправленной помощи и поддержки со стороны государства, то есть создания определенных институциональных основ, способствующих данному инновационному развитию.

В настоящее время с переходом на следующий уровень экономического уклада понятие инновационного развития несколько нивелируется, а именно – появляется понятие инноваций для развития, что говорит об эволюции происходящих экономических процессов [2]. В данном случае можно говорить о корреляции показателей инновационной деятельности с показателями уровня развития и появляющейся в связи с этим возможности планировать влияние инноваций на пролонгированное во времени развитие любой социально-экономической системы. Причем природа инноваций также эволюционирует – наряду с технологическими (продуктовыми или процессными) появляются нетехнологические инновации, такие как организационные, маркетинговые, социально-психологические и т.п. Процессные инновации, затрагивающие существенные и логистические изменения структуры организации, существенным образом вмешиваясь в бизнес-процессы с точки зрения их модификации и улучшения, могут влиять на стратегические планы развития любой социально-экономической системы. Таким образом, данное понятие приобретает глубинный философский аспект, имеющий более существенное влияние на экономику, чем кажется на первый взгляд. Если самым тщательным образом проанализировать затраты предприятий на инновации, то они в основном осуществляются на процессные инновации, затрагивающие изменения бизнес-процессов. С одной стороны, данный факт является положительным моментом, с другой – именно производственные, технологические инновации являются драйвером развития отечественной экономики. Такое развитие невозможно без формирования институциональных основ развития инновационной экономики. Рассмотрим всего несколько аспектов институциональной поддерживающей структуры. На мой взгляд, первым условием является научный сектор. Для развитой интеллектуально-ориен-

тированной экономики и создания знающего общества Россия должна всеми силами формировать научную элиту общества, обеспечивать современное техническое и информационное оснащение труда и развитую систему коммерциализации полученных научных результатов. Таким образом, вся институциональная инфраструктура должна быть направлена на создание мощного научного пула. Не секрет, что в настоящее время многие идеи, изобретения не находят финансовой и организационной поддержки в нашей стране и коммерциализируются за рубежом, а средства, заложенные в государственных программах поддержки предпринимательства и создания инновационной экономики, расходуются не эффективно, мониторинг актуальности направлений данной поддержки отсутствует, нет методики расчета эффективности потраченных средств и их адресности [1]. В связи с этим институциональная инфраструктура современной России должна содержать элементы поддержки начинающих стартапов от финансирования идеи до создания прототипа продукции и масштабирования предпринимательской инициативы.

В этом, например, может помочь центр прототипирования, объединяющий некий кластер специализированных предприятий, дающих возможность получить готовый продукт от макета до прототипа. В данном случае для предпринимателей откроются широкие возможности, так как рынок прототипирования в нашей стране высоко диверсифицирован, конкурентность низкая, ценовые барьеры также невысоки, что дает возможность входа на данный сегмент достаточному количеству мелких и средних предприятий, причем организационно-правовой формой таких центров может быть частно-государственное партнерство, некоммерческая организация.

Другими словами, задача государства – создать мощную институциональную поддержку инновационным предприятиям, в том числе малому и среднему бизнесу, выстроив мощную технологическую специализированную инфраструктуру. Самостоятельно предприятиям, особенно начинающим предпринимателям, такую инфраструктуру не создать, и это, в основном, становится серьезным ограничением развития малого и среднего инновационного предпринимательства, особенно в неравномерно развитых регионах [3].

Таким образом, опыт передовых стран говорит о необходимости трансформации отечественного предпринимательства в инновационное.

Особенно важной такая трансформация становится в условиях экономического кризиса, связанного с пандемией. Несмотря на то, что государство взяло курс на инновационную модель развития, уровень инновационной активности предпринимателей крайне низок. Необходимо

актуализировать направления решения критичных проблем инновационного развития – недостаточный уровень развития инновационной инфраструктуры и несовершенство механизма поддержки инновационного предпринимательства.

### Список литературы

1. Ялунер, Е.В. Вопросы эффективности государственных программ в развитии социально-экономической среды предпринимательства / Е.В. Ялунер, Д.В. Гашко // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 10(100). – С. 154–156.
2. Ялунер, Е.В. Вопросы поиска новых форм подготовки предпринимателей в условиях трансформации бизнес-среды / Е.В. Ялунер // Актуальные проблемы бизнес-образования. Сборник статей по материалам XVIII Международной научно-практической конференции. Редколлегия: И.П. Бригадин [и др.], 2019. – С. 274–277.
3. Левитина, И.Ю. Совершенствование инфраструктуры поддержки предпринимательства в Санкт-Петербурге и Ленинградской области / И.Ю. Левитина, Е.В. Ялунер // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2018. – № 9(108). – С. 164–167.

### References

1. YAluner, E.V. Voprosy effektivnosti gosudarstvennykh programm v razvitii sotsialno-ekonomicheskoy sredy predprinimatelstva / E.V. YAluner, D.V. Gashko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 10(100). – S. 154–156.
2. YAluner, E.V. Voprosy poiska novykh form podgotovki predprinatelej v usloviyakh transformatsii biznes-sredy / E.V. YAluner // Aktualnye problemy biznes-obrazovaniya. Sbornik statej po materialam XVIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. Redkollegiya: I.P. Brigadin [i dr.], 2019. – S. 274–277.
3. Levitina, I.YU. Sovershenstvovanie infrastruktury podderzhki predprinimatelstva v Sankt-Peterburge i Leningradskoj oblasti / I.YU. Levitina, E.V. YAluner // Perspektivy nauki. – Tambov : TMBprint. – 2018. – № 9(108). – S. 164–167.

---

© Г.А. Абрамов, 2020

УДК 331.101.52

О.Б. ГЛАВАТСКИХ, Н.Н. ПУШИНА, А.И. ТРОЯНСКАЯ, Н.Н. ХАРИТОНОВА  
ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашиникова»,  
г. Ижевск

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ КОНКУРЕНТОУСТОЙЧИВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Ключевые слова:* цифровая организация; цифровая трансформация управления персоналом; цифровые технологии.

*Аннотация.* Цель статьи: раскрыть роль и сущность использования цифровых технологий в управлении персоналом для достижения конкурентоустойчивости предприятия.

*Задачи исследования:* рассмотреть базовые цифровые технологии в области управления персоналом и дать им краткую характеристику; определить перспективы использования цифровой трансформации HR-процессов.

*Гипотеза исследования:* цифровая трансформация системы управления персоналом становится ключевым фактором обеспечения конкурентоустойчивости предприятий. В результате исследования обоснована целесообразность использования цифровой трансформации системы управления персоналом для формирования конкурентоустойчивости современных предприятий.

В современных социально-экономических условиях малое и среднее предпринимательство играет все более весомую роль в развитии регионов [3]. При этом конкурентоустойчивые предприятия и организации внедряют информационные технологии, осуществляют продажи товаров и услуг через электронные каналы дистрибуции, признавая их позитивное влияние на оптимизацию бизнес-процессов и экономических показателей деятельности в целом.

На сегодняшний день цифровая трансформация затрагивает все сферы деятельности организаций, такие как финансы, маркетинг, менеджмент, управление персоналом и представляет собой продолжительный процесс, результатом которого является формирование

«цифровой организации», требующей комплексного изменения всех бизнес-процессов, отказа от традиционных форм управления, изменения корпоративной культуры [4]. Многие конкурентоустойчивые предприятия внедряют в практику своей работы *Digital HR*-технологии. Рассмотрим некоторые из них.

1. *В области рекрутинга и отбора персонала.* Современный рынок труда предъявляет новые запросы к кандидатам на вакантные должности [1]. Сегодня специалисты по подбору используют большое количество источников для поиска подходящих претендентов. С помощью новых технологий рекрутеры могут получать необходимую информацию о кандидате. В настоящее время большой популярностью пользуется технология «HR-скоринг», задача которой заключается в предоставлении надежного инструмента автоматизации поиска, что помогает увеличить точность первичного отбора резюме из большого количества откликов на вакансию и массовом подборе. Данная интернет-технология позволяет провести анализ резюме на соответствие заданным параметрам вакансии.

2. *В области адаптации персонала.* Для эффективного взаимодействия руководителей, специалистов кадровых служб и новичков применяются современные цифровые технологии, к которым относятся:

- мессенджеры, значительно ускоряющие процессы коммуникации в организации, такие как *Skype, Zoom, Slack, Whatsapp*; HR-боты, представляющие собой специальные программы, помогающие новичкам получать подробные ответы на интересующие их вопросы по поводу распорядка дня, социальных гарантий, корпоративной культуры;

- геймификация, успешно применяющаяся в проведении адаптационных процедур и мероприятий;

- облачные хранилища;
- корпоративные порталы.

### 3. В области корпоративного обучения.

Цифровая трансформация в организации определяет увеличение необходимости в постоянном обновлении знаний, умений, навыков и функций работников, поэтому создаются специальные цифровые инструменты, которые способны определять траектории карьерного роста для каждого сотрудника. Большинство работников предпочитает учиться удаленно, вне рабочего места посредством мобильных устройств, поэтому эффективным инструментом профессионального развития сотрудников являются открытые LMS-платформы, такие как MOOCs, в которой проводят обучающие курсы или Udacity, которая является одной из крупнейших открытых образовательных онлайн-платформ, а также частью корпоративного портала может стать виртуальная библиотека.

### 4. В области организационной культуры.

Организационная культура является необходимым фактором цифровой трансформации любой компании, так как персонал остается одним из главных организационных ресурсов [4]. Создание комфортных для сотрудников условий позволяет повысить их вовлеченность в трудовой процесс и стремление внести свой вклад в развитие организации. В этом могут помочь современные Digital-трансформации организационной культуры:

- корпоративный чат-бот, позволяющий оперативно делиться с сотрудниками полезной информацией, «закрывать» рутинные дела;
- бот-вестник, повествующий работникам об организационных новостях и вовлекающий их в систему корпоративных ценностей;
- система «Кафетерий льгот», позволяющая учитывать заслуги работников и формировать льготы, а также отслеживать и оценивать уровень вовлеченности и приверженности.

5. В области рабочего пространства. Развитие цифровых технологий создает благоприятные условия для максимально успешного использования рабочего места, все более ориентированного на человека, трансформируясь в

цифровое рабочее пространство, включающее в себя современные технологии, где сотрудник становится в первую очередь потребителем контента и сервисов, необходимых по мере востребованности. Сегодня электронная почта, интранет и веб-конференции являются типичными элементами цифрового рабочего места.

6. В области кадрового документооборота. Для большинства сотрудников цифровизация кадрового документооборота делает работу с документацией максимально оперативной и прозрачной. Сотрудники получают документы по личному составу и узнают об изменениях в два-три раза быстрее, чем прежде, их знакомят с организационными регламентами в день формирования. Цифровизация кадрового документооборота обеспечивает также эффективную защиту персонала от различных злоупотреблений, включая подделку документов, гарантируя оригинальность подписи. Данный процесс можно условно разделить на две части: профессиональную и клиентскую. Профессиональную часть системы кадрового документооборота можно реализовать на платформе «1С: Зарплата и управление персоналом», а клиентскую часть – на базе «1С:Битрикс», а также с помощью системы «1С Рарус CEO Board» можно осуществлять роботизацию ряда бизнес-процессов службы персонала [2].

Итак, нами были кратко описаны несколько эффективных и удобных в работе цифровых инструментов, которые можно применять в управлении персоналом при непосредственном участии руководителей разных управленческих уровней и сотрудников службы персонала. Цифровые трансформации в управлении персоналом призваны упростить и облегчить деятельность руководителей, работников организации, повысить эффективность труда и заинтересованность в работе, а также предоставить возможности профессионального и карьерного развития на современной технологической базе. Постоянное совершенствование цифровых технологий в управлении персоналом способствует формированию конкурентоустойчивости современных предприятий.

## Список литературы

1. Главатских, О.Б. Механизм взаимодействия регионального рынка труда и рынка образовательных услуг/ Главатских О.Б., А.С. Пестерева // Социально-экономическое развитие: теория и практика. – 2016. – № 2(29). – С. 22–23.
2. Коновалова, В.Г. Цифровые технологии в управлении персоналом: современное состояние,

проблемы и перспективы / В.Г. Коновалова // Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика : материалы первой Международной научно-практической конференции. – Государственный университет управления, 2017. – С. 71–80.

3. Хоменко, Е.Б. Стратегирование инфраструктуры малого и среднего предпринимательства в условиях перехода к информационной экономике : монография / Е.Б. Хоменко, Е.Ю. Злобина, О.Б. Главатских, И.В. Матвеева. – Ижевск : Издательство ИЖГТУ имени М.Т. Калашникова, 2015. – 316 с.

4. Троянская, А.И. Особенности организационной культуры как составляющие инновационного потенциала предприятий Удмуртской Республики / А.И. Троянская // Вестник Костромского государственного университета. Серия : Педагогика. Психология. Социокинетика. – 2018. – № 4. – С. 126–131.

### References

1. Glavatskikh, O.B. Mekhanizm vzaimodejstviya regionalnogo rynka truda i rynka obrazovatelnykh uslug/ Glavatskikh O.B., A.S. Pestereva // Sotsialno-ekonomicheskoe razvitie: teoriya i praktika. – 2016. – № 2(29). – S. 22 –23.

2. Konovalova, V.G. TSifrovye tekhnologii v upravlenii personalom: sovremennoe sostoyanie, problemy i perspektivy / V.G. Konovalova // SHag v budushchee: iskusstvennyj intellekt i tsifrovaya ekonomika : materialy pervoj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Gosudarstvennyj universitet upravleniya, 2017. – S. 71–80.

3. KHomenko, E.B. Strategirovanie infrastruktury malogo i srednego predprinimatelstva v usloviyakh perekhoda k informatsionnoj ekonomike : monografiya / E.B. KHomenko, E.YU Zlobina, O.B. Glavatskikh, I.V. Matveeva. – Izhevsk : Izdatelstvo IzhGTU imeni M.T Kalashnikova, 2015. – 316 s.

4. Troyanskaya, A.I. Osobennosti organizatsionnoj kultury kak sostavlyayushchie innovatsionnogo potentsiala predpriyatij Udmurtskoj Respubliki / A.I. Troyanskaya // Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya : Pedagogika. Psikhologiya. Sotsiokinetika. – 2018. – № 4. – S. 126–131.

---

© О.Б. Главатских, Н.Н. Пушина, А.И. Троянская, Н.Н. Харитонова, 2020

УДК 338.364.2

Т.В. ДУБРОВСКАЯ, Г.Ф. НАСЫРОВА

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

## РЫНОК КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ КРАСНОЯРСКА В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ COVID-19

*Ключевые слова:* COVID-19; аренда; динамика; коммерческая недвижимость; ретейл; сектор; сценарий развития; устойчивость бизнеса.

*Аннотация.* Целью исследования является выявление основных тенденций и проблем развития рынка коммерческой недвижимости в условиях пандемии.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи: исследовать статистические данные и выявить динамику изменений стоимости аренды объектов коммерческой недвижимости за 2020 г. под влиянием COVID-19, определить влияние негативных внешних условий на объекты в различных секторах рынка коммерческой недвижимости, провести анализ изменения перспективного спроса на коммерческую недвижимость с учетом особенностей современного рынка недвижимости.

Гипотеза исследования: степень влияния пандемии на рынок коммерческой недвижимости зависит от сценариев ее развития и объектов конкретного сектора коммерческой недвижимости.

В ходе исследования были использованы методы анализа, синтеза, моделирования.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке прогнозов показателей развития секторов рынка коммерческой недвижимости.

В настоящее время российский бизнес находится в неординарных условиях. Мировая пандемия, падение рубля, кризисные явления в мировой экономике оказывают негативное влияние на все сферы деятельности, в том числе и на развитие российского рынка недвижимости, особенно в сфере коммерческой недвижимости. Резкое снижение покупательской способности населения в условиях самоизоляции приводит к необходимости пересмотра тактики и стратегии

бизнеса. В современных условиях главная задача бизнеса – действовать активно, постоянно напоминая о себе потребителю [1].

О долгосрочных последствиях COVID-19 и влиянии на рынок коммерческой недвижимости в Красноярске говорить еще рано, все зависит от сценариев развития пандемии. Но уже сейчас, проанализировав динамику стоимости аренды коммерческой недвижимости, можно сделать определенные предположения. В табл.1 приведены основные статистические данные по изменению цен на коммерческую недвижимость в г. Красноярске за указанный период (составлено авторами на основе [2]). В конце 2019 – начале 2020 гг. рынок офисной недвижимости был достаточно стабилен [4], поэтому можно было предполагать, что большинство рынков этого сектора выдержат изменившиеся условия или даже экономический спад.

Однако сложившаяся ситуация с COVID-19 однозначно повлияла на динамику рынка офисной недвижимости. В условиях вынужденной организации удаленных и дистанционных рабочих мест потребность в офисных площадях снижается. Анализ показывает, что именно данный сектор рынка недвижимости – офисные помещения – более всего пострадал от ограничений. Сложившиеся обстоятельства ведут к изменению цены на офисную недвижимость. Так, стоимость аренды недвижимости с начала 2020 г. уменьшилась на 20,55 %, общее же изменение к 2019 г. составило минус 8,53 % [2]. Однако при условии восстановления экономики в конце 2020 – начале 2021 гг. прогнозируется, что в большинстве случаев условия аренды останутся стабильными. На рынках, где в настоящее время предложение превышает спрос, созданы условия для пересмотра условий аренды.

Проведенный анализ рынков торговой недвижимости и складских помещений позволяет сделать выводы о том, как они реагируют на любые колебания и кризисы (табл. 2). Анали-

Таблица 1. Стоимость месячной аренды недвижимости, руб./кв.м

Период	Офисные помещения	Торговые помещения	Помещения свободного назначения	Складские помещения	Производственные помещения
Январь	617,5	629,5	650,1	213,3	143,7
Февраль	657,1	664,6	711,1	192,2	422
Март	673,5	522,2	742,3	213,3	315,5
Апрель	498,4	477,5	729,7	215,1	422
8.05.2020	473,5	792,9	633,9	–	369,4

Таблица 2. Темпы роста цен аренды недвижимости в 2020 г., %

Сектор рынка	Темп роста февраль/январь	Темп роста март/февраль	Темп роста апрель/март	Темп роста май/апрель
Торговые помещения	105,6	78,5	91,4	166,0
Помещения свободного назначения	109,4	104,4	98,3	89,6

тики утверждают, что в Красноярске, учитывая сдерживающие меры со стороны правительства, сегмент торговой недвижимости должен значительно снизить показатели дохода из-за падения покупательской способности.

Предполагается, что собственники площадей, скорее всего, предоставят льготные условия арендаторам во время пандемии. Анализ позволяет сделать вывод, что наиболее успешно этот период пройдут аптеки и компании, которые осуществляют продажу товаров первой необходимости. Здесь ожидается увеличение объемов продаж в краткосрочной перспективе. Для ретейлеров, работающих офлайн и онлайн, также будут весьма неплохие условия при существующих ограничениях. Менее всего ограничения, вызванные пандемией, отразились на коммерческой недвижимости, где арендатор – продуктовый ретейл. Разрешение на возобновление торговли небольшим районным торговым центрам с сетевыми магазинами, зоомагазинами и небольшими продовольственными точками привело к тому, что они при отсутствии потерь при аренде смогли увеличить потоки на 40 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.

Достаточно уверенно чувствуют себя складские помещения последней мили, которые ориентированы на товары первой необходимости в отличие от тех, которые ориентированы

на товары не повседневного спроса. В условиях пандемии компании, работающие в продуктовых, фармацевтических областях, а также организующие работу по доставке товаров из других стран и городов в режиме онлайн, расширяют площади недвижимости под склады в ближайшей перспективе.

Однако некоторые авторитетные эксперты говорят о возврате рынка к прежним позициям. Так, «Авито.Недвижимость» пишет, что «рынок недвижимости в России вернулся на докризисный уровень» [3]. К таким выводам можно прийти, если не учитывать такие особенности современного рынка, как уменьшение объема заявок на аренду (основной объем заявок приходится на аренду мелких помещений; коммерческая недвижимость А класса в основном арендуется финансово устойчивыми компаниями, но такие площади составляют только 5 % от общего объема; сделки на рынке коммерческой недвижимости достаточно продолжительны, поэтому, благодаря определенному заделу, на рынке в апреле были зафиксированы практически докризисные показатели. Предполагается, что в мае 2021 г. будет сделано только около половины докризисного плана; ожидается появления супердешевых эксклюзивных объектов.

Проведенный авторами анализ показывает, что сложнее всего на данном этапе девелоперам и офисным арендодателям. Нет потреб-

ности в ближайшей перспективе в возведении новых помещений для бизнес-аудитории. Наиболее востребованной будет торговая коммерческая недвижимость, которая доказала свою значимость даже в условиях экстремальных ситуаций.

Таким образом, современный рынок ком-

мерческой недвижимости приспосабливается к новым условиям, различные прогнозируемые условия выхода из сложившейся ситуации, этапы развития пандемии корректируют применяемые управленческие решения, возможность реализации которых во многом определяется сценариями развития *COVID-19*.

### Список литературы

1. Дубровская, Т.В. Исследование существующих методов оценки уровня инвестиционной активности предприятия / Т.В. Дубровская, А.В. Ковалец // Глобальный научный потенциал. – СПб. : ТМБпринт. – 2019. – № 11(104). – С. 187–189.
2. Сайт рынка недвижимости [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://krasnoyarsk.restate.ru/graph/ceny-arendy-kommercheskoy/#form1>.
3. Сайт Росриэлт Недвижимость [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rosrealt.ru/cena/arenda-ofis>.
4. Ридель, Л.Н. Перспективы развития строительного комплекса Красноярского края / Л.Н. Ридель, А.В. Ковалец // Экономика и управление в современных условиях. Международная научно-практическая конференция, 2019. – С. 180–183.
5. Voronkova, O.V. Dynamics of Russia's Main Economic Indicators at the Time of the Pandemic / O.V. Voronkova // Components of Scientific and Technological Progress. – Paphos, Cyprus. – 2020. – № 4(46). – P. 24–28.

### References

1. Dubrovskaya, T.V. Issledovanie sushchestvuyushchikh metodov otsenki urovnya investitsionnoy aktivnosti predpriyatiya / T.V. Dubrovskaya, A.V. Kovalets // Globalnyj nauchnyj potentsial. – SPb. : TMBprint. – 2019. – № 11(104). – S. 187–189.
2. Sajt rynka nedvizhimosti [Electronic resource]. – Access mode : <https://krasnoyarsk.restate.ru/graph/ceny-arendy-kommercheskoy/#form1>.
3. Sajt Rosrielt Nedvizhimost [Electronic resource]. – Access mode : <https://rosrealt.ru/cena/arenda-ofis>.
4. Ridel, L.N. Perspektivy razvitiya stroitel'nogo kompleksa Krasnoyarskogo kraja / L.N. Ridel, A.V. Kovalets // Ekonomika i upravlenie v sovremennykh usloviyakh. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, 2019. – S. 180–183.

---

© Т.В. Дубровская, Г.Ф. Насырова, 2020

УДК 338.001.36

А.П. ИСАКОВА

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург

## ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ НА ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ

*Ключевые слова:* анализ; коэффициент износа; основные средства; фондоотдача; фондовооруженность; фондоемкость; эффективность деятельности.

*Аннотация.* В статье представлены основные средства с целью оценки эффективности их использования.

Для достижения поставленной цели решены задачи: проанализировано состояние основных средств, их динамика и структура, коэффициенты движения основных средств, произведены расчеты показателей фондоотдачи, фондоемкости, фондовооруженности и дана им оценка в динамике.

Гипотеза исследования – следует ожидать, что вовлечение в хозяйственный оборот части основных средств и перевода неиспользуемого оборудования на консервацию благоприятно отразится на финансовом состоянии организации.

Благодаря сочетанию методов анализа и синтеза задачи решены и цель достигнута. В процессе исследования установлено, что неэффективное использование основных средств отрицательно влияет на финансовую деятельность организации, поэтому рекомендованы мероприятия, при реализации которых организация получит экономический эффект.

Общеизвестно, что основные средства (ОС) – это важнейшая часть активов любого хозяйствующего субъекта. Их виды, количество, состояние и другие характеристики напрямую влияют на объем выпускаемой продукции, оказание услуг, выполнение работ.

В материальных ресурсах организаций отражена значимая доля объектов ОС, и в большинстве своем они являются национальным бо-

гатством страны.

Таким образом, объектам ОС отводится значительная роль в производственном процессе. Поэтому необходимо постоянно контролировать все аспекты хозяйственной деятельности, где используются эти объекты.

Рассмотрим анализ эффективности использования ОС на примере организации Н, которая занимается проектированием и реконструкцией объектов энергетики, проводит изыскательские работы, обследования и аудит энергетических ресурсов, экспертизу объектов экологии и другие виды работ.

При проведении анализа использовалась информация, отраженная в приложении к бухгалтерскому балансу (форма № 5 – амортизируемое имущество).

Динамика и структура ОС представлены в табл. 1.

Анализ показал, что стоимость ОС за исследуемый период изменилась на 33 327 тыс. руб. и составила 83,8 %.

Значительная доля (15 296 тыс. руб., или 64,3 %) в уменьшении стоимости имущества организации приходится на транспорт, и незначительная – на инвентарь, оборудование и здания. Причиной является продажа транспортных средств.

Наибольшая доля (70,2 % – начало года и 76,3 % – конец) в структуре объектов ОС приходится на машины и оборудование. Следующим видом по значимости являются здания. На их долю приходится незначительная часть (11,7 % – начало года и 11,2 % – конец).

Другие виды также имеют небольшую долю в структуре 18,1 % – начало года и 12,5 % – конец года. В целом доля активной и пассивной части изменилась незначительно, то есть доля активной части выросла, а доля пассивной, наоборот, уменьшилась всего лишь на 0,5 %. В

Таблица 1. Анализ динамики и структуры ОС

№ п/п	Показатель	2019 год <sup>н</sup>	2019 год <sup>к</sup>	Изменение (±)	Темп роста, снижения (%)
1	Здания, тыс. руб.	33 330	27 940	-5 390	83,8
	%	11,7	11,2	-0,5	
2	Оборудование и машины, тыс. руб.	199 174	191 092	-8 082	95,9
	%	70,2	76,3	6,1	
3	Транспорт, тыс. руб.	23 798	8 502	-15 296	35,7
	%	8,4	3,4	-5,0	
4	Инвентарь тыс. руб.	24 951	20 487	-4 464	82,1
	%	8,8	8,2	-0,6	
5	Другие виды, тыс. руб.	2 528	2 433	-95	96,0
	%	0,9	0,9	0	
	Всего, тыс. руб.	283 781	250 454	-33 327	88,3
	%	100	100		
	Активные, тыс. руб.	249 811	221 668	-28 143	88,7
	%	88	88,5	0,5	
	Пассивные, тыс. руб.	33 970	11,5	-5 184	84,7
	%	12	11,5	-0,5	

Таблица 2. Анализ динамики незавершенных капитальных вложений

№ п/п	Показатель	Анализируемый период, тыс. руб.			Отклонение, тыс. руб.		Отклонение, %	
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г./ 2017 г.	2019 г./ 2018 г.	2018 г. / 2017 г.	2019 г. / 2018 г.
1	Сооружения и здания	1 112	1 112	0	0	-1 112	0	-
2	Оборудование и машины	40	40	0	0	-40	0	-
3	Прочее	676	12	0	664	-12	-98,2	-
	Всего	1 728	1 165	0	563	-1 165	-32,6	-

результате наблюдается отрицательная динамика развития организации Н, так как в структуре объектов ОС фиксируется регрессия.

Организация Н практикует также долгосрочные капитальные вложения. Анализ их динамики представлен в табл. 2.

Результаты анализа динамики незавершенных капитальных вложений показали, что происходит их снижение в 2018 г. на 32,6 %, а к 2019 г. они полностью сведены к нулю. При

этом в активную часть в 2018 г. они были полностью осуществлены по всем видам основных средств. Отсутствие инвестиций в объекты имущества ведет к быстрому износу и негативно отражается на деятельности хозяйствующего субъекта.

Далее в табл. 3 представим анализ состояния объектов ОС.

Необходимо отметить, что в 2019 г. стоимость ОС уменьшилась на 14,6 % по сравнению

Таблица 3. Анализ движения объектов ОС

№ п/п	Показатель	Анализируемый период, тыс. руб.			Отклонение, тыс. руб.		Отклонение, %	
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г./2017 г.	2019 г./2018 г.	2018 г./2017 г.	2019 г./2018 г.
1	ОС на начало года	335 386	332 405	283 781	-2 981	-48 624	-0,9	-14,6
2	Поступило	17 386	2 060	487	-15 326	-1 573	-88,2	-76,4
3	Выбыло	20 367	50 684	33 814	30 317	-16 870	148,9	-33,3
4	ОС на конец года	332 405	283 781	250 454	-48 624	-33 327	-14,6	-11,7
5	Остаточная стоимость ОС							
	Начало года	61 577	58 305	45 301	-3 272	-13 004	-5,3	-22,3
	Конец года	58 305	45 301	35 528	-13 004	-9 773	-22,3	-21,6

Таблица 4. Анализ коэффициентов использования ОС

№ п/п	Показатель	Анализируемый период			Отклонение	
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г./2017 г.	2019 г./2018 г.
1	Коэффициент прироста ( $K_{\text{прир}}$ )	-0,01	-0,15	-0,12	-0,14	0,03
2	Коэффициент обновления ( $K_{\text{обн}}$ )	0,05	0,01	0,00	-0,05	-0,01
3	Срок обновления, лет	1,01	1,17	1,13	0,16	-0,04
4	Коэффициент интенсивности обновления ( $K_{\text{инт}}$ )	0,85	0,04	0,01	-0,81	-0,03
5	Коэффициент выбытия ( $K_{\text{выб}}$ )	0,06	0,15	0,12	0,09	-0,03
6	Коэффициент износа ( $K_{\text{изн}}$ ):					
	начало года	0,82	0,82	0,84	0,01	0,02
	конец года	0,82	0,84	0,86	0,02	0,02
7	Коэффициент годности ( $K_{\text{годн}}$ ):					
	начало года	0,18	0,18	0,16	-0,01	-0,02
	конец года	0,18	0,16	0,14	-0,02	-0,02
8	Коэффициент замены ( $K_z$ )	1,17	24,60	69,43	23,43	44,83
9	Коэффициент расширения ( $K_p$ )	-0,17	-23,60	-68,43	-23,43	-44,83

с 2018 г. В 2018 г. уменьшение стоимости составило лишь 0,9 % по отношению к предшествующему. Наметилась тенденция к их снижению, начиная с 2017 г. Причиной является снижение показателя поступлений. Так, в 2018 г. этот показатель снизился в 8 раз, а в 2019 г. – в 4 раза. Таким образом, показатель поступлений с начала исследуемого периода сократился почти в 37 раз.

Стоит отметить, что с показателем выбытия наблюдается другая динамика. В 2018 г. показатель выбытия на 48 % превысил аналогичный показатель предыдущего года. В 2019 г. показатель выбытия снизился на 33,3 %.

В табл. 4 приведены коэффициенты использования ОС.

Вследствие отрицательной динамики поступления ОС наблюдается снижение коэффици-

Таблица 5. Анализ показателей эффективности использования ОС

№ п/п	Показатель	Период			Относительное изменение, %	
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г./ 2017 г.	2019 г./ 2018 г.
1	Выручка от продаж, тыс. руб.	1 781 205	982 861	513 765	55,2	52,3
2	Себестоимость продаж, тыс. руб.	1 455 168	974 061	880 841	66,9	90,4
3	Прибыль (убыток) от продаж, тыс. руб.	326 037	8 800	-367 076	2,7	-4 171,3
4	Среднесписочная численность работников, чел.	1 250	883	658	70,6	74,5
5	Фондовооруженность труда, тыс. руб.	268,31	376,45	431,28	140,3	114,6
	в том числе их активной части	244,21	337,93	379,65	138,4	112,3
6	Производительность труда, тыс. руб.	1 424,96	1 113,09	780,80	78,1	70,1
7	Фондоотдача, руб.	5,31	2,96	1,81	55,7	61,2
8	Фондоёмкость, руб.	0,19	0,34	0,55	179,6	163,3

циента интенсивности обновления ОС (с 0,85 в 2017 г. до 0,01 в 2019 г.).

Коэффициент обновления, как следствие, имеет отрицательную динамику – его показатели сократились в 25 раз (с 0,05 до 0,002).

Коэффициент выбытия за счет изменения суммы в 2018 г., увеличился на 51,1 %, а в 2019 г. снизился на 21,9 % пропорционально уменьшению показателя.

Помимо того, что организация не пополняет свои производственные фонды, наблюдается практически полный износ существующих фондов, который за период с 2017 по 2019 гг. только увеличивался. В 2017 г. коэффициент износа составил – 82 %, в 2018 г. – 84 %, а в 2019 г. – 86 %.

В 2019 г. общий срок обновления ОС – 1 год. Все показатели находятся в критическом состоянии.

В течение трех лет на фоне снижения выручки ежегодно почти в два раза снижение себестоимости происходило менее значительно. В 2018 г. по отношению к предшествующему году себестоимость снизилась на 33,1 %, в 2019 г. всего лишь на 9,6 %. Как результат – в 2019 г. убыток составил 367 076 тыс. руб.

Чтобы судить об эффективном использовании объектов ОС, рассчитаем показатели фондоотдачи, фондоёмкости, фондовооруженности и дадим им оценку в динамике.

Анализ финансовых показателей и показателей эффективности использования ОС пред-

ставлен в табл. 5.

Неэффективное использование имеющихся у предприятия ОС в значительной мере влияет на финансово-хозяйственную деятельность предприятия. Так, в 2018 г. общая фондоотдача снизилась на 44,3 % по сравнению с предыдущим годом, а в 2019 г. – на 38,8 %. Это свидетельствует о том, что ежегодно организация получает почти в два раза меньше продукции с каждого рубля основных фондов, имеющихся у нее. Причиной стала продажа производственного оборудования.

Фондоёмкость, обратная величина фондоотдачи, в 2018 и в 2019 гг. увеличивается соответственно на 79,6 % и на 63,3 % по отношению к предшествующему году.

Неэффективное использование основных фондов приводит к снижению фондоотдачи и увеличению фондоёмкости продукции, что отрицательно влияет на финансовую деятельность организации.

Показатель фондовооруженности напротив – увеличился в 2018 и в 2019 гг. на 40,3 % и на 14,6 % соответственно. Его увеличение происходит на фоне политики сокращения персонала, проводимой в организации.

Таким образом, наблюдается явное снижение эффективности использования имущества.

На основе проведенного анализа целесообразно рассмотреть возможность реализации мероприятий по вовлечению части имущества в хозяйственный оборот: продажа или передача

**Таблица 6.** Имущество, рекомендуемое для сдачи в аренду, руб.

Наименование	Выручка от аренды в месяц	Выручка от аренды за год
Автомобиль «Буровая установка УРБ-2А-2Д» на шасси КаМАЗ (В 700 ЕО 96)	41 000	492 000
Автомобиль МАЗ-53371 (М 702 ОР 66)	28 000	336 000
Итого:	69 000	828 000

**Таблица 7.** Имущество, рекомендуемое для консервации, руб.

Наименование	Сумма амортизации в мес.	Сумма амортизации за год
Лабораторно-изыскательский комплекс 1 (641,8 кв.м) литер А	8 861,34	106 336,08

**Таблица 8.** Влияние мероприятий на финансово-хозяйственную деятельность, тыс. руб.

Мероприятия	Влияние мероприятий на финансово-хозяйственную деятельность предприятия		
	Положительное		Отрицательное
	Доход	Экономия расходов	Расходы (за год)
Продажа имущества	7 540,492		
Стимулирование сотрудников			754, 049
Сдача в аренду имущества	828,0		
Консервация имущества		106,336	
Экономический эффект	$7\,540,492 + 828,0 + 106,336 - 754,049 = 7\,720,779$		

ча в аренду неиспользуемого в процессе производства движимого имущества, в том числе морально устаревшего (машины, оборудование, мебель и другое); перевод неиспользуемого в производстве оборудования на консервацию. Это в значительной степени повысит уровень эффективности его использования.

Мероприятия по вовлечению в хозяйственный оборот ОС представлены в табл. 6 и 7.

Также рекомендуется привлечь сотрудников к продаже части имущества на сумму 7540,492 тыс. руб., а в качестве стимулирования работникам, которые будут заниматься его продажей, выплачивать премию в размере 10 % от продажной стоимости этого имущества.

Влияние мероприятий на финансово-хозяй-

ственную деятельность представлено в табл. 8.

Негативные тенденции, наблюдающиеся на ведущих сырьевых рынках, резко ухудшили финансовое положение организации, вследствие чего пришлось сократить все расходные статьи с целью сохранения жизнеспособности. Дополнительными факторами, играющими негативную роль, стали нестабильность политической ситуации в мире, неплатежи со стороны заказчиков, усиление конкуренции на конкурсах, сокращение инвестиционных программ.

Экономический эффект от разработанных мероприятий, направленных на получение дополнительного дохода в сумме 7720,779 тыс. руб., благоприятно отразится на финансовом состоянии предприятия.

## Список литературы

1. Федеральный закон № 402-ФЗ от 06.12.2011 (ред. от 31.12.2017) «О бухгалтерском учете» // Собрание законодательства РФ. – 2011. – № 50. – Ст. 7344.
2. Приказ Минфина РФ № 26н от 30.03.2001 «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» ПБУ 6/01» (ред. от 24.12.2010 г.).
3. Приказ Минфина РФ № 91н от 13.10.2003 «Об утверждении Методических указаний по бухгалтерскому учету основных средств» (ред. от 24.12.2010 г.).
4. Гомола, А.И. Бухгалтерский учет : учебник / А.И. Гомола. – М. : Academia, 2019. – 461 с.
5. Тепляков, А.Б. Аренда имущества. Правовое регулирование. Бухгалтерский учет / А.Б. Тепляков. – М. : Ось-89, 2009. – 288 с.
6. Парушина, Н.В. Экономический анализ : учеб. пособие / под ред. – М. : КНОРУС, 2013. – 456 с.
7. Бабаев, Ю.А. Бухгалтерский учет : учебник / Под ред. Ю.А. Бабаева, В.И. Бобошко. – М. : Юнити, 2017. – 1279 с.
8. Костюков, Е.И. Бухгалтерский учет и анализ (для бакалавров) : учеб. пособие / Под ред. Е.И. Костюкова. – М. : КноРус, 2018. – 416 с.
9. Алексеева, А.И. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности / А.И. Алексеева, Ю.В. Васильев, А.В. Малеева, Л.И. Ущвицкий. – М. : Кнорус, 2016. – 718 с.
10. Мизиковский, Е.А. Бухгалтерский учет внеоборотных активов и капитальных затрат практ. пособие / Е.А. Мизиковский. – М. : Магистр, 2013. – 400 с.

## References

1. Federalnyj zakon № 402-FZ ot 06.12.2011 (red. ot 31.12.2017) «O bukhgalterskom uchete» // Sbranie zakonodatelstva RF. – 2011. – № 50. – St. 7344.
2. Prikaz Minfina RF № 26n ot 30.03.2001 «Ob utverzhenii Polozheniya po bukhgalterskomu uchetu «Uchet osnovnykh sredstv» PBU 6/01» (red. ot 24.12.2010 g.).
3. Prikaz Minfina RF № 91n ot 13.10.2003 «Ob utverzhenii Metodicheskikh ukazaniy po bukhgalterskomu uchetu osnovnykh sredstv» (red. ot 24.12.2010 g.).
4. Gomola, A.I. Bukhgalterskij uchet : uchebnik / A.I. Gomola. – M. : Academia, 2019. – 461 s.
5. Teplyakov, A.B. Arenda imushchestva. Pravovoe regulirovanie. Bukhgalterskij uchet / A.B. Teplyakov. – M. : Os-89, 2009. – 288 s.
6. Parushina, N.V. Ekonomicheskij analiz : ucheb. posobie / pod red. – M. : KNORUS, 2013. – 456 s.
7. Babaev, YU.A. Bukhgalterskij uchet : uchebnik / Pod red. YU.A. Babaeva, V.I. Boboshko. – M. : YUniti, 2017. – 1279 s.
8. Kostyukov, E.I. Bukhgalterskij uchet i analiz (dlya bakalavrov) : ucheb. posobie / Pod red. E.I. Kostyukova. – M. : KnoRus, 2018. – 416 s.
9. Alekseeva, A.I. Kompleksnyj ekonomicheskij analiz khozyajstvennoj deyatel'nosti / A.I. Alekseeva, YU.V. Vasilev, A.V. Maleeva, L.I. Ushchvitskij. – M. : Knorus, 2016. – 718 s.
10. Mizikovskij, E.A. Bukhgalterskij uchet vneoborotnykh aktivov i kapitalnykh zatrat prakt. posobie / E.A. Mizikovskij. – M. : Magistr, 2013. – 400 s.

УДК 339.138:67/69

Н.П. КУЗЬМИЧ

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ

*Ключевые слова:* жилищное строительство; охрана окружающей среды; природопользование; проектирование; строительная сфера; устойчивое развитие; экологичность; экономия.

*Аннотация.* Актуальность вопроса о переходе к эколого-экономически сбалансированному устойчивому типу развития страны не вызывает сомнений. Строительная сфера должна минимизировать отрицательные воздействия своей деятельности на окружающую среду.

Цель статьи – рассмотреть задачи строительной сферы экологического направления.

Задачи: раскрыть более детально преимущественно экологические направления, которые осуществляются при проектировании и непосредственно строительстве объектов.

В ходе исследования применены методы анализа содержания научных публикаций отечественных и зарубежных ученых, а также методы синтеза и обобщения.

В результате исследования сделан вывод о необходимости экологичного строительства, усиления роли государства в эколого-социальном направлении для развития технологий, обладающих экологическим потенциалом. Полученные результаты исследования будут полезны ученым, занимающимся проблемами экологической направленности строительства, а также специалистам в области строительства.

На протяжении последних лет тема эколого-экономически сбалансированного устойчивого развития находит отражение в различных государственных программах и проектах в области демографии, образования, здравоохранения и экологии. Она нацелена на поддержание всеобщей заинтересованности в уменьшении загрязнения окружающей среды с целью устойчивого экономического развития общества.

Тем не менее, стимулы по развитию «зеленой» экономики в нашей стране весьма слабые,

а состояние окружающей среды пока не является самой существенной проблемой для населения, поскольку в отличие от других стран мира Россия богата природными ресурсами. Для населения России в настоящий момент важнее социальные и экономические проблемы [6].

Несомненно, что современное строительство находится под существенным влиянием тенденции экологизации, все большее внимание уделяется энерго-, ресурсосбережению в сочетании с комфортностью проживания, технической и экономической эффективностью.

На территории Амурской области в настоящее время реализуется Национальный проект «Экология», в рамках которого разработаны и функционируют региональные проекты, в выполнении которых большая роль принадлежит строительной сфере [8].

Строительная сфера поддерживает стабильную устойчивую экономику региона, поскольку главная целевая установка строительства – обеспечение качества и комфортных условий жизни благодаря оптимальному использованию ресурсов и экологической безопасности. Нормативно-правовую базу экологического строительства обеспечивают в РФ Федеральные законы № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г., «Градостроительный кодекс РФ» №190-ФЗ от 29.12.2004 г. Главные положения международных стандартов экологической направленности в формировании объектов недвижимости отражены в ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости».

Задачами экологического направления, которые решает строительная сфера, являются:

- учет природных, климатических факторов при строительстве объектов;
- экологическое обоснование строительства объектов;
- экологическое нормирование и экологическая экспертиза на стадии разработки проектов;

- восстановление природных ландшафтов на месте разработок и карьеров, рекультивация земель;
- инженерно-расчетное сопровождение объектов строительства в целях безопасности, надежности строящихся объектов;
- надежность систем водоснабжения и водоотведения, отопления и других инженерных сетей в дальнейшем, при эксплуатации зданий;
- комплексный подход к утилизации отходов строительных предприятий;
- повышение экологической безопасности и так далее.

Реализация обозначенных задач, несомненно, способствует созданию экологически безопасной жилой среды, которая закладывается при проектировании, строительстве и эксплуатации объекта.

В первую очередь следует учесть, что условия строительства сопряжены с изменениями природно-климатических условий, определяющими ключевые параметры качества строительства. Кроме того, в процессе создания проекта разрабатываются меры по снижению загрязнения окружающей среды, применению безотходных технологий строительного производства и тому подобных аспектов.

Одним из экологических требований при проектировании строительства является оценка риска здоровью населения в результате строительства того или иного объекта. Оценка рисков причинения вреда здоровью населения практически во всех странах и на уровне международных организаций рассматривается в качестве главного условия принятия решений относительно строительства производственных комплексов, а значит – создания возможных источников загрязнения окружающей среды [7]. В связи с этим при проектировании зданий и сооружений разрабатывают раздел охраны окружающей среды (ООС).

Понятие о риске, требования учета степени риска причинения вреда определены Федеральным законом РФ № 184-ФЗ «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. В соответствии с данным законом, любые риски должны рассматриваться под углом зрения их прямого и косвенного воздействия на здоровье человека и условия его жизни [2].

Проводится также экологическая экспертиза проектов в строительстве, которая является видом государственного экологического контроля соблюдения экологического законодательства.

Ее суть заключается в контроле соответствия организационно-технических, конструктивных, технологических и других решений в проекте, а также готового объекта требованиям охраны окружающей среды и т.д. В результате ее проведения могут быть приняты следующие решения:

- рекомендовать проект к реализации;
- необходимо выполнить доработку проекта;
- отказать в осуществлении проекта [1].

Строительство должно минимизировать отрицательное воздействие объекта строительства на человека и окружающую среду. Это достигается внедрением инновационных технологий, основанных на использовании альтернативных источников энергии, энерго- и ресурсосбережении, применении эффективных способов утилизации мусора и очистки сточных вод и т.д. Производство и применение экологически чистых материалов – главные направления развития предприятий стройиндустрии, что значимо для конечного потребителя объектов строительства [4]. Одна из тенденций нововведений – включение в строительство инновационных строительных материалов, позволяющих добиться более высоких показателей прочности конструкций, улучшить показатели водостойкости, энергоэффективности, противодействие воздействию агрессивной среды и др. [5].

С каждым годом все большее применение находят в строительстве синтетические материалы, особенно в качестве отделочных. При наличии многих положительных качеств минусом в их применении является то, что дымовые газы, выделяющиеся при горении пластмасс, во много раз более ядовиты, чем любые другие дымы. Тушение горящих пластмасс должно вестись при наличии у пожарных соответствующего газодымозащитного снаряжения. Таким образом, до вынесения решения о применении в строительстве и в больших объемах тех или иных пластмасс, необходимо выяснить их поведение при огневых воздействиях. Многие пластмассы накапливают статические заряды, если в процессе их производства в исходную смесь не были внесены электростатические добавки.

Что касается жилой недвижимости в целом, то ее экологичность выражается в удобной планировке, прилегающей территории, экологически чистых строительных и отделочных материалах и т.д. Для качественного улучшения условий жизни человека и окружающей среды существуют регламенты и нормы воздухообме-

на, шума, микроклимата, инсоляции.

Безразличие и невыполнение экологических требований при возведении любых объектов ведет в последующем к возникновению сложностей как в период строительства, так и при их эксплуатации [3].

Например, в настоящее время жилая застройка во многих городах ведется точно, чаще всего за счет сокращения зеленых зон, урезания зоны парковки, дворов и т.д., что отрицательно влияет на экологические параметры и не способствует качественным условиям жизни людей.

В рыночных условиях строительные предприятия преследуют цель получения прибыли, в связи с этим используют различные способы сокращения финансовых затрат и затрат времени, а так же оптимальную организацию пространства при производстве строительной продукции. В процессе строительства бездумная экономия материально-технических и финансовых ресурсов подчас приводит к авариям, а также техногенным катастрофам и экологическим проблемам.

Строительные предприятия стремятся постоянно улучшать свою деятельность путем непрерывного сокращения потерь, анализируя и улучшая производственную деятельность для достижения желаемого результата. Тем не менее в строительном производстве существуют некоторые виды потерь, которые повышают затраты предприятия, косвенно оказывая влияние и на экологические показатели окружения. Например:

– изготовление бракованной строительной продукции, которая приводит к дополнительным затратам на исправление брака, использование

дополнительного сырья и материалов, увеличивающих нагрузку на экологию;

– лишние запасы сырья, которые приводят к загромождению производственных площадок и складов материалами;

– лишняя транспортировка сырья и материалов, что приводит к дополнительному использованию транспортных средств и дополнительному расходу топлива.

Также к основным видам потерь относятся потери, связанные с ложной экономией, заключающейся в использовании дешевого, но некачественного сырья и материалов. В строительном производстве стремятся свести к минимуму все потери, поскольку в данном случае достигаются не только экономические, но и экологические цели, то есть снижение нагрузки на окружающую среду.

Тем не менее, несмотря на большой интерес к более экологичному строительству, инновационные строительные технологии являются высокочрезвычайно затратными, что приводит к отказу большинства предприятий от внедрения экологически чистого производства. Экологические нормативы сказываются на стоимости и объемах жилищного строительства, поскольку стоимость жилья зависит от экологических параметров земельного участка, планировки жилья, благоприятного окружения территории объекта строительства. Следовательно, в настоящий момент большое значение приобретает государственная поддержка, способная дать толчок к развитию технологий, обладающих экологическим потенциалом. Необходим и дальнейший рост роли государства в эколого- и социально ориентированном развитии отраслей, в том числе строительства.

## Список литературы

1. Азаров, В.Н. Экологические требования при проектировании и строительстве объектов / В.Н. Азаров, С.Е. Манжилевская, Н.В. Коваль, А.Д. Симерникова // Вестник Евразийской науки. – 2018. – № 6 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://esj.today/PDF/96SAVN618.pdf>.
2. Башорина, О.В. Генезис и сущностные характеристики экологизации экономики / О.В. Башорина, В.Н. Лавров // Сибирская финансовая школа. – 2013. – № 3. – С. 65–69.
3. Кузьмич, Н.П. Влияние институциональных факторов на развитие предпринимательства в строительстве / Н.П. Кузьмич // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2013. – № 7(25). – С. 74–77.
4. Кузьмич, Н.П. Потенциал конкурентоспособности строительных организаций в современных условиях / Н.П. Кузьмич // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2012. – № 7(34). – С. 90–94.
5. Кузьмич, Н.П. Расширение ресурсной базы строительного комплекса на основе применения местного сырья и энергоресурсоэффективных технологий / Н.П. Кузьмич // Проблемы совре-

менной экономики. – 2012.– № 2(42). – С. 325–328.

6. Шилкина, С.В. Экономика развития электроэнергетики на возобновляемых источниках энергии в России с учетом мировых тенденций / С.В. Шилкина // Вестник гражданских инженеров. –2018. – № 3(68). – С. 137–146.

7. Bagby, J.W. Environmental standardization for sustainability // J.W. Bagby, Z. Luo (ed.) // Green finance and sustainability : Environmentally-aware business models and technology. – Hershey : Business Scirnce Reference, 2011. P. 31–55.

8. [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.amurobl.ru>.

9. Воронкова, О.В. Экономические последствия изменения климата в Арктике / О.В. Воронкова, Ю.Е. Семенова, Т.В. Бикезина // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 2(92). – С. 206–210.

### References

1. Azarov, V.N. Ekologicheskie trebovaniya pri proektirovanii i stroitelstve obektov / V.N. Azarov, S.E. Manzhilevskaya, N.V. Koval, A.D. Simernikova // Vestnik Evrazijskoj nauki. – 2018. – № 6 [Electronic resource]. – Access mode : <https://esj.today/PDF/96SAVN618.pdf>.

2. Bashorina, O.V. Genezis i sushchnostnye kharakteristiki ekologizatsii ekonomiki / O.V. Bashorina, V.N. Lavrov // Sibirskaya finansovaya shkola. – 2013. – № 3. – S. 65–69.

3. Kuzmich, N.P. Vliyanie institutsionalnykh faktorov na razvitie predprinimatelstva v stroitelstve / N.P. Kuzmich // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2013. – № 7(25). – S. 74–77.

4. Kuzmich, N.P. Potentsial konkurentosposobnosti stroitelnykh organizatsij v sovremennykh usloviyakh / N.P. Kuzmich // Perspektivy nauki. – Tambov : TMBprint. – 2012. – № 7(34). – S. 90–94.

5. Kuzmich, N.P. Rasshirenie resursnoj bazy stroitel'nogo kompleksa na osnove primeneniya mestnogo syrya i energoresursoeffektivnykh tekhnologij / N.P. Kuzmich // Problemy sovremennoj ekonomiki. – 2012.– № 2(42). – S. 325–328.

6. SHilkina, S.V. Ekonomika razvitiya elektroenergetiki na vobnovlyaemykh istochnikakh energii v Rossii s uchetom mirovykh tendentsij / S.V. SHilkina // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. –2018. – № 3(68). – S. 137–146.

9. Voronkova, O.V. Ekonomicheskie posledstviya izmeneniyaklimata v Arktike / O.V. Voronkova, YU.E. Semenova, T.V. Bikezina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 2(92). – S. 206–210.

---

© Н.П. Кузьмич, 2020

УДК 334

А.Г. ЛИТВИНОВА

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва;

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва

## ЦИКЛ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ОПЫТА В ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ И ПРИ РАЗРАБОТКЕ ИННОВАЦИЙ

*Ключевые слова:* инновационная деятельность компании; создание новых товаров и услуг; управление инновациями; цикл потребительского опыта.

*Аннотация.* Целью исследования является проработка стратегии инновационного предприятия, деятельность которого направлена на создание эффективных инноваций.

Задача состоит в изучении метода, определяющего формирование цикла потребительского опыта на этапе создания новых товаров и услуг в соответствии с инновационной деятельностью компании.

Основной гипотезой является предположение, что взаимодействие с потребителем инноваций способствует продлению их жизненного цикла. В результате сделан вывод о необходимости грамотного подхода к инновациям от момента их появления на потребительском рынке вплоть до утилизации.

Формирование инновационной среды требует тщательной проработки и концентрации на грамотном контроле управления целым комплексом инструментов, определяющих концепцию целостного инновационного проекта в компании. В гонке за быстрой прибылью и высокими издержками производства товаров менеджеры компаний в наши дни довольно часто игнорируют долгую проработку инновационных решений. Это создает массу противоречий.

Метод «Цикл потребительского опыта» включает в себя анализ ряда вопросов, раскрывающих полную картину опыта потребителя. Такой цикл обычно состоит из шести этапов, протекающих последовательно с момента приобретения товаров до момента их утилизации. Для инновационного предприятия, ориентиро-

ванного на разработку, прототипирование, внедрение и выпуск новых товаров народного потребления и услуг, предлагается рассмотреть цикл потребительского опыта с точки зрения всех этапов цикла. Такая проработка определяет четкую направленность на поддержку изобретений и производство новых товаров субъектами малого бизнеса, осуществляющими не только инновационную деятельность, но и работающими совместно с производственными предприятиями над внедрением инноваций, их тестированием, стратегическим планированием в компании, коммерциализацией новых решений [1]. В табл. 1 проработана шкала цикла потребительского опыта как горизонта потребительского фокуса на новые товары народного потребления, создаваемые в инновационной компании, деятельность которой направлена преимущественно на создание инноваций, их проработку, прототипирование, проектирование, запуск. Для успешной работы в инновационном профессиональном поле компании необходимо чувствовать потребительские ожидания и предусмотреть их поведение при использовании новых товаров и услуг, возможно в сопроводительной информации к создаваемым новым продуктам [2].

В результате исследований консалтинговой компании *A.T. Kearney* «Инновации: изобилие противоречий», в которых приняли участие более 200 американских и европейских мультинациональных корпораций и фирм, разработан перечень основных причин, которые мешают компании занять на рынке позицию лидера-инноватора. Для того чтобы деятельность инновационной компании могла занять на рынке позицию инноватора, постоянно внедряющего инновации и поддерживающего их разработку и производство, руководству компании необходимо проработать ряд вопросов:

Таблица 1. Цикл потребительского опыта на новые товары народного потребления, прорабатываемый инновационной компанией

Приобретение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сколько необходимо времени потребителю, чтобы найти новый продукт, услугу?</li> <li>2. Привлекательно ли и доступно место покупки?</li> <li>3. Насколько надежны условия транзакции при приобретении продукта?</li> <li>4. Насколько быстро можно совершить покупку?</li> <li>5. Существуют ли гарантии качества товара и отработан ли механизм их контроля?</li> </ol>
Доставка	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сколько времени занимает доставка продукта?</li> <li>2. Проработана ли система коммуникаций для согласования моментов?</li> <li>3. Трудно ли распаковать новый продукт?</li> <li>4. Предусмотрены ли процедуры возврата товара в случае, если он не подошел потребителю?</li> <li>5. Возможно ли получение качественной услуги без отрыва от занятости?</li> </ol>
Использование	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Требуется ли товар обучения или помощи специалиста?</li> <li>2. Есть ли сложности с хранением продукта?</li> <li>3. Насколько эффективны свойства и функции продукта?</li> <li>4. Возможно ли использование товара по другому назначению?</li> <li>5. Определены ли свойства продукта, которые могут нанести вред и необходим ли контроль в процессе эксплуатации?</li> </ol>
Дополнение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нужны ли еще какие-либо продукты и услуги, чтобы данный продукт функционировал?</li> <li>2. Если да, то какова стоимость услуг?</li> <li>3. Есть ли рекомендации по самостоятельному совершенствованию продукта в случае возникновения такой потребности?</li> <li>4. Существует ли способ использования продукта в других целях после завершения использования его по основному предназначению?</li> </ol>
Обслуживание	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Требуется ли обслуживание продукта внешним специалистом?</li> <li>2. Трудно ли обслуживать и обновлять продукт?</li> <li>3. Сложно ли обеспечить хранение в случае сезонности товара?</li> <li>4. Ясны ли характеристики используемых материалов, из чего изготовлен товар для качественного ухода за ним в процессе эксплуатации?</li> </ol>
Утилизация	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Образуются ли какие-либо отходы при использовании продукта?</li> <li>2. Предусмотрен ли срок рекомендуемой эксплуатации продукта?</li> <li>3. Определены ли все способы использования товара после его жизни?</li> <li>4. Существуют ли современные технологии, ориентированные на переработку таких товаров?</li> <li>5. Трудно ли утилизировать продукт?</li> </ol>

– определить первоначальное назначение и сформулировать требования к новому товару или услуге;

– продумать и проработать контакт и взаимодействие с конечными потребителями продукта, услуги;

– рассчитать и описать формализованные бизнес-процессы по расстановке приоритетов в проекте;

– четко конкретизировать и обосновано распределить ресурсы в соответствии с целеполаганием проекта;

– расставить метрики инноваций (соответствие между осознанием ситуации менеджерами и объективными реалиями);

– разработать систему управления инновациями с целью объединения и грамотного управления инновационными процессами в ком-

пании.

Грамотный подход к проработке приведенных выше задач воздействует на определение характеристик компании, прогрессивно движущейся к позиции лидера при разработке инноваций, таких как:

– инновационная стратегия, направленная на поддержку развития инноваций в виде товаров потребления, для обеспечения качественной жизнедеятельности граждан, стремительнодвигающая компанию к прогрессивному росту и развитию;

– проработка информационных коммуникаций и взаимодействий внутри компании с целью установки качественного формализованного бизнес-процесса управления инновациями;

– внедрение открытой организационной культуры в компании, которая сформулирована

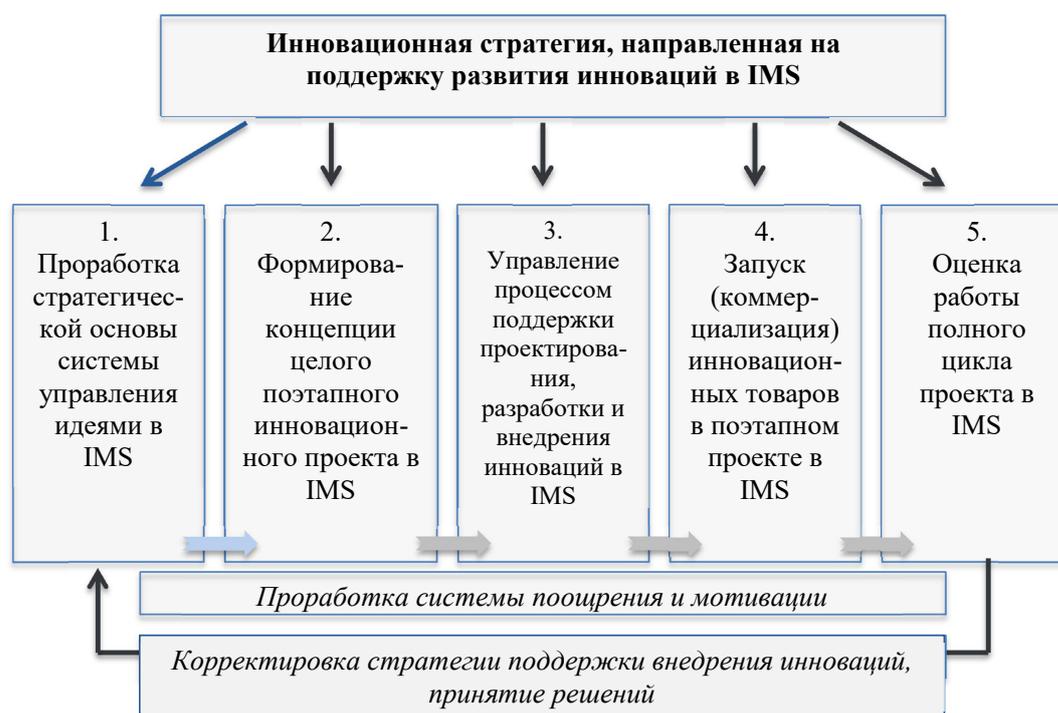


Рис. 1. Цикл управления инновациями в IMS

четко и грамотно, а также является доступной каждому члену компании с целью полного взаимопонимания каждым и движения к единой цели приоритетов, ведущих к развитию бизнеса в целом.

Тем не менее, несмотря на характеристики инноватора, необходимо разработать такую стратегию развития компании, которая позволяет профессионально управлять движением идей и создать систему управления ими при поддержке целостного развития инноваций в инновационной компании. На рис. 1 представлен цикл проработки инновационной стратегии для управления инновациями в компании «Инновационные системы управления» (IMS), осуществляющей свою деятельность в качестве самостоятельного хозяйствующего субъекта малого инновационного предприятия, зарегистрированного при Российском университете дружбы народов, являющимся представителем малого бизнеса и научно-исследовательского сообщества, стремящимся к достижению высоких показателей, и как инноватора на рынке Российской Федерации, разрабатывая и внедряя новые товары и услуги в проекты производства и технологии, и как малая инновационная научная компания, разрабатывающая научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и описываю-

щая их в научных публикациях.

Для совершенствования методов коммерциализации новых товаров и услуг руководство IMS ориентировано на построение эффективного диалога и коммуникативных связей со всеми участниками, включенными в инновационный проект. Проработка такого движения определяет систему действий, направленных на достижение стратегических целей компании в целом. Учитывая гибкость матричной проектной организационной структуры компании, внутри которой в конкретно проработанные периоды привлекается определенный необходимый для четко очерченного поля действий персонал, стратегическая группа в компании нацелена на формирование инновационного климата, благоприятной среды для взаимодействия и свободных коммуникативных связей между всеми участниками проекта и для свободного пути к появлению новых идей и их внесения и доработке в любой точке проекта [3]. Таким образом, в основе управления идеями теоретически лежит формализованный бизнес-процесс, охватывающий систему, состоящую из пяти фаз: рождение; формирование первичного пула; развитие и обогащение; управленческая оценка и отбор бизнес-идей, обладающих практической ценностью для конкретной организации.

**Список литературы**

1. Charls W. Prater. Blueprints for Innovations / Charls W. Prater, Lisa K. Gundry // How Creative Processes Can Make You and Your Company More Competitive. – Fourth Printing. – 2003. – № 6.
2. Christensen, C.M. Seeing What's Next: Using the Theories of Innovation to Predict Industry Change / C.M. Christensen, Scott D. Anthony, Erik A Roth. – Boston : Harvard Business School Press, 2004.
3. Литвинова, А.Г. Формы и методы управления в малом предпринимательстве / А.Г. Литвинова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2016. – № 2(56). – С. 23–26.

**References**

3. Litvinova, A.G. Formy i metody upravleniya v malom predprinimatelstve / A.G. Litvinova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2016. – № 2(56). – S. 23–26.

---

© А.Г. Литвинова, 2020

УДК 339.13

М.В. МУХИНА, Ж.В. СМИРНОВА, Д.А. БЫЧКОВ, Т.Д. ФЕОФАНОВА  
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени  
Козьмы Минина», г. Нижний Новгород

## МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СПРОСА НА ВНУТРЕННИЙ ТУРИЗМ

*Ключевые слова:* внутренний туризм; маркетинговое исследование; опрос; потребности современного российского туриста.

*Аннотация.* В статье анализируются данные маркетингового исследования мнения населения о внутреннем туризме.

Цель работы – изучить отношение потребителей туристских услуг к внутреннему туризму в России, и на основании данных исследования выявить характерные потребности современного российского туриста.

Задачи исследования: изучить состояние внутреннего туризма в России, провести маркетинговое исследование, обработать результаты.

Гипотеза: изучение предпочтений современного потребителя услуг внутреннего туризма поможет туристическим фирмам в развитии данного направления.

В работе использованы методы теоретического анализа и синтеза, метод опроса, методы количественной и качественной обработки полученных результатов.

В результате проведенной интерпретации результатов исследования и обобщения данных выявлен растущий интерес к внутреннему туризму у российского потребителя.

Сегодня индустрия туризма является быстро растущим сектором экономики. Каждая страна мира борется за привлечение финансовых ресурсов посредством развития внутреннего туризма. Россия также стремится к росту туристических потоков на внутреннем рынке. К сожалению, данные статистики показывают низкий уровень развития данного направления туризма.

В процессе изучения данной темы было проведено маркетинговое исследование в виде анкетного опроса жителей Нижегородской области на предмет выявления отношения населения

к внутреннему туризму. Опрос населения был проведен с использованием *Googl*-форм.

На основании результатов проведенного исследования были выявлены характерные потребности туриста, который предпочитает отдых на территории России. Большинство опрошенных – респонденты возрастной группы 25–44 лет, состоящие в узаконенном или неоформленном браке. Род деятельности – служащий.

По результатам исследования 47,8 % респондентов отдают предпочтение путешествиям по России. Этот результат является обнадеживающим, так как, несмотря на недостаточный уровень развития внутреннего туризма, у населения неуклонно повышается интерес к путешествиям по России и, соответственно, спрос на турпакеты. Учет этих данных ставит перед туристическими фирмами задачу разработки новых туристических маршрутов, способных удовлетворить разнообразные потребности клиентов. По данным Росстата с 2015 по 2018 гг. число реализованных турпакетов по России выросло на 18,6 %. Самым популярным сезоном отдыха в России является «Высокий сезон» – период лета (с июня по август текущего года). В качестве проживания большинство респондентов выбирает местную гостиницу (60 %).

Наиболее популярными видами внутреннего туризма, по мнению респондентов, являются: «познавательный туризм» – 56,3 %, «оздоровительный туризм» и «рекреационный туризм» – 43,8 %, «активный туризм» – 37,5 %. Особенно любимыми местами являются Республика Крым, центральная часть России, а также Нижегородская область.

До места отдыха человек, представленный в исследовании, добирается обычно на личном транспортном средстве – 40 %, либо самолетом – 40 %.

Самым популярным вариантом ответа на вопрос: «Какова средняя продолжительность вашего отдыха/путешествия?» является период

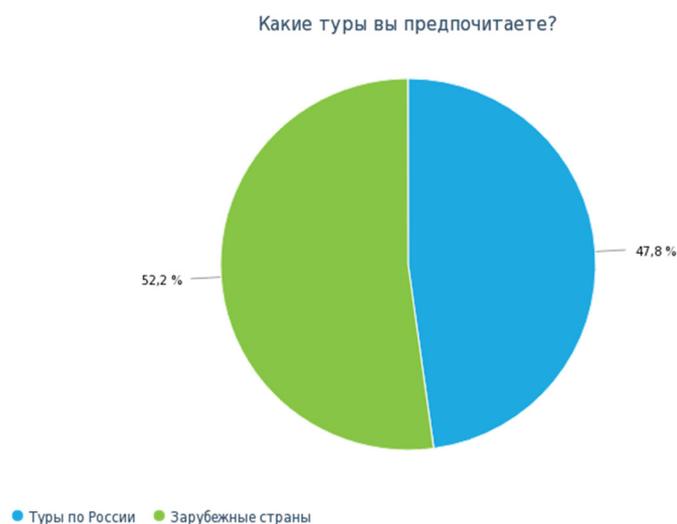


Рис. 1. Предпочтения туристов

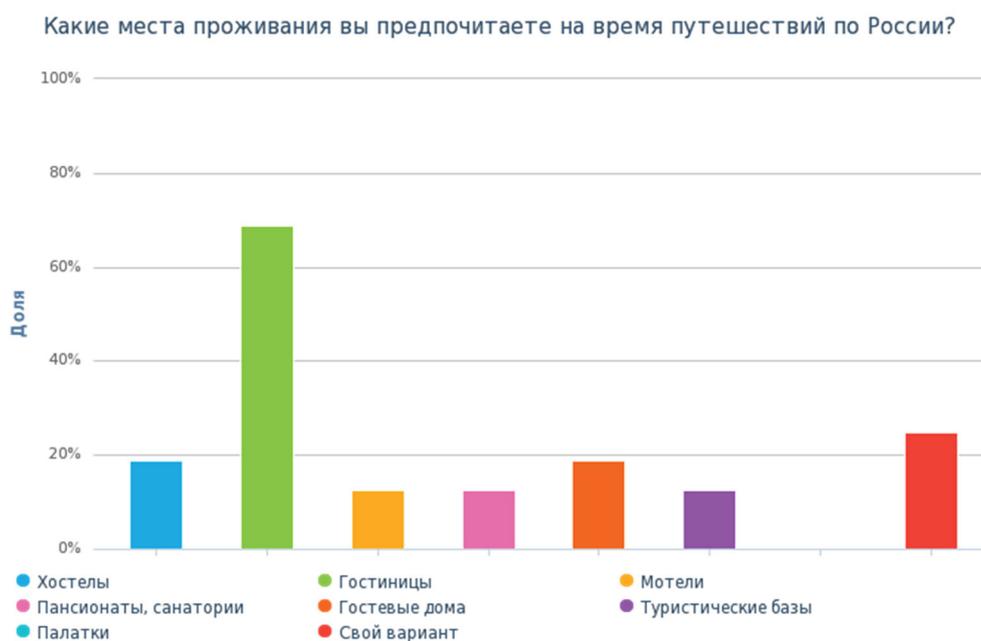


Рис. 2. Места проживания

«7–14 дней», за такое время могут отдохнуть/ путешествовать 62,5 % респондентов, при этом за вариант «14–21 день» проголосовало более 30 %.

По результатам исследования денежную сумму, которую среднестатистический отдыхающий готов потратить, колеблется в диапазоне от 15 до 25 тыс. руб. за общее времяпрепровождение на отдыхе.

Данные опроса показали, что основные тенденции в туристском спросе на рынке вну-

тренного туризма заключаются в сохранении приоритетов на традиционные виды отдыха – пляжный на юге России, оздоровительный и активный в Поволжье. Однако постепенно возвращается интерес к разновидностям специализированного туризма, таким как охота, рыбалка, а также событийный и экологический туризм.

Полученный результат показывает растущий интерес населения к внутреннему туризму, что диктует необходимость турфирмам активно



Рис. 3. Виды внутреннего туризма

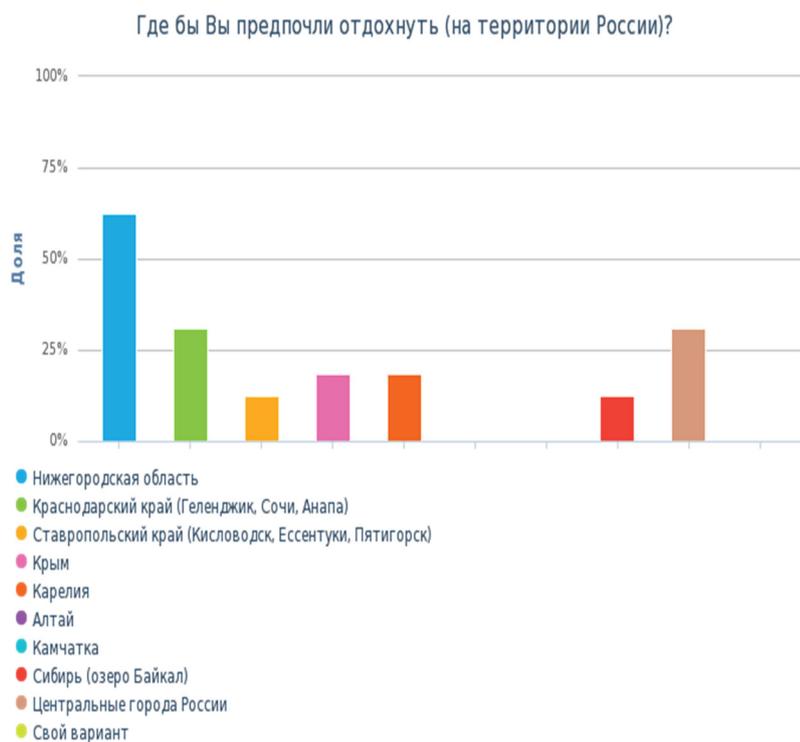


Рис. 4. Популярные места в России

Какова средняя продолжительность вашего отдыха/путешествия?

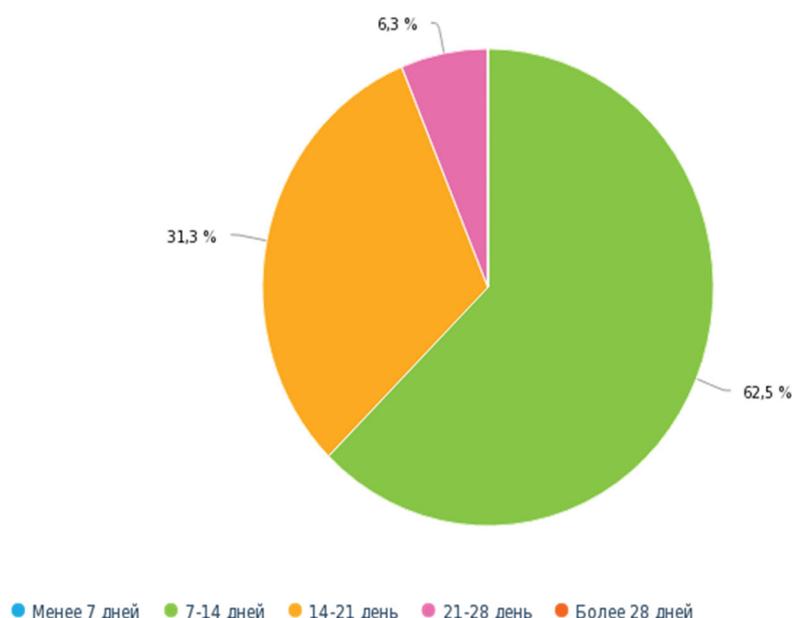


Рис. 5. Продолжительность отдыха

Сколько Вы готовы потратить на 7-ми дневный отпуск (на 1 человека)?

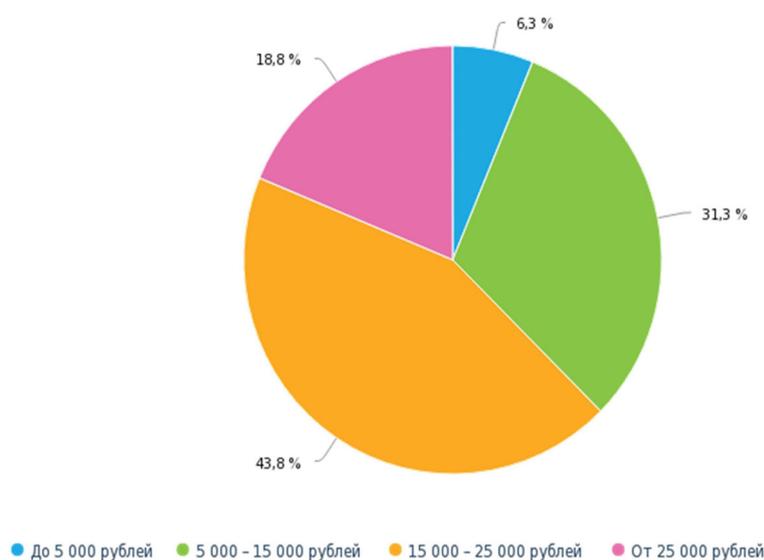


Рис. 6. Затраты

и систематически изучать характерные потребности современного туриста, с последующей разработкой туристического продукта, востребованного российским потребителем. Россия за последнее время стала популярной страной для организации индивидуального отдыха и туризма, что в дальнейшем поможет выйти на совер-

шенно новый, качественный уровень развития внутреннего туризма.

Несмотря на существующий кризис в сфере туризма, именно сферы сервиса, такие как туризм, торговля и др., благодаря своей мобильности, выводят страны из сложных экономических ситуаций, поэтому, по прогнозам

специалистов, внутренний туризм в ближайшие 10–15 лет мог бы оказать позитивное влияние на экономику страны и ее крупных городов. Таким образом, туризм, являясь выгодной отраслью экономики, может стать важнейшей статьёй валового национального дохода России.

### Список литературы

1. Лебедева, Т.Е. Факторы выбора гостиничных услуг / Т.Е. Лебедева, А.Л. Лазутина, О.А. Башкаева // Глобальный научный потенциал. – СПб. : ТМБпринт. – 2019.– № 6(99). – С. 137–139.
2. Лебедева, Т.Е. Маркетинговое исследование выбора туров в г. Сочи / Т.Е. Лебедева, С.В. Булганина, И.В. Каспаров, Н.В. Яшкова // Глобальный научный потенциал. – СПб. : ТМБпринт. – 2019. – № 6(99). – С. 134–136.
3. Мухина, М.В. Анализ современного состояния туристической отрасли в Крыму и разработка современных форм туризма / М.В. Мухина, Т.Н. Цапина, Е.С. Мухина, А.А. Фокина // Вестник евразийской науки. – 2018. – Т. 10. – № 6. – С. 31.

### References

1. Lebedeva, T.E. Faktory vybora gostinichnykh uslug / T.E. Lebedeva, A.L. Lazutina, O.A. Bashkaeva // Globalnyj nauchnyj potentsial. – SPb. : TMBprint. – 2019.– № 6(99). – S. 137–139.
2. Lebedeva, T.E. Marketingovoe issledovanie vybora turov v g. Sochi / T.E. Lebedeva, S.V. Bulganina, I.V. Kasparov, N.V. YAshkova // Globalnyj nauchnyj potentsial. – SPb. : TMBprint. – 2019. – № 6(99). – S. 134–136.
3. Mukhina, M.V. Analiz sovremennogo sostoyaniya turisticheskoy otrasli v krymu i razrabotka sovremennykh form turizma / M.V. Mukhina, T.N. TSapina, E.S. Mukhina, A.A. Fokina // Vestnik evrazijskoj nauki. – 2018. – T. 10. – № 6. – S. 31.

---

© М.В. Мухина, Ж.В. Смирнова, Д.А. Бычков, Т.Д. Феофанова, 2020

УДК 004.031.42

Н.А. МЫКЛЮЧЕНКО, А.С. ДЕВЯТКИНА, А.Н. ТИХОМИРОВА

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРАКТИКУМОВ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ

*Ключевые слова:* автоматизированная система; дистанционное обучение; теория принятия решений; электронный практикум.

*Аннотация.* Приводится сравнение проведения контроля знаний в ручном режиме и в электронном практикуме, сравнение процессов выполняется с помощью модели *AS IS-TO BE*. Рассматриваются преимущества использования автоматизированной системы в процессе создания и выполнения работы. Результатом является определение целесообразности разработки и внедрения такой системы в учебный процесс на примере курса «Теория принятия решений».

На современном этапе развития информационных технологий весьма распространенным является внедрение электронных практикумов в систему обучения. Учебными заведениями используются как платформы-конструкторы практикумов, так и проведение самостоятельной разработки в соответствии с требованиями определенного курса. Основное преимущество таких систем – автоматизация рутинного процесса составления и проверки лабораторных работ и контрольных мероприятий.

Рассмотрим подробнее замену ручной работы автоматизированной системой на примере системы поддержки обучения по курсу «Теория принятия решений», разрабатываемой в Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ».

Основные задачи на этапе предварительного анализа и определения необходимости разработки такой системы:

- повышение качества контроля знаний студентов;
- исключение фактора человеческой ошибки в процессе составления начальных условий для лабораторных работ;
- сокращение времени, затрачиваемого преподавателем на составление заданий к рабо-

те, проверку их корректности, а также проверку выполненной студентом работы.

Изобразим текущий процесс лабораторной работы в виде модели *AS-IS* («как есть») с распределением задач между его участниками (рис. 1). На данный момент создание заданий, проверка знаний по материалу лабораторной работы и само выполнение заданий студентами контролируется преподавательским составом. В устной форме проходит опрос на знание теоретического материала, затем анализ проделанной студентом самостоятельной работы и проверка правильности алгоритма вычислений, в результате чего студент получает оценку за работу.

Наиболее затратные с точки зрения времени этапы – это составление начальных заданий и проверка выполненной студентом работы. Например, на составление одного варианта необходимо потратить от 30 минут до часа, так как особенностью начальных условий лабораторных работ в данном курсе являются корректно составленные матрицы, обеспечивающие дальнейший процесс прохождения работы. Некорректно составленное задание влечет за собой усложнение процесса решения студентом, соответственно для проверки задания преподавателю необходимо самому выполнить составленный вариант и убедиться, что он удовлетворяет поставленным требованиям. На процесс приема и проверки лабораторной работы затрачивается: 15 минут на опрос студента и 20–40 минут на проверку корректности выполнения работы.

В масштабе проведения курса на группе из двадцати студентов получаются внушительные цифры в виде времени, затрачиваемого преподавателем на каждую лабораторную работу и каждого студента.

После определения самых неэффективных этапов существующего процесса рассмотрим предлагаемый к реализации процесс *TO BE* («как будет») (рис. 2). На модели видно, что выявленные ранее этапы перешли с роли преподавателя к роли системы. В данном случае препода-

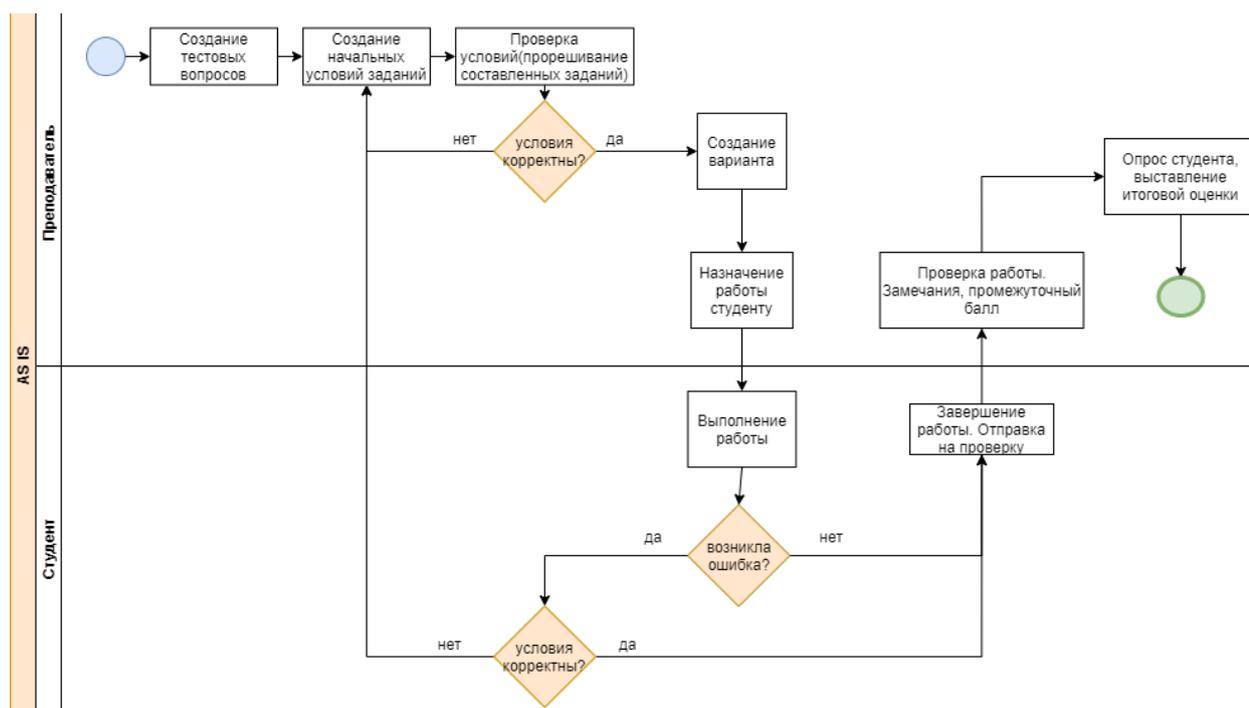


Рис. 1. Текущий процесс создания и выполнения работы

давателю необходимо войти в систему, загрузить список тестовых вопросов и назначить лабораторную работу на группу студентов. Генерация уникальных и, что самое главное, корректных по содержанию заданий будет производиться системой менее чем за секунду, обеспечивая таким образом качество дальнейшего процесса.

После начала выполнения работы студентом проверка вводимых данных обеспечивается также системой.

При получении и сохранении для каждого студента уникального сгенерированного варианта необходимо получить набор промежуточных и итоговых ответов, с помощью которых будут проверяться ответы студентов. Для этого необходимо разработать алгоритм решения последовательности контрольных точек, а также определить, как сверять рассчитанные и введенные пользователем данные.

Рассмотрим такой алгоритм на примере контрольных точек, используемых в «Методике анализа иерархий» (рис. 3).

В электронном практикуме за основу всегда берутся данные, полученные и закрепленные за пользователем в начале работы в практикуме. На основании этих данных система по алгоритму рассчитывает корректное значение на каждом из шагов, сравнивает с ответом пользо-

вателя и в случае корректного ответа переводит на следующий шаг. В случае же неправильного ответа выводится сообщение об ошибке, которое остается до тех пор, пока пользователь не введет верный ответ или не превысит количество попыток ввода.

Важным этапом в такой проверке данных являются допустимые погрешности, в пределах которых значения считаются корректными. Сверяя результаты, полученные при вычислениях в различных системах, допустимой погрешностью для данной работы было принято значение в 0,03. Таким образом, чтобы ответ пользователя был классифицирован как правильный, он должен расходиться с эталонным не более чем на заданную погрешность.

Сравнивая процесс проверки работы системой и ручную проверку преподавателем, учитывая объемы расчетов и ограниченное время на проверку, наилучшее качество будет после проверки именно системой.

Выполнить ручную проверку корректности и соответствия расчетов студента эталонным значениям крайне сложно, не затратив на это достаточно большое количество времени. В такой ситуации фактор человеческой ошибки всегда присутствует и может быть упущена некорректно составленная при расчетах формула

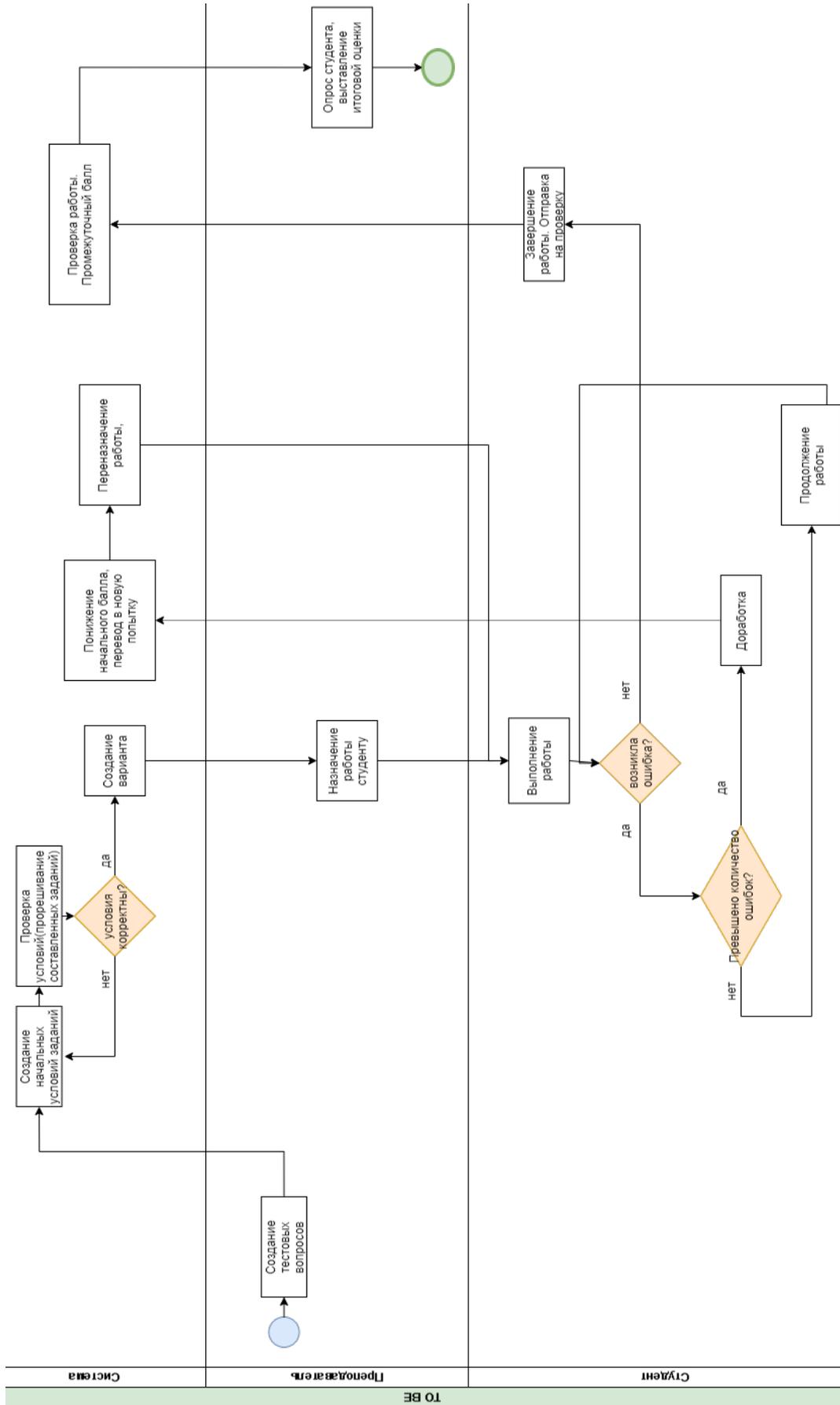


Рис. 2. Альтернативный процесс лабораторной работы с участием автоматизированной системы

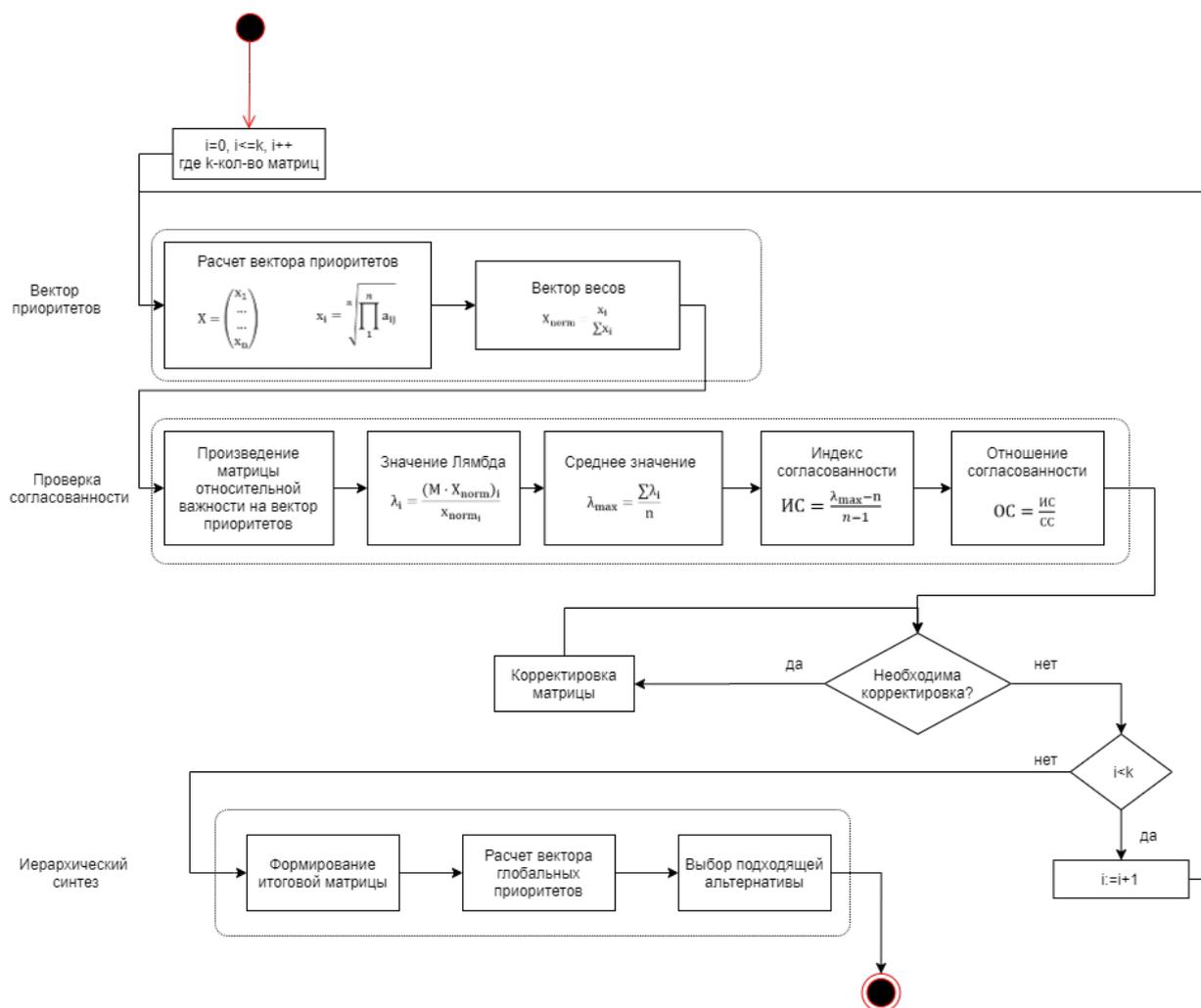


Рис. 3. Схема процесса расчетов корректных значений

или непонимание алгоритма работы студентом в целом.

Преимущество внедрения автоматизированных систем в процесс обучения заключается не только в экономии времени преподавателя, затрачиваемого на создание, ведение и поддержку курса, но и в улучшении качества контроля знаний и усвоения материала студентами. Работа в электронных практикумах позволяет в более привычной современному обществу среде проводить обучение, таким образом повышая доступность информации для студентов и стимулируя их интерес к образовательному процессу.

Особую актуальность и практическую значимость такие системы приобрели в период перехода на дистанционное обучение, ведь при изменении формата получения знаний, важно было не потерять качество передачи и усвоения материала, и именно электронные практикумы позволили обеспечить сохранение образовательного процесса на должном уровне. Более того, подавляющее большинство студентов отмечает такой формат обучения и контроля знаний для них более интересным и результативным, что дополнительно подтверждает положительный результат от внедрения подобного рода систем.

### Список литературы

1. Тихомирова, А.Н. Теория принятия решений : конспект лекций / А.Н. Тихомирова, Е.В. Матросова – М. :КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 68 с.

**References**

1. Tikhomirova, A.N. Teoriya prinyatiya reshenij : konspekt leksij / A.N. Tikhomirova, E.V. Matrosova – M. :KURS, NITS INFRA-M, 2017. – 68 s.
- 

© Н.А. Мыключенко, А.С. Девяткина, А.Н. Тихомирова, 2020

УДК 331.1

Т.М. ОЙДУП

ФГБУН «Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук», г. Кызыл

## АНАЛИЗ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ В НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

*Ключевые слова:* нацпроекты; стратегия научной организации; управление персоналом научной организации.

*Аннотация.* Актуальность вопросов совершенствования системы управления персоналом существовала всегда, поскольку именно от кадрового состава зависит успешность реализации стратегических целей каждой компании. Управление персоналом представляет собой один из ключевых элементов стратегического управления любой организации. От результативности кадровой политики зависит количественный и качественный состав коллектива, мотивированность и удовлетворенность сотрудников сказывается на их продуктивности. Таким образом, для достижения стратегических целей в первую очередь необходимо провести оценку системы управления персоналом, и при необходимости выработать меры по совершенствованию кадровой политики.

Цель нашей работы – разработать рекомендации совершенствования системы управления персоналом в научной организации. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- провести анализ внешней и внутренней среды научной организации;
- выявить особенности системы управления в научной организации;
- оценить качество организации системы управления персоналом;
- выработать предложения по совершенствованию системы управления персоналом.

Объектом исследования выступает научная организация. Предметом является система управления персоналом.

Актуальность вопросов совершенствования системы управления персоналом существовала всегда, поскольку именно от кадрового состава

зависит успешность реализации стратегических целей каждой компании. Управление персоналом представляет собой один из ключевых элементов стратегического управления любой организации.

В национальном проекте «Наука», утвержденном протоколом № 16 от 24 декабря 2018 г. Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, обозначены стратегические цели развития российской науки до 2024 г., и выделены три ключевых параметра, по которым международные институты осуществляют мониторинг научно-технологического развития (Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), ЮНЕСКО и др.):

- количество научных публикаций (статей), индексируемых в международных базах данных «Сеть науки» (*Web of Science*), Скопус (*Scopus*) и других;
- количество патентных заявок, поданных в патентные ведомства своей страны и других стран по данным Всемирной организации интеллектуальной собственности;
- численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, в эквиваленте полной занятости.

Данные критерии, представленные выше и являющиеся критериями оценки работы научной организации, одновременно являются показателями эффективности системы управления персоналом. От результативности кадровой политики зависит количественный и качественный состав коллектива, мотивированность и удовлетворенность сотрудников сказывается на их продуктивности.

Таким образом, для достижения стратегических целей в первую очередь необходимо провести оценку системы управления персоналом, и при необходимости выработать меры по совершенствованию кадровой политики.

«Научные работники – лица, занимающие»

ся научными исследованиями и разработками. Их творческая деятельность, осуществляемая на систематической основе, направлена на увеличение суммы научных знаний, поиск новых областей их применения. Персонал научных организаций оказывает прямые услуги, связанные с выполнением научных исследований и разработок».

Система управления персоналом Института представлена отделом кадров и ученым секретарем. Отдел кадров выполняет учет и делопроизводство. Специалист отдела кадров является, по сути, специалистом по трудовым договорам, формирует график отпусков, ведет учет рабочего времени и др. Согласно критериям классификации моделей кадрового менеджмента существующая система управления персоналом характеризуется следующими признаками:

- модель основана на системе бюрократического контроля;
- модель «с делегированными функциями» – рутинные задачи решает специалист отдела кадров, а право принимать решения остается за директором.

Декларируемых целей и задач у кадровой службы нет.

Основным содержанием работы таких служб становится:

- планирование потребностей в персонале;
- активные методы набора и найма;
- управление потерями времени;
- анализ текучести;
- развитие кадров (подготовка и повышение квалификации, планирование карьеры);
- мотивация.

Рассмотрим, как осуществляет свою работу кадровая служба в исследуемой научной организации.

### **Планирование потребностей в персонале**

Кадровое планирование как таковое не ведется. Решаются ситуационные вопросы в зависимости от текущих потребностей. Нет четкого представления, что для выполнения какого-либо проекта необходимо определенное количество сотрудников с определенной квалификацией кандидата или доктора наук.

### **Активные методы набора и найма**

Подбором научных сотрудников занимается ученый секретарь, также в зависимости от теку-

щей ситуации организует конкурсы на замещение вакантных должностей научных работников. С 2015 г. все научные учреждения ведут прием сотрудников на основании Приказа ФАНО России № 937 от 02.09.2015 г. «Об утверждении перечня должностей научных работников, подлежащих замещению по конкурсу, и порядка проведения указанного конкурса», согласно которому прием на должность научных сотрудников осуществляется только на конкурсной основе, объявления должны размещаться в интернете на сайте [www.ученыеисследователи.рф](http://www.ученыеисследователи.рф). Практика показывает, что конкурс объявляется, только когда встает необходимость перевести сотрудника на другую должность, в связи с получением им ученой степени или по результатам публикационной и проектной работы, либо когда подбирается конкретный сотрудник из других сторонних организаций, и конкурс объявляется для него. Желающих трудоустроиться в Институт много, но указанные в приказе № 937 условия определяют четкие критерии для каждой должности и наличие опубликованных работ. Далеко не каждый ученый, и тем более молодой ученый, может соответствовать данным критериям.

Таким образом, набор персонала в Институте осуществляется за счет внутренних резервов из числа сотрудников. В период с 2016 по 2019 гг. было проведено 32 конкурса, в которых приняли участие 35 человек, и только трое – сторонние участники. В этом есть свои плюсы и достаточно минусов.

В учебнике «Инновационный менеджмент» приводится подробный разбор положительных сторон внутреннего кадрового замещения. В своем исследовании мы попытаемся рассмотреть все преимущества и недостатки данного метода применительно к объекту нашего исследования (табл. 1 и 2).

### **Управление потерями времени**

В институте ведется строгий учет присутствия на рабочем месте. На вахте установлена система, фиксирующая время, когда сотрудник зашел на работу и вышел. По итогам месяца специалист отдела кадров предоставляет информацию о присутствии на рабочем месте сотрудников директору, а тот в свою очередь через отдел кадров просит собрать объяснительные с сотрудников, которые опаздывали на работу, отсутствовали продолжительное время или рано

Таблица 1. Привлечение сотрудников за счет резервов предприятия

Преимущества для:	Недостатки для:
Организации	Организации
<ul style="list-style-type: none"> <li>– организация конкурса на замещение вакантной должности без лишних затрат, а именно – объявление конкурса и размещение информации происходит на бесплатном сайте <i>ученыеследователи.рф</i>, на корпоративном сайте Института, обязательное информирование республиканской службы занятости;</li> <li>– удержание уровня заработной платы, установленной на данном предприятии;</li> <li>– удобный случай быстрее закрыть вакансию;</li> <li>– использовать кадровый рост в качестве инструмента поощрения лояльных сотрудников</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– сужение круга претендентов;</li> <li>– назначение на должность «ради сохранения мира»;</li> <li>– неспособность и нежелание сказать «нет» сотруднику, работающему длительное время</li> </ul>
Сотрудника	Сотрудника
<ul style="list-style-type: none"> <li>– карьерный рост в стенах знакомого учреждения;</li> <li>– хорошая осведомленность кандидата об особенностях организационной структуры и проводимых исследованиях в данном учреждении</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– снижение активности работников в результате автоматизма при повышении в должности;</li> <li>– слишком тесные взаимоотношения среди коллег, появление панибратства при решении деловых вопросов</li> </ul>

Таблица 2. Привлечение персонала вне рамок предприятия

Преимущества для:	Недостатки для:
Организации	Организации
<ul style="list-style-type: none"> <li>– широкий выбор среди претендентов;</li> <li>– новые импульсы для предприятия;</li> <li>– человек со стороны будет больше стараться и добиваться лучшего результата</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– более хлопотные затраты на организацию конкурса</li> </ul>
Сотрудника	Сотрудника
<ul style="list-style-type: none"> <li>– новый специалист – это новый опыт, новые знания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– блокирование возможностей для служебного роста сотрудникам института;</li> <li>– отсутствие у нового сотрудника знаний о работе института, требуется время на «раскачку»;</li> <li>– вынужденная психологическая адаптация нового сотрудника к новому месту работы и старых сотрудников к новому сотруднику</li> </ul>

ушли. На наш взгляд, данная система в целом дисциплинирует сотрудников. Для руководства такой мониторинг присутствия на рабочем месте – это один из способов анализа организованности сотрудников.

Однако отмечаются случаи, когда индивидуальные ключи-чипы передаются другим сотрудникам, которые «отмечаются» за тех, кому надо отлучиться пораньше или задержаться в утреннее время. В итоге, если сотруднику нужно отсутствовать на рабочем месте, то этот вопрос он решает без информирования руководителя.

В целом, временное непродолжительное от-

сутствие сотрудника на рабочем месте не сказывается на качестве его работы, поскольку сотрудник свои задачи выполнил либо до ухода, либо после возвращения на рабочее место. Таким образом, действующая система учета присутствия на рабочем месте не влияет на эффективность выполнения сотрудниками своих должностных обязанностей.

#### Анализ текучести

Текучесть кадров среди научных сотрудников низкая, большинство работают в Институте

десятилетиями, а для некоторых Институт становится единственным местом работы за всю жизнь. Тем не менее, есть случаи, когда сотрудники увольняются, и зачастую это связано со сменой места жительства, переездом в другой регион. Наиболее ощутимый урон отмечается, когда уезжают молодые остепененные ученые. Для сохранения численности сотрудников руководство использует форму дистанционной работы для ученых со степенью. На сегодняшний день на дистанционной работе два кандидата и три доктора наук. Особенность производственного процесса ученых позволяет организовать работу на расстоянии с помощью видеоконференцсвязи, электронной почты и телефона. Но, конечно, это не снимает вопроса нехватки научных сотрудников со степенью.

### **Развитие кадров (подготовка и повышение квалификации, планирование карьеры)**

Согласно Уставу, Институт имеет право заниматься подготовкой кадров высшей квалификации – аспирантурой. Однако в 2016 г. аспирантура была закрыта в связи с окончанием аккредитации. Отсутствие диссертационного совета, низкая «защищаемость» по окончании аспирантуры (менее 50 % соискателей), свидетельствуют о низкой эффективности подготовки кадров высшей квалификации, и возобновление ее работы в таком же виде представляется на данный момент нецелесообразным. Поскольку вопрос повышения качественного состава научных работников стоит остро, то было принято решение организовать работу с потенциальными соискателями научных степеней.

Два раза в год проводятся научные сессии, на которых заслушиваются доклады соискателей о ходе работ над диссертационными исследованиями, публикациями, о том, как налажен контакт с научным руководителем или консультантом и многие другие вопросы. Практика проведения научных сессий введена в начале 2018 г., за этот период состоялись две защиты, несколько работ ожидают рассмотрения в диссертационных советах.

### **Планирование карьеры**

В 2017 г., согласно распоряжению ФАНО России №007-18.1.1-08/АМ-15 от 08.02.2017 г. «О формировании кадрового резерва», Институт должен был до 20 марта 2017 г. направить

кандидатуры для включения в кадровый резерв для замещения высших руководящих постов ТувИКОПР СО РАН. На заседании ученого совета ТувИКОПР СО РАН выдвинули пять кандидатур, которые, в свою очередь, утверждены учредителем. Кадровый резерв на замещение должностей заведующих лабораториями и других подразделений в Институте не сформирован.

### **Мотивация**

В Институте разработано Положение об условиях применения выплат стимулирующего характера в ФГБУН ТувИКОПР СО РАН. Стимулирующие выплаты научным работникам осуществляются по показателям результативности научной деятельности (ПРНД). Индивидуальные ПРНД — это сумма баллов по 27 критериям (за статьи, участие в грантах, защиты, монографии и пр.). В этом же Положении закреплены формы стимулирования талантливых молодых ученых: внутренние гранты на проведение молодыми учеными самостоятельных исследований, оплата командировок для участия в конференциях, для стажировки и пр. В целях стимулирования сотрудников в Институте предусмотрена денежная премия за публикацию статей в высокорейтинговых журналах Скопус и ВОС.

### **Предложение по совершенствованию процесса**

Совершенствование системы управления персоналом научного учреждения должно лежать в русле стратегии организации. Поскольку у Института сформированной стратегии нет, то мы взяли на себя смелость и выделим краткосрочную и долгосрочную стратегии.

Стратегия долгосрочная – стать лидером в своем регионе, закрепить за собой позиции крупного регионального научного центра. Стратегия краткосрочная – перейти во вторую категорию до 2024 г.

Для достижения краткосрочной стратегии, а именно – перейти из третьей категории во вторую к 2024 г., необходимо добиться превышения показателей третьей группы согласно оценкам Министерства образования РФ, что позволит перейти во вторую группу (табл. 3).

Чтобы у Института появилась возможность перейти во вторую категорию, необходимо превысить показатели третьей группы. По резуль-

**Таблица 3.** Сравнение показателей Института за 2018 г. и критериев третьей группы

	Критерии третьей группы	Показатели Института 2018 г.
А – число опубликованных произведений и публикаций, индексируемых в международных информационно-аналитических системах научного цитирования, в расчете на 100 исследователей и работников профессорско-преподавательского состава, ед.	37	42,0
Б – количество созданных результатов интеллектуальной деятельности, имеющих государственную регистрацию и (или) правовую охрану в Российской Федерации или за ее пределами, а также количество выпущенной конструкторской документации, в расчете на 100 исследователей и работников профессорско-преподавательского состава, ед. технологической	8,8	0
В – объем выполненных работ, оказанных услуг к общей численности работников, выполнявших ИР, тыс. руб.	1 557,60	1 064,686

татам 2018 г. Институту удалось по первому показателю А превысить число публикаций в расчете на 100 научных сотрудников. По второму показателю Б количество патентов и свидетельств – результат нулевой. По третьему В – показатель не достигнут.

Как мы видим, многие стратегические направления относятся к системе управления персоналом, например:

- мотивировать сотрудников для повышения публикационной активности;
- разработать программу мер по повышению публикационной активности и количества защит на соискание ученой степени;
- вести систему кадрового резерва научных сотрудников, предусмотреть систему ротации кадров и карьерного роста;
- расширять научные связи, приглашать на работу ученых из других регионов;
- активизировать работу с соискателями ученых степеней, включить затраты на командировочные выезды на предзащиту и защиту в статьи расходов института.

Понятно, что для достижения стратегических целей необходимо изменить кадровую политику, принять управленческие решения по кадрам, выработать рекомендации для дальнейшего совершенствования подходов к решению

кадровых вопросов. Следует помнить, что внедрение инструментов управления персоналом часто имеет отложенный результат, который может проявиться только через некоторый промежуток времени. В итоге данные меры позволят повысить эффективность Института, и, на наш взгляд, должны способствовать достижению стратегических целей, а именно – переходу Института во вторую категорию. Сам по себе переход во вторую категорию не дает прямого повышения бюджетного финансирования и других финансовых вливаний. В национальном проекте «Наука» на развитие науки предусмотрено 635 952,9 млн руб. с 2019 по 2024 гг. Получателями этих средств станут ведущие научные организации, отнесенные по результатам оценки результативности деятельности научных организаций к первой категории. Институты второй и третьей категорий в нацпроекте не упоминаются, но как заверили в 2018 г. представители Агентства и РАН – попадание во вторую и третью категории даже может принести институтам существенную пользу, а именно наличие какой-то оценки – в данном случае это первая, вторая, третья категории – стимулирует организации подняться, перейти с одной ступеньки на другую. Это очень важный стимул.

### Список литературы

1. Инновационный менеджмент : учебник; 3-е изд. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 335 с.
2. Инструкция о пропускном и внутриобъектовом режиме в ФГБУН ТувИКОПР СО РАН от 16.12.2019 г.
3. Ойдуп, Т.М. Горнодобывающий комплекс Республики Тыва / Т.М. Ойдуп, Ч.К. Ойдуп //

Глобальный научный потенциал. – СПб. : ТМБпринт. – 2018. – № 12(93). – С. 243–246.

4. Ойдуп, Т.М. Районы освоения Республики Тыва / Т.М. Ойдуп, Ч.К. Ойдуп // Наука и бизнес: пути развития. – 2018. – № 12(90). – С. 214–217.

5. Паспорт национального проекта «Наука» утвержден решением президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам 24 декабря 2018 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://government.ru/rugovclassifier/851/events>.

6. Подведены итоги оценки результативности научных организаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.sib-science.info/ru/ras/itogi-ocenki-rezultativnosti-nauchnyh-organizacij-04042018>.

7. Положение о количественных нормах публикаций научных работников ФГБУН ТувИ-КОПР СО РАН от 15.01.2018 г.

8. Положение об условиях применения выплат стимулирующего характера в ФГБУН ТувИ-КОПР СО РАН от 07.06.2019 г.

9. Устав ТувИКОПР СО РАН [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.tikopr.sbras.ru/index.php/extensions/dokumenty>.

### References

1. Innovatsionnyj menedzhment : uchebnik; 3-e izd. – M. : YUNITI-DANA, 2007. – 335 s.

2. Instruksiya o propusknom i vnutriobektovom rezhime v FGBUN TuvIKOPR SO RAN ot 16.12.2019 g.

3. Ojdup, T.M. Gornodobyvayushchij kompleks Respubliki Tyva / T.M. Ojdup, CH.K. Ojdup // Globalnyj nauchnyj potentsial. – SPb. : TMBprint. – 2018. – № 12(93). – S. 243–246.

4. Ojdup, T.M. Rajony osvoeniya Respubliki Tyva / T.M. Ojdup, CH.K. Ojdup // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2018. – № 12(90). – S. 214–217.

5. Pasport natsionalnogo proekta «Nauka» utverzhdn resheniem prezidiuma Soveta pri Prezidente Rossijskoj Federatsii po strategicheskemu razvitiyu i natsionalnym proektam 24 dekabrya 2018 g. [Electronic resource]. – Access mode : <http://government.ru/rugovclassifier/851/events>.

6. Podvedeny itogi otsenki rezultativnosti nauchnykh organizatsij [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.sib-science.info/ru/ras/itogi-ocenki-rezultativnosti-nauchnyh-organizacij-04042018>.

7. Polozhenie o kolichestvennykh normakh publikatsij nauchnykh rabotnikov FGBUN TuvIKOPR SO RAN ot 15.01.2018 g.

8. Polozhenie ob usloviyakh primeneniya vyplat stimuliruyushchego kharaktera v FGBUN TuvIKOPR SO RAN ot 07.06.2019 g.

9. Ustav TuvIKOPR SO RAN [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.tikopr.sbras.ru/index.php/extensions/dokumenty>.

---

© Т.М. Ойдуп, 2020

УДК 338.462

А. О. ОЮН

ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет», г. Кызыл

## ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

*Ключевые слова:* воспроизводственный процесс; высшее образование; образовательный продукт; потребление услуг; распределение услуг; рынок труда; рынок капитала.

*Аннотация.* В статье рассматриваются особенности воспроизводственного процесса образовательных услуг. Рынок образовательных услуг вместе с другими видами рынков способствует обеспечению эффективного развития и функционированию воспроизводственного процесса образовательных услуг. В работе раскрываются определения и поведение участников воспроизводственного процесса образовательных услуг. Рынок образовательных услуг при воспроизводственном цикле обеспечивает совокупность интересов субъектов воспроизводства с использованием механизма равновесия спроса и предложения.

*Цель:* выявить на основе имеющейся литературы подходы к воспроизводственному процессу образовательных услуг.

*Метод и методология проведения работы:* использовался сравнительный метод исследования методической и аналитической литературы по изучению воспроизводственного цикла. Исследование было основано на опыте, представленном в публикациях сборников научных статей и научно-методической периодике.

Достижение этой цели предопределило следующие задачи:

- анализировать процесс производства образовательных услуг;
- выявить важность системы образования, в частности высшего образования;
- оценить внутреннюю систему эффективности образования и конкретных результатов деятельности институтов рынка образовательных услуг.

---

Особенности воспроизводства образовательных услуг определяются общими социально-

экономическими и финансово-экономическими условиями, связанными с организацией и функционированием системы управления образовательными учреждениями. Основным видом деятельности этих учреждений образования является создание образовательных услуг. Согласно другому подходу услуга образования в процессе потребления трансформируется в рабочую силу.

Высокая социальная значимость системы образования в целом и высшего образования в частности предъявляет серьезные требования к организации деятельности образовательных учреждений: выдвигает условия участия в образовательном процессе и требования к оценке его эффективности, а также определяет необходимость учитывать интересы круга причастных лиц, общественных институтов и организаций.

Система образования как система социальной, сервисной и институциональной инфраструктуры представляет собой социально-экономическую систему, субъекты которой имеют общую цель оптимизации экономических потоков с минимальными издержками и затратами [5, С. 65].

Высшее образование имеет целью обеспечение подготовки высококвалифицированных кадров по всем основным направлениям общественно полезной деятельности в соответствии с потребностями общества и государства, удовлетворение потребностей личности в интеллектуальном, культурном и нравственном развитии, углублении и расширении образования, научно-педагогической квалификации [1].

В современном мире решающим фактором производства становятся знания. Однако в ближайшем будущем основным моментом, сдерживающим экономический рост в России, может стать дефицит трудовых ресурсов, в настоящее время остро ощущаемый в сфере производства. Поэтому от качества системы профессионального образования трудового капитала зависит конкурентоспособность российских предприятий и

экономики России в целом [4, С. 23].

Образование стало в передовых странах важнейшей отраслью консолидировавшихся в народнохозяйственной структуре, принципиально по-новому трактуемых инвестиционных видов деятельности в сфере нематериального производства [6, С. 14].

Образовательные услуги, а не знания, навыки или, более того, их носитель, могут рассматриваться как коммерческие продукты образовательного учреждения. Образовательный продукт в макроэкономическом аспекте является важной частью общественного продукта и проходит собственный процесс воспроизводства [7, С. 56]. Образовательный продукт мы понимаем как образовательную услугу, а не полученные в результате обучения знания или человека, носителя новых знаний.

Рынок образовательных услуг, наряду с другими типами рынков: рынка труда, рынка капитала, финансовых и кредитных ресурсов и т.д., способствует эффективному развитию и функционированию воспроизводственного процесса образовательных услуг. Рынок образовательных услуг связан с обслуживанием всех фаз воспроизводства – производства, распределения, обмена и потребления – и обеспечивает сочетание интересов субъектов воспроизводственного процесса при помощи механизма равновесия спроса и предложения. Данный вид рынка активно участвует в движении денежных средств (материальных, денежных, финансовых и кредитных) и регулирует экономические отношения между отдельными субъектами воспроизводства.

Определив такие категории, как образование и образовательная услуга, остановимся на важнейшем для данного исследования понятии – рынок образовательных услуг.

Рынок образовательных услуг представляет собой единую иерархическую систему, при этом он сам является составной частью рынка услуг, который, в свою очередь, входит в структуру товарного рынка, как элемента всей рыночной системы [2, С. 15].

Рассмотрим участников (субъекты) рынка образовательных услуг и основные категории в воспроизводственном процессе.

Покупатели образовательных услуг должны иметь надежную информацию о происходящем на рынке, о ценах и качестве услуг у разных продавцов.

Рынок как совокупность товарно-валютных отношений между продавцами и покупателями характеризуется следующими основными категориями: спрос, предложение и цена, которые имеет образовательный продукт в качестве объекта выражения.

Спрос – экономическая категория, имеющая в качестве исходной идеи нужду как чувство ощущаемой человеком нехватки чего-либо и потребность как нужду, принявшую специфическую форму [3, С. 15].

Предложение – это совокупность товаров (услуг), доставленных или готовых к доставке на потребительский рынок.

Цена – денежное выражение рыночной стоимости товара (услуг), величина которой определяется соотношением спроса и предложения.

Еще более незначительную часть составляют потребители, которые сами становятся заказчиками образовательных услуг. Потребитель использует изготовленные блага для удовлетворения потребностей.

Кроме того, существуют общественные институты – различного рода министерства, целью которых является содействие развитию системы образования и ее мониторинг.

Производство в сфере образовательных услуг и получающийся в результате этого процесса продукт обладают особой спецификой. Однако подобной спецификой обладает не только сфера производства и оказания образовательных услуг, но и ряд других сфер, связанных с производством интеллектуального продукта или услуги.

Сфера образования занимает важное место, поскольку, с одной стороны, она является средством овладения и передачи новых знаний и технологий, а с другой – направлена на объект образования, который после достижения определенного уровня образования, может не только применять их при производстве материальных благ, но и производить новейшие знания.

### Список литературы

1. Приказ Рособрандзора № 785 от 29.05.2014 «Об утверждении требований к структуре официального сайта образовательной организации в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и формату представления на нем информации» (ред. от 02.02.2016) // Российская газе-

та. – 2014. – № 188.

2. Теплая, Н.В. Маркетинг образовательных услуг как инструмент формирования рыночной сферы в профессиональном образовании / Н.В. Теплая // *Материалы международной научно-практической конференции : Экономика. Социология. Право.* – Саратов : ЦПМ «Академия Бизнеса», 2016. – С. 217–222.

3. Александров, Ю.Л. Экономика товарного обращения : учебник; 3-е изд., перераб. и доп. / Ю.Л. Александров, Н.Н. Терещенко. – – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2015. – 352 с.

4. Михайлова, Н.В. Высшее образование в России: проблемы и перспективы / Н.В. Михайлова // *Российская наука и образование сегодня: проблемы и перспективы.* – 2016. – № 3(10). – С. 23–26 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=26094323>.

5. Хаирова, С.М. Инновационный подход к воспроизводству и развитию образовательных услуг / С.М. Хаирова // *Сибирский торгово-экономический журнал.* – 2010.– № 10. – С. 64–66 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=15555449>.

6. Ерошин, В.И. Образование как многоотраслевая сфера воспроизводства человеческого капитала / В.И. Ерошин, Л.Ф. Колесников, Б.В. Сорвилов // *Наука и школа.* – 2014. – № 4. – С. 13–24 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=22560273>.

7. Добрыдnev, С.И. Образовательный продукт в структуре человеческого капитала / С.И. Добрыдnev, Т.С. Добрыднева, Е.А. Колос // *Экономическое развитие региона: управление, инновации, подготовка кадров.* – 2018. – № 5. – С. 54–62 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=35682370>.

### References

1. Prikaz Rosobrnadzora № 785 ot 29.05.2014 «Ob utverzhdenii trebovanij k strukture ofitsialnogo sajta obrazovatelnoj organizatsii v informatsionno-telekommunikatsionnoj seti «Internet» i formatu predstavleniya na nem informatsii» (red. ot 02.02.2016)// *Rossijskaya gazeta.* – 2014. – № 188.

2. Teplaya, N.V. Marketing obrazovatelnykh uslug kak instrument formirovaniya rynochnoj sfery v professionalnom obrazovanii / N.V. Teplaya // *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferentsii : Ekonomika. Sotsiologiya. Pravo.* – Saratov : TSPM «Akademiya Biznesa», 2016. – S. 217–222.

3. Aleksandrov, YU.L. Ekonomika tovarnogo obrashcheniya : uchebnik; 3-e izd., pererab. i dop. / YU.L. Aleksandrov, N.N. Tereshchenko. – – Krasnoyarsk: Sib. feder. un–t, 2015. – 352 s. ISBN 978–5–7638–3318–8

4. Mikhajlova, N.V. Vysshee obrazovanie v Rossii: problemy i perspektivy / N.V. Mikhajlova // *Rossijskaya nauka i obrazovanie segodnya: problemy i perspektivy.* – 2016. – № 3(10). – S. 23–26 [Electronic resource]. – Access mode : <https://elibrary.ru/item.asp?id=26094323>.

5. KHairova, S.M. Innovatsionnyj podkhod k vosproizvodstvu i razvitiyu obrazovatelnykh uslug / S.M. KHairova // *Sibirskij trgovno-ekonomicheskij zhurnal.* – 2010.– № 10. – S. 64–66 [Electronic resource]. – Access mode : <https://elibrary.ru/item.asp?id=15555449>.

6. Eroshin, V.I. Obrazovanie kak mnogootraslevaya sfera vosproizvodstva chelovecheskogo kapitala / V.I. Eroshin, L.F. Kolesnikov, B.V. Sorvirov // *Nauka i shkola.* – 2014. – № 4. – S. 13–24 [Electronic resource]. – Access mode : <https://elibrary.ru/item.asp?id=22560273>.

7. Dobrydnev, S.I. Obrazovatelnyj produkt v strukture chelovecheskogo kapitala / S.I. Dobrydnev, T.S. Dobryднева, Е.А. Kolos // *Ekonomicheskoe razvitie regiona: upravlenie, innovatsii, podgotovka kadrov.* – 2018. – № 5. – S. 54–62 [Electronic resource]. – Access mode : <https://elibrary.ru/item.asp?id=35682370>.

---

© А.О. Оюн, 2020

УДК 504.054:628.5

Т.Л. ПЕРВУШИНА, Е.И. ГАЛИУТИНОВА

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

## ПРОЕКТ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

*Ключевые слова:* нефтегазовые предприятия; сорбент; экологическая безопасность; экологические риски.

*Аннотация.* Цель исследования заключается в разработке и обосновании экономической эффективности бизнес-проекта по производству сорбента серии «Униполимер».

Задачи: провести анализ рынка, составить план производства, рассчитать затраты, провести расчеты показателей эффективности в программе «Project Expert».

В работе применялись методы теоретического (анализ и синтез) и эмпирического исследования (измерение и сравнение).

Гипотеза исследования основана на предположении об экономической целесообразности бизнес-проекта.

В результате рабочая гипотеза была подтверждена: внедрение предлагаемой технологии по очистке загрязненных участков с помощью сорбентов «Униполимер» является экономически целесообразным и экологически оправданным мероприятием.

В последние годы уделяется серьезное внимание экологическим рискам и экологической безопасности, имеется вероятность загрязнения окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. Это связано с разливом нефти при ее добыче, транспортировке и переработке. Известно, что срок безаварийной работы нефтепроводного транспорта не превышает 15 лет. Аварийность нефтепроводов находится в линейной зависимости от времени эксплуатации. В силу своих свойств и масштабов загрязнение нефтью особенно опасно. Тонна нефти загрязняет 12 км<sup>2</sup> водной поверхности, литр нефти лишает кислорода 40 м<sup>3</sup> воды. Ежегодно в воды рек, озер и

Мирового океана по различным причинам попадает от 2 до 10 млн тонн нефти. Таким образом, остро стоит проблема очистки окружающей среды от нефти.

В настоящее время активно изучается тема повышения инновационного потенциала нефтегазовых предприятий [1], проводятся различные научные исследования по эффективности и безопасности применения сорбентов, эксперименты по изучению их свойств. Вопросы обеспечения и контроля экологической безопасности топливно-энергетического комплекса широко представлены в современной литературе [2–6].

Одним из самых эффективных методов удаления нефтяной пленки является применение нефтяных сорбентов, среди которых наиболее емкими являются сорбенты из полимеров. Главная цель проекта – разработка и обоснование экономической эффективности бизнес-проекта по производству сорбента серии «Униполимер».

Первый этап заключался в составлении календарного плана, плана по труду, определении цен на сырье и материалы.

Для составления прогноза производства и реализации продукции был проведен анализ рынка. Потенциальными покупателями полимерных сорбентов, в том числе и технологий, могут быть все ПАО «Транснефть», АО «Транснефтепродукт», «Газпром» и другие предприятия различных форм собственности, в том числе нефтепромыслы, нефтеперерабатывающие заводы, металлургические, химические, Министерство путей сообщения, МЧС России и Министерство транспорта, включая сеть автозаправочных станций и так далее.

Сравнительные характеристики предлагаемых на рынке сорбентов представлены в «Протоколе результатов испытаний сорбентов». Табл. 1 показывает, что рассматриваемый сорбент «Униполимер» характеризуется высокой

Таблица 1. Сравнительная характеристика сорбентов

Наименование сорбента	Производитель	Основа сорбента	Сорбирующая способность г/г	Максимально достижимая остаточная концентрация нефти, мг/л	Насыпная плотность для структурных сорбентов, г/см <sup>3</sup>	Плаву-честь	Цена сорбента, руб./кг	Количество сорбента (кг) для поглощения 1 т нефти	Затраты на сорбент при поглощении. 1т нефти, у.е.
СТРГ	ООО «Газтурбо»	Углерод	50	110	0,01	+	500	24,8	12400
УТСВР	г. Москва, НИИ Физики фуллеранов	Углерод	44	5,7	0,01	+	700	24,6	17220
Сорбент Универсальный	г. Балабаево, АО «ВНИИ-ДРЕВ»	Технический углерод	4	132,5	0,06–0,39		120	805 и более	96600
«Сорбойл»	ООО «Интерпартнер»	Торф	1,5	7,5	0,42	+	180	858	154440
Белнефлесорб-Экстра	Белоруссия, НПО «Белнефлесорб»	Торф	2	3,8	0,23	+	80	420	33600
Лессорб-экстра	г. Брянск	Мох	8	2,5	0,06	+	120	172,8	20736
Лессорб-экстра Термообработанный	г. Брянск	Мох	11	4,1	0,1	+	130	96	12480
Биодсорбент С-ВЕ-РАД	АО «ТерминалС»	Вермикулит	2	>132,5	0,08	-	Нет	>1000	-
НЕСп-1	г. СПб, «Озон»	Вермикулит	2	>132,5	0,12	+	Нет	>1000	-
НЕСп-2	г. СПб, «Озон»	Перлит	7	2,9	0,06	+	Нет	128	-
Биосорб	г. СПб, ООО «Технобио-группа»	Вермикулит	1	>132,5	0,34	-	180	>1000	-
Униполимер	г. Красноярск, «Транссиб-нефть»	Поропласт	68	2,2	<0,01	+	300	19	5700

Таблица 2. Показатели эффективности проекта

Показатель	Значение
Ставка дисконтирования, %	15
Период окупаемости – <i>PB</i> , мес.	39
Дисконтированный период окупаемости – <i>DPB</i> , мес.	45
Средняя норма рентабельности – <i>ARR</i> , %	44,61
Чистый приведенный доход – <i>NPV</i> , руб.	221 153 305
Индекс прибыльности – <i>PI</i>	2,42
Внутренняя норма рентабельности – <i>IRR</i> , %	50,36
Модифицированная внутренняя норма рентабельности – <i>MIRR</i> , %	23,89

сорбирующей способностью. По данному параметру есть только один конкурент – сорбент «СТРГ». Затраты на сорбент при поглощении одной тонны нефти самые низкие по всем предлагаемым сорбентам. Он легко утилизируется после многократного использования путем сжигания, при этом не выделяя вредных веществ в атмосферу.

Была установлена цена на отметке 300 руб. за 1 кг. Установлен выпуск в объеме 500 тонн в год по данным потребности рынка в сорбенте на долгосрочную перспективу. В итоге для реализации проекта требуется 153 млн руб. собственных средств.

На втором этапе производились расчеты показателей эффективности проекта, таких как срок окупаемости, рентабельность, оборачиваемость капитала, оборотный капитал. Были рассчитаны плановые таблицы, такие как плановый баланс, кэш-флоу, прибыли, убытки. Все расчеты производились в программе для составления бизнес-проектов «*Project Expert*».

Срок реализации проекта 10 лет. Проект будет реализовываться посредством привлечения средств добывающей компании – 90 %, передающей компании – 10 %, что составляет 152 млн руб. Проект принесет 396 млн руб. недисконтированного дохода.

При анализе полученных результатов было определено, что проект соответствует требова-

ниям ведения современного бизнеса.

Сорбент серии «Униполимер» является экологически чистым, пожаровзрывобезопасным, высокоэффективно поглощающим нефтепродукты. Сорбирующие материалы изготавливаются из отечественного сырья по безотходной технологии беспрессовым способом и термической обработкой по 2–5 компонентной схеме из специально синтезированной смолы и агента АВО. Сорбент относится к материалам синтетического происхождения. Сорбент серии «Униполимер» модифицированный поропласт. Значения показателей экономической эффективности проекта представлены в табл. 2.

По результатам проведенного анализа были сделаны следующие выводы: срок окупаемости ниже срока реализации проекта, следовательно, этот показатель приемлем; показатель безубыточности намного ниже, чем плановая величина реализации; процент прибыли выше процентов, предлагаемых на депозитах в банках; индекс прибыльности достаточно высок – 2,42, это прибыль на единицу инвестируемых средств; норма рентабельности приемлема; дивиденды состоят из 100 % прибыли и повышаются с каждым годом.

Внедрение предлагаемой технологии по очистке загрязненных участков с помощью сорбентов «Униполимер» является экономически целесообразным и экологически оправданным мероприятием.

### Список литературы

1. Зубова, Е.А. О повышении инновационного потенциала нефтегазовых предприятий на современном этапе / Е.А. Зубова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 7. – С. 105–107.
2. Ибрагимов, Н.Г. Итоги реализации «Экологической программы ПАО «Татнефть» на

2000–2015 гг.» / Н.Г. Ибрагимов, Р.М. Гареев, П.Н. Кубарев, О.Е. Мишанина, Е.В. Хисамутдинова // Нефтяное хозяйство – 2016. – № 7. – С. 52–55.

3. Воронкова, О.В. Экономические аспекты оснащения современных морских и речных портов системами экологического мониторинга / О.В. Воронкова // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2017. – №1 (88). – С. 111–115.

4. Компасенко, Е.И. Проблемы обеспечения экологической безопасности при интеграции новых активов в существующую систему управления охраной труда, промышленной безопасностью и охраной окружающей среды / Е.И. Компасенко, М.Е. Игонин // Нефтяное хозяйство. – 2017. – № 5. – С. 78–80.

5. Мишанина, О.Е. Контроль экологической безопасности добычи нефти на примере Курманаевского месторождения / О.Е. Мишанина, Е.В. Хисамутдинова, А.В. Арефьева, М.Н. Мельников, Т.Н. Звегинцева, Л.И. Шакирова // Нефтяное хозяйство. – 2019. – № 7. – С. 64–67.

6. Воронкова, О.В. Актуальность внедрения и сегментация рынка потребителей комплексов экологического мониторинга акваторий / О.В. Воронкова, А.А. Курочкина, О.В. Лукина / Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2017. – № 6(2017). – С. 115–119.

### References

1. Zubova, E.A. O povyshenii innovatsionnogo potentsiala neftegazovykh predpriyatij na sovremennom etape / E.A. Zubova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 7. – S. 105–107.

2. Ibragimov, N.G. Itogi realizatsii «Ekologicheskoy programmy PAO «Tatneft» na 2000–2015 gg.» / N.G. Ibragimov, R.M. Gareev, P.N. Kubarev, O.E. Mishanina, E.V. KHisamutdinova // Neftyanoe khozyajstvo – 2016. – № 7. – S. 52–55.

3. Voronkova, O.V. Ekonomicheskie aspekty osnashcheniya sovremennykh morskikh i rechnykh portov sistemami ekologicheskogo monitoringa / O.V. Voronkova // Perspektivy nauki. – Tambov : TMBprint. – 2017. – №1 (88). – S. 111–115.

4. Kompasenko, E.I. Problemy obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti pri integratsii novykh aktivov v sushchestvuyushchuyu sistemu upravleniya okhranoj truda, promyshlennoj bezopasnostyu i okhranoj okruzhayushchej sredy / E.I. Kompasenko, M.E. Igonin // Neftyanoe khozyajstvo. – 2017. – № 5. – S. 78–80.

5. Mishanina, O.E. Kontrol ekologicheskoy bezopasnosti dobychi nefti na primere Kurmanaevskogo mestorozhdeniya / O.E. Mishanina, E.V. KHisamutdinova, A.V. Arefeva, M.N. Melnikov, T.N. Zvegintseva, L.I. SHakirova // Neftyanoe khozyajstvo. – 2019. – № 7. – S. 64–67.

6. Voronkova, O.V. Aktualnost vnedreniya i segmentatsiya rynka potrebitelej kompleksov ekologicheskogo monitoringa akvatorij / O.V. Voronkova, A.A. Kurochkina, O.V. Lukina / Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2017. – № 6(2017). – S. 115–119.

---

© Т.Л. Первушина, Е.И. Галиутинова, 2020

УДК 911.7

А.А. ТОМСКИХ, А.А. АХРЕМЕНЯ

ФГБОУ ВО «Забайкальский государственный университет», г. Чита

## О РЕАЛИЗАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ СУБЪЕКТОВ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА В КОРИДОРЕ «КИТАЙ – МОНГОЛИЯ – РОССИЯ»

*Ключевые слова:* Байкальский регион; научно-образовательный потенциал; точки роста; трансграничное позиционирование.

*Аннотация.* Целью работы является разработка подходов к созданию международных кластеров и центров компетенций в системе «производство – образование – наука – инновации/наука – бизнес – государство» в Байкальском регионе.

Используются методы сравнительного, статистического и контент-анализа.

Результат: обозначены проблемы позиционирования трансграничного научно-образовательного кластера Байкальской территории в системе «производство – образование – наука – инновации/наука – бизнес – государство».

Говоря о реализации потенциала научно-образовательных систем, нельзя не отметить геополитические и экономико-географические факторы, в которых находится рассматриваемая территория. Традиционно в региональных исследованиях мы опираемся на понятия экономико-географического положения (ЭГП) или позиционирования на макро-, мезо- и микроуровнях.

Сегодня на макроуровень ЭГП Байкальского региона существенное влияние оказывают внешние (международные) условия. Это, прежде всего, соседское положение одной из крупнейших экономик мира – Китая, который ставит перед собой глобальные задачи на долгосрочный период развития. Одним из инструментов решения поставленных задач видится реализация концепции «Один пояс – один путь» или, по-другому – «Новый шелковый путь». Таких глобальных вызовов мировой экономики ни Россия, ни Монголия не ставят, являясь только транзитными участниками этого процесса. Од-

нако в силу постоянно развивающейся ситуации страны могут стать значимыми партнерами. Произойдет ли это через объединение проектов «Евразийского экономического союза» и «Нового шелкового пути» или через другие сферы – покажет время. По крайней мере, о последнем было заявлено в 2015 г. главами двух государств. Пока же китайский проект движется более эффективно с точки зрения и институциональных изменений и финансовых возможностей инициатора.

Развитие проекта идет по семи направлениям/поясам: транспорт, энергетика, торговля, информационные технологии, наука и техника, аграрное, туризм. Прикладными задачами направления «Наука и техника» являются: создание трансграничных индустриальных парков и производственных цепочек, гуманитарные и научно-технические обмены и экспорт образовательных услуг.

Со стороны Китая уже реализованы проекты по созданию научно-образовательных кластеров на базе ведущих университетов, воплощается идея «Северного пояса открытости» высших учебных заведений вдоль границ России и Монголии. В основе процесса «Северного пояса открытости» – десять университетов, которым правительством страны даны преференции по продвижению китайского языка и культуры, в том числе через «Институты Конфуция», и одновременно по изучению территорий сопредельных стран. Ключевыми вузами для развития проекта «Новый шелковый путь» определены Северо-Восточный и Западный научно-образовательные кластеры страны. В них уже созданы такие структуры, как «Институт Центральной Азии», «Институт по изучению Шелкового пути». Кроме того, активно развиваются совместные образовательные и научные программы со странами Центрально-Азиатского

региона; планомерно формируется концепция «Мечты о Шелковом пути»; создан «Союз вузов по Шелковому пути» (34 страны, 134 вуза); реализуется «План молодых лидеров Шелкового пути», «Летний лагерь Шелкового пути» и др.

Каково же позиционирование России и Монголии в отношении глобального проекта? Мы пытаемся в него включиться сообразно своим потенциалам. В России также проводятся структурные реформы высшего образования и науки. Уже несколько лет как президентом страны поставлена задача пяти вузам войти в 100 лучших университетов мира, а к 2024 г. необходимо обеспечить «не менее 15 научно-образо-

вательных центров мирового уровня на основе интеграции университетов и научных организаций и их кооперации с организациями, действующими в реальном секторе экономики» [8]. Отметим, что среди претендентов ни по одному из направлений нет ни одного на территории Байкальского региона.

В целом, как видно из таблицы, задачи программы «5/100» решаются сложно. Так, например, если в 2010 г. по Шанхайскому рейтингу вузов мира в число 500 лучших входили два университета из России: *TOP-100-МГУ* и *TOP-400-СПбГУ*, то в 2017 г. три: *TOP-100-МГУ*, *TOP-400-СПбГУ* и *TOP-500-НГУ*. При этом в

**Таблица 1.** Реализация потенциала России и Китая в предметных областях Шанхайского рейтинга вузов в 2017 г.

Область	Китай, количество вузов	Россия, количество вузов	Россия, наименование вуза
Авиационно-космические технологии	7	–	
Автоматизация и управление	18	1	МГУ
Библиотечное дело и информатизация	5	–	
Биологические науки	33	–	
Биология человека	31	–	
Биомедицинская инженерия	37	–	
Биотехнология	38	–	
Ветеринария	13	–	
Водные ресурсы	17	–	
Вычислительная наука и техника	61	1	МГУ
География	9	–	
Горные науки и горное дело	13	–	
Гостиничное дело и туризм	13	–	
Государственное управление	–	–	
Гражданское строительство	36	–	
Деловое администрирование	7	–	
Дистанционное зондирование	7	–	
Здравоохранение	18	–	
Клиническая медицина	17	–	
Коммуникации	–	–	
Математика	63	5	МГУ, ВШЭ, СПбГУ, НГУ, МФТИ
Материаловедение и технология	80	2	МГУ, МФТИ
Машиностроение	36	1	ТПУ
Медицинские технологии	6	–	

**Таблица 1.** Реализация потенциала России и Китая в предметных областях Шанхайского рейтинга вузов в 2017 г. (продолжение)

Область	Китай, количество вузов	Россия, количество вузов	Россия, наименование вуза
Металлургия	40	5	БелГНИУ, МИСиС, ТГУ, УфГАГУ, МГУ
Нанонауки и нанотехнологии	57	1	МГУ
Науки об окружающей среде и технологии	51	1	МГУ
Науки о Земле	13	1	МГУ
Образование	1	–	
Пищевая промышленность и технологии	40	–	
Политология	2	1	ВШЭ
Право	–	–	
Приборостроение	47	1	МГУ
Психология	2	–	
Сельскохозяйственные науки	48	1	МГУ
Сестринское дело	1	–	
Социология	–	1	ВШЭ
Статистика	16	–	
Стоматология	9	–	
Судовое машиностроение	8	–	
Телекоммуникационные технологии	28	–	
Транспорт и технологии	12	–	
Управление	30	–	
Фармакология	46	1	МГУ
Физика	22	7	МГУ, НГУ, ТГУ, МИФИ, МФТИ, СПбГУ, СПбПУ
Финансы	8	–	
Химическая технология	54	–	
Химия	71	3	МГУ, НГУ, СПбГУ
Экология	3	–	
Экономика	9	1	ВШЭ
Электротехника и электроника	63	1	МГУ
Энергетические науки и технологии	54	1	МГУ

*Примечание:* МГУ – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; ВШЭ – Высшая школа экономики; СПбГУ – Санкт-Петербургский государственный университет; НГУ – Новосибирский государственный университет; МФТИ – Московский физико-технический институт; ТПУ – Томский политехнический университет; БелГНИУ – Белгородский государственный национальный исследовательский университет; МИСиС – Московский институт стали и сплавов; ТГУ – Томский государственный университет; УфГАГУ – Уфимский государственный авиационный технический университет; МИФИ – Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»; СПбПУ – Санкт-Петербургский политехнический университет

Таблица 2. Точки роста научно-образовательного потенциала Байкальского региона

Показатель	Количество	Наименование
Наличие научных центров РАН	2	– Иркутский научный центр; – Бурятский научный центр
Наличие научных организаций первой категории	3	– Институт геохимии имени А.П. Виноградова СО РАН, Иркутск; – Институт земной коры СО РАН, Иркутск; – Лимнологический институт СО РАН, Иркутск
Наличие крупных вузов на территории (ТОР-100 РФ, по количеству студентов на 1.04.2017)	5	– Иркутский научно-исследовательский технический университет (43/15824)*; – Иркутский государственный университет (68/12681); – Байкальский государственный университет (69/12364); – Забайкальский государственный университет (50/15090)
Наличие статусных вузов на территории (ведущие, федеральные, научно-исследовательские, опорные университеты)	1	– Иркутский научно-исследовательский технический университет

Примечание: \*43/15824 – рейтинг/количество студентов [1; 4]

аналогичном периоде в КНР в 2010 г. в ТОР-500 было 34 университета, а в 2017 уже 57, в том числе два в ТОР-100 [2]. В число лучших попали университеты приграничных с Россией провинций.

В предметных областях ситуация еще более неоднозначная. По данным того же рейтинга – из 52 областей науки и образования Китая не представлен только в 4 (десятки вузов), Монголия не представлена совсем, а Россия в 19 (12 университетов) (табл. 1). Только три вуза России находятся в восточной экономической зоне. Мы думаем, что это является проблемой с точки зрения дальнейшего позиционирования восточных и дальневосточных регионов в проектах наших соседей.

При этом формальный научно-образовательный потенциал Байкальского региона достаточен для достижения других результатов. Здесь располагаются десятки образовательных и научных организаций, в том числе федеральные научно-исследовательские университеты и научные учреждения первой категории по оценки РАН (табл. 2). Однако нельзя говорить о конкурентоспособной, на мировом или макро-региональном уровне, научно-образовательной среде территории без работающих эффективных кластеров в системе «производство – образование – наука – инновации/наука – бизнес – государство». По всей видимости, отсутствие на федеральном уровне ясной стратегии развития

Байкальского региона как целостного макрорегиона не дает потенциальных эффектов, которые могли бы быть. Примером этого является разделение субъектов макрорегиона по двум федеральным округам – Республики Бурятия и Забайкальского края к Дальневосточному, Иркутской области к Сибирскому. И там и там это периферия, которая без прямых государственных инвестиций не получит ожидаемого населением развития.

В то же время иностранные инвестиции в зоне прохождения коридора так же не связаны с современными технологиями и ориентированы на традиционные секторы экономики, в том числе и доступные для индивидуальной деятельности инфраструктурные отрасли и услуги [5].

Таким образом, нам необходимо самим определиться с точками роста и приоритетными направлениями, которые станут интеграторами новых идей. Например, с точки зрения территории – это преодоление социально-экономических проблем глубинных районов мира или эколого-экономических проблем субконтинента Внутренней (Континентальной) Азии [6]. Сегодня же на примере вузов региона мы видим проблемы выбора приоритетов научных исследований, выражающиеся в высокой степени регионализма, выборе направлений исследований, невысоком уровне использования иностранных языков в публикациях (табл. 3). В сравнении с

Новосибирским национальным исследовательским государственным университетом, лидером последних мировых рейтингов в Восточной части России, это хорошо видно. И то и другое снижает международный потенциал научно-образовательной системы Байкальского региона.

### Список литературы

1. 100 крупнейших вузов России по количеству студентов // Российское образование. – Высшая школа. – 2017. – № 1. – С. 72–75.
2. Shanghai Ranking's Academic Ranking of World Universities 2017 [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.shanghairanking.com/index.html>.
3. Анализ публикационной активности организаций // Российский индекс научного цитирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp).
4. Публичный индикативный рейтинг научных организаций, подведомственных ФАНО России, по критерию публикационной активности исследователей за 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://fano.gov.ru/ru/activity/publication\\_activity/indicative\\_rating/indicative\\_rating\\_2016](http://fano.gov.ru/ru/activity/publication_activity/indicative_rating/indicative_rating_2016).
5. Сысоева, Н.М. Иностранные инвестиции в Российской зоне экономического коридора: влияние на региональное развитие (тезисы) / Н.М. Сысоева // Тезисы международной географической конференции : Экономический коридор «Китай-Монголия-Россия»: географические и экологические факторы и возможности территориального развития. – Иркутск : Издательство Института географии имени В.Б. Сочавы СО РАН, 2018. – С. 192–193.
6. Томских, А.А. Контент-анализ в исследовании процессов территориальной организации общества / А.А. Томских // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2014. – № 5(35). – С. 15–19.
7. Томских, А.А. О реализации потенциала научно-образовательных систем субъектов Байкальского региона в коридоре «Китай-Монголия-Россия» / А.А. Томских // Тезисы международной географической конференции : Экономический коридор «Китай – Монголия – Россия»: географические и экологические факторы и возможности территориального развития. – Иркутск : Издательство Института географии имени В.Б. Сочавы СО РАН, 2018. – С. 242–243.
8. Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027>.

### References

1. 100 krupnejshikh vuzov Rossii po kolichestvu studentov // Rossijskoe obrazovanie. – Vysshaya shkola. – 2017. – № 1. – S. 72–75.
3. Analiz publikatsionnoj aktivnosti organizatsij // Rossijskij indeks nauchnogo tsitirovaniya [Electronic resource]. – Access mode : [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp).
4. Publichnyj indikativnyj rejting nauchnykh organizatsij, podvedomstvennykh FANO Rossii, po kriteriyu publikatsionnoj aktivnosti issledovatelej za 2016 g. [Electronic resource]. – Access mode : [http://fano.gov.ru/ru/activity/publication\\_activity/indicative\\_rating/indicative\\_rating\\_2016](http://fano.gov.ru/ru/activity/publication_activity/indicative_rating/indicative_rating_2016).
5. Sysoeva, N.M. Inostrannye investitsii v Rossijskoj zone ekonomicheskogo koridora: vliyanie na regionalnoe razvitie (tezisy) / N.M. Sysoeva // Tezisy mezhdunarodnoj geograficheskoj konferentsii : Ekonomicheskij koridor «Kitaj-Mongoliya-Rossiya»: geograficheskie i ekologicheskie faktory i vozmozhnosti territorialnogo razvitiya. – Irkutsk : Izdatelstvo Instituta geografii imeni V.B. Sochavy SO RAN, 2018. – S. 192–193.
6. Tomskikh, A.A. Kontent-analiz v issledovanii protsessov territorialnoj organizatsii obshchestva / A.A. Tomskikh // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2014. – № 5(35). – S. 15–19.
7. Tomskikh, A.A. O realizatsii potentsiala nauchno-obrazovatelnykh sistem subektov Bajkalskogo regiona v koridore «Kitaj-Mongoliya-Rossiya» / A.A. Tomskikh // Tezisy mezhdunarodnoj geograficheskoj konferentsii : Ekonomicheskij koridor «Kitaj – Mongoliya – Rossiya»: geograficheskie i ekologicheskie faktory i vozmozhnosti territorialnogo razvitiya. – Irkutsk : Izdatelstvo Instituta geografii

imeni V.B. Sochavy SO RAN, 2018. – S. 242–243.

8. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federatsii № 204 ot 07.05.2018 g. «O natsionalnykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossijskoj Federatsii na period do 2024 g.» [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027>.

---

© А.А. Томских, А.А. Ахременя, 2020

УДК 339.138

А.В. ШУКАЕВА

ФКОУ ВО «Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний России»,  
г. Рязань

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ БРЕНДА

*Ключевые слова:* бренд; брендинг; конкурентоспособность; маркетинг; стратегия; эффективность.

*Аннотация.* В современных условиях бренд рассматривается как важный нематериальный актив, который способствует повышению узнаваемости товара или услуг среди покупателей и дает преимущества для компании среди конкурентов. При этом существующие модели оценки его эффективности не охватывают в полной мере все необходимые показатели.

Целью статьи является рассмотрение бренда как фактора долгосрочного воздействия на потребителей и конкурентного преимущества.

К задачам исследования относят оценку существующей теоретической базы определения эффективности бренда.

Гипотеза исследования: предполагается, что оценка эффективности бренда базируется на совокупности показателей, учитывающих различные факторы.

В работе применялись следующие методы исследования: анализ и синтез, сравнение, экспертный метод.

В ходе исследования было выявлено отсутствие системного представления о способах формирования и оценки эффективности бренда.

Вопросам создания и развития бренда с учетом маркетинговых инструментов управления посвящены труды таких зарубежных авторов, как Д. Аакер, Р. Блатберг, Т. Гэд, Ж. Капферер, К. Келлер, Ф. Котлер, П. Темпорал и других. Исследования в области брендинга и практического маркетинга затрагиваются в работах зарубежных авторов: М. Портера, Г. Армстронга, П. Дойла и других, а также отечественных: В.Н. Домнина, И.Б. Манн, А.В. Буланова, С.А. Старова, Д.А. Шевченко и других.

С древнескандинавского языка слово

«бренд» переводится «жечь, огонь». Оно обозначает «тавро» (клеймо). Емкое определение понятия «бренд» дал основатель компании *Amazon* Джефф Безос, сказавший: «Ваш бренд это то, что люди о вас говорят, когда вас нет в комнате». Бренд – это совокупность наименования, товарного знака, права на него производителя. В сознании потребителей данное понятие ассоциируется с символикой услуг, товаров, с производителем. Это комплекс в сознании клиента таких составляющих, как ценности, эмоции, ассоциации с компанией. К физической составляющей относят совокупность креативных элементов фирменного стиля компании: наименование, логотип, цвета фирмы, торговая марка. Бренд сам по себе не является залогом конкурентоспособности компании: для ее достижения необходим комплекс действий, направленных на планирование продвижения бренда и стратегии его развития, то есть на управление брендом (брендинг). Управление брендом позволяет занимать устойчивые позиции на рынке в условиях жесткой конкуренции, завоевывать доверие и лояльность потребителей, укреплять репутацию компании и имидж бренда. Управление брендом оформилось в самостоятельную область профессиональной деятельности и преобразовалось из инструмента маркетинга по продвижению товара в способ управления и ведения бизнеса. Такое выдвижение роли бренда связано с активным внедрением в предпринимательские отношения новых информационных и управленческих технологий. Узнаваемость бренда и лояльность бренду потребителей – это не просто конкурентные преимущества компании, это и социальные факторы. Сегодня бренды формируют мировоззрение потребителей, меняют интересы людей, а потребители выбирают бренд, выражающий их веру и интересы [2].

Процесс создания бренда включает следующие этапы:

– анализ рынка – исследование конкурен-

тов, целевой аудитории и рынка сбыта;

- планирование – анализ ресурсов, определение текущего желаемого положения бренда и определение ключевых показателей эффективности;

- определение сущности бренда – его миссия и полезность для предполагаемой аудитории, основные преимущества, черты и атрибуты;

- продвижение, мониторинг и оценка эффективности предполагают контроль над изменением ключевых показателей эффективности, постоянное сравнение текущего положения бренда и желаемого, изменение (при необходимости) стратегии.

В силу усложнения правил и процедур ведения бизнеса, усиления конкуренции в различных сферах одной из первостепенных задач становится повышение эффективности функционирования компаний [4]. Эффективность брендинга заключается в изучении и анализе ситуации рынка, состояния дел у конкурентов, целевой аудитории. Эффективный брендинг создает символы на основе фирменного стиля и единой концепции компании. Он способен определить способы общения с целевой аудиторией, методы и инструменты продвижения продукта на рынке. Оценка бренда компании приводит к набору положительных факторов, которые могут стать конкурентными преимуществами. Имея четкое представление о ценности бренда, можно более логично организовать структуру капитала, спланировать привлечение инвестиций, реорганизовать предприятие с целью получения наибольшей прибыли.

В настоящее время при разработке стратегии управления брендом большую роль играет матричный анализ, преимущество которого заключается в использовании нескольких показателей во время разработки стратегии управления портфелем брендов предприятия, а сам анализ предоставляет выбор оптимальной стратегии для конкретных брендов из нескольких альтернатив. В системе стратегического маркетингового управления наиболее известны матрицы Бостонской консалтинговой группы, Ансоффа и «Дженерал Электрик», широко используемые в маркетинговом анализе различных областей.

В последние десятилетия приобрели популярность методики матричного анализа, разработанные непосредственно для использования в сфере брендинга, к которым можно отнести матрицу Таубера, матрицу финансового управления брендами и матрицу рентабельности продаж

бренда. Комплексным методом оценки эффективности бренда, применяемым для получения в динамике информации о его состоянии на рынке, является бренд-трекинг. Бренд-трекинг охватывает такие маркетинговые показатели бренда, как доля рынка, количественные показатели узнаваемости и запоминаемости, а также лояльности среди потребителей и покупателей, точность позиционирования для конкретной целевой группы. Корреляция имиджа и намерения покупки позволяет определить, достигнуто ли преимущество бренда по сравнению с конкурентами.

Существуют разные подходы к оценке бренда, поэтому набор критериев тоже может варьироваться. Каждый из представленных подходов обладает рядом достоинств и недостатков, однако можно выявить одну общую недоработку, характерную для всех: не рассматриваются показатели, характеризующие эффективность брендинга с позиции взаимодействия производителя и потребителя и, в первую очередь, приверженность к бренду – лояльность [1].

Согласно современной концепции бренд-менеджмента, основными критериями эффективности брендинга являются мониторинг активов капитала бренда и оценка его стоимости. На данном этапе ключевой функцией бренда становится увеличение стоимости бренда как самостоятельного нематериального актива компании и общей стоимости бизнеса (и самой компании), а также эффективное управление рисками, сдерживающими рост и развитие стоимости бренда [3]. Действительно сильный бренд должен базироваться на пересечении трех ключевых факторов: ценность для потребителя, сила компании, дифференцирование от конкурентов.

На сегодняшний день многие исследователи уделяют внимание вопросам оценки эффективности брендинга, предлагая различные пути решения данной проблемы. Все они имеют как положительные, так и отрицательные стороны. Большинство из них в качестве важнейшей предпосылки рассматривает необходимость использования как финансовых, так и потребительских индикаторов для формирования комплексного оценочного показателя. Нам представляется, что большинство существующих моделей оценки эффективности бренда не охватывает в полной мере все необходимые показатели, в первую очередь, приверженность к бренду – осознание ценности бренда как стратегического актива, основы конкурентного преимущества и долго-

срочной прибыльности компании. Разработка эффективного метода оценки данного показателя является одной из приоритетных задач, необходимых для возможности адекватной оценки конкурентоспособности компании в настоящее время.

### Список литературы

1. Аакер, Д.А. Стратегия управления портфелем брендов / Д.А. Аакер; пер. с англ. – М. : Эксмо, 2008. – 320 с.
2. Нилова, В.В. Особенности методов управления брендом на различных этапах его жизненного цикла / В.В. Нилова // Наука и образование сегодня. – 2016. – № 8(9). – С. 16–20.
3. Домнин, В.Н. Эволюция ключевых концепций бренд-менеджмента / В.Н. Домнин, С.А. Старов // Вестник СПбГУ. Менеджмент. – 2017. – Т. 16. – Вып. 1. – С. 5–32.
4. Шукаева, А.В. К вопросу об оценке эффективности предпринимательской деятельности / А.В. Шукаева // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2018. – № 5(83). – С. 78–80.

### References

1. Aaker, D.A. Strategiya upravleniya portfelem brendov / D.A. Aaker; per. s angl. – M. : Eksmo, 2008. – 320 s.
2. Nilova, V.V. Osobennosti metodov upravleniya brendom na razlichnykh etapakh ego zhiznennogo tsikla / V.V. Nilova // Nauka i obrazovanie segodnya. – 2016. – № 8(9). – S. 16–20.
3. Domnin, V.N. Evolyutsiya klyuchevykh kontseptsij brend-menedzhmenta / V.N. Domnin, S.A. Starov // Vestnik SPbGU. Menedzhment. – 2017. – T. 16. – Vyp. 1. – S. 5–32.
4. SHukaeva, A.V. K voprosu ob otsenke effektivnosti predprinimatelskoj deyatel'nosti / A.V. SHukaeva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2018. – № 5(83). – S. 78–80.

---

© А.В. Шукаева, 2020

УДК 330.47

Д.А. СЕРОВ

ОАО «Кингисеппский водоканал», г. Кингисепп

## СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЦЕННОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ

*Ключевые слова:* водный баланс; моделирование; технологические стадии; услуга водоснабжения; ценностные параметры водоснабжения.

*Аннотация.* В статье излагаются вопросы совершенствования управления водоснабжением с учетом ориентации на ценности потребителя.

Цель исследования состоит в определении ценностных параметров водоснабжения.

Методологической основой статьи является моделирование процессов водоснабжения на основе сквозных ценностных параметров. В результате сформирована система ценностных параметров водоснабжения и предложена структурно-параметрическая идентификация процесса водоснабжения по выделенным ценностным параметрам.

Результаты работ являются основой для формирования подхода к моделированию процесса водоснабжения на основе сквозных ценностных параметров.

Для повышения эффективности деятель-

ности российские ресурсоснабжающие организации в целом и водоканалы в частности оптимизируют свои расходы, включая расходы на текущую эксплуатацию, капитальный ремонт и на развитие инфраструктуры. Для этого необходимо идентифицировать, классифицировать и проанализировать затраты предприятия, в ходе чего выявляются возможности оптимизации в неразрывной связи с производственными и технологическими процессами [1].

Важную роль при выборе путей оптимизации деятельности ресурсоснабжающих организаций приобретают подходы, связанные с разработкой и внедрением эффективных систем управления [2; 3]: процессный менеджмент, проектный менеджмент, архитектура предприятия, экономико-математическое моделирование.

Целью настоящей работы является выявление ценностных параметров процесса водоснабжения и описание на их основе самого процесса, это позволит в дальнейшем проводить анализ и совершенствование процесса в соответствии с актуальным для ресурсоснабжающих организаций ценностно-ориентированным подходом.

Таблица 1. Ценности потребителя услуги водоснабжения

№ п/п	Параметры потребности в услуге водоснабжения	Ценность для потребителя
1	Объем	Обеспечение водой в требуемых объемах (физическая доступность воды)
2	Напор	Обеспечение водой с необходимым напором (физическая доступность воды)
3	Время (бесперебойность)	Обеспечение водой 24 часа в сутки (бесперебойность подачи воды)
4	Качество	Обеспечение водой требуемого качества (качество воды)
5	Стоимость услуги	Обеспечение водой по доступным тарифам и прозрачность расчетов (экономическая доступность воды)
6	Взаимодействие поставщика и потребителя (абонента)	Обеспечение качественного обслуживания абонентов

Таблица 2. Сквозные инструменты

№ п/п	Параметры потребности в услуге водоснабжения	Сквозные инструменты
1	Объем	Водный баланс
2	Напор	Гидравлические модели
3	Время (бесперебойность)	Водный баланс
4	Качество	Водно-химический баланс
5	Стоимость услуги	Баланс доходов и расходов



Рис. 1. Блок-схема структурно-параметрической идентификации процесса водоснабжения

### Ценностные параметры водоснабжения

Ценностно-ориентированный подход подразумевает определение характеристик товара или услуги исходя из требований к нему клиента (потребителя, заказчика) и ценности этого товара или услуги для клиента. Определение потребительской ценности товара или услуги предшествует и определяет дальнейший процесс

моделирования процессов ее создания.

В условиях рыночной экономики ориентация ресурсоснабжающих организаций на ценности потребителя становится ключевым фактором деятельности предприятий и организаций данной сферы. Потребительские ценности при обеспечении водой перечислены в табл. 1.

Процесс водоснабжения состоит из последовательных технологических стадий (подпро-

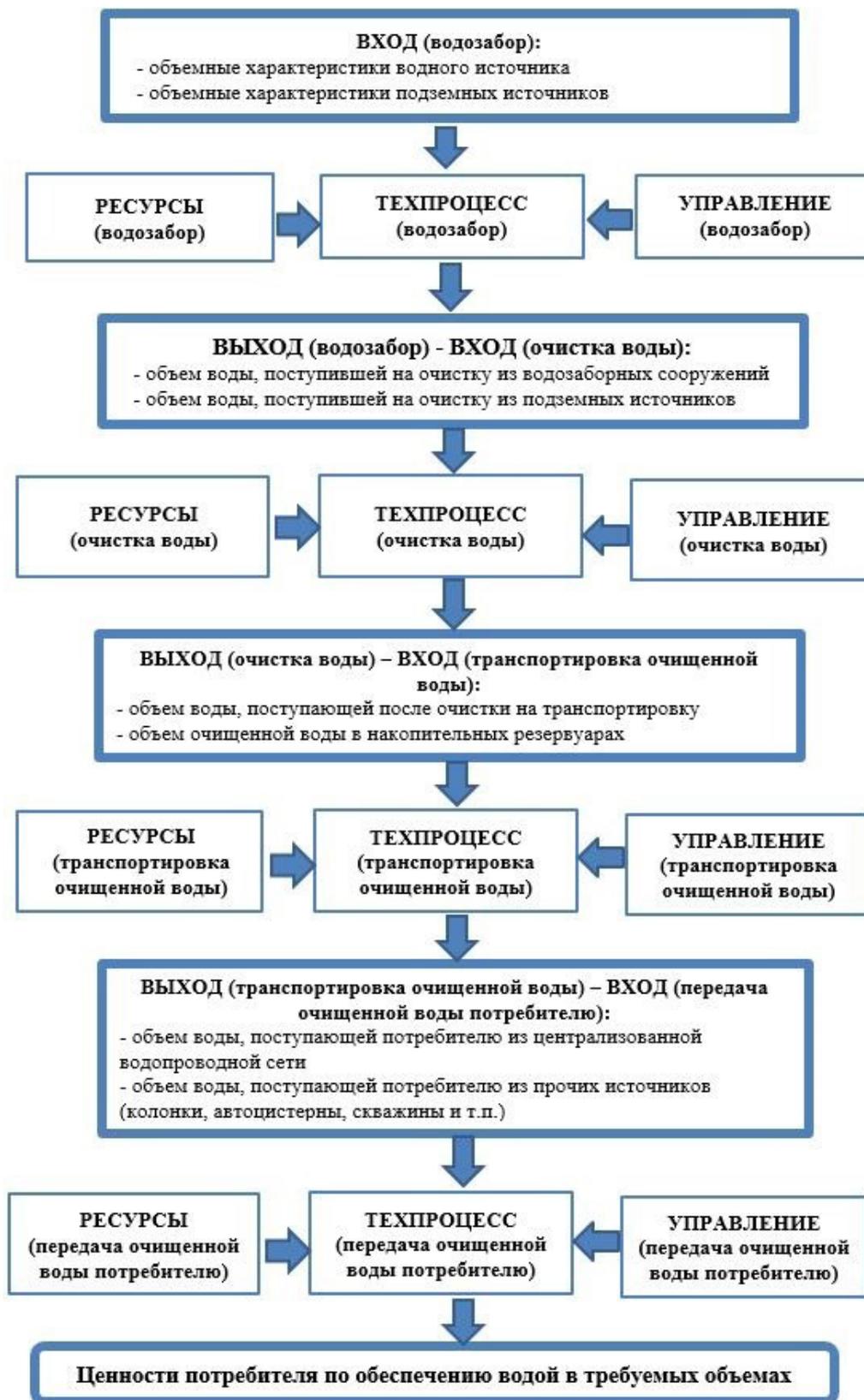


Рис. 2. Структурно-параметрическая идентификация процесса водоснабжения (параметр «объем воды»)

**Таблица 3.** Подпроцесс «Водозабор» (параметр «объем воды»)

Ресурсы	Техпроцесс	Управление
<ul style="list-style-type: none"> <li>– количество и технические характеристики водозаборных сооружений, насосного оборудования и водопроводных сетей;</li> <li>– единичная пропускная способность водозаборных устройств;</li> <li>– единичная пропускная способность водоаккумулирующих емкостей;</li> <li>– пропускная способность сетей и сооружений при транспортировке воды от водозабора до сооружений очистки воды;</li> <li>– приборы учета объемов воды</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– объем воды, поступившей из водозабора;</li> <li>– объем воды, поступившей из подземных источников;</li> <li>– объем использования воды на технологические цели;</li> <li>– объем потерь воды;</li> <li>– коэффициенты неравномерности забора воды;</li> <li>– дифференциация объемов поступления воды (по зонам водоснабжения);</li> <li>– дифференциация объемов поступления воды (во времени)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– технические и технологические нормы и нормативы;</li> <li>– требования промышленной и пожарной безопасности, санитарии и охраны труда;</li> <li>– регламенты эксплуатации;</li> <li>– управленческие регламенты</li> </ul>

**Таблица 4.** Подпроцесс «Очистка воды» (параметр «объем воды»)

Ресурсы	Техпроцесс	Управление
<ul style="list-style-type: none"> <li>– очистные сооружения по типам и их производительность;</li> <li>– емкость сооружений очистки;</li> <li>– пропускная способность очистных сооружений по типам;</li> <li>– оборудование очистных сооружений на разных этапах очистки воды;</li> <li>– приборы учета объемов воды</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– объем очистки воды (<math>M^3</math>);</li> <li>– объем использования воды на технологические цели;</li> <li>– объем потерь воды;</li> <li>– коэффициенты неравномерности объемов очистки воды;</li> <li>– дифференциация объемов очистки воды (по зонам водоснабжения);</li> <li>– дифференциация объемов очистки воды (во времени)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– технические и технологические нормы и нормативы;</li> <li>– требования промышленной и пожарной безопасности, санитарии и охраны труда;</li> <li>– регламенты эксплуатации;</li> <li>– управленческие регламенты</li> </ul>

**Таблица 5.** Подпроцесс «Транспортировка очищенной воды» (параметр «объем воды»)

Ресурсы	Техпроцесс	Управление
<ul style="list-style-type: none"> <li>– состав, структура, протяженность и технические характеристики (диаметр, материал) сетей;</li> <li>– технические характеристики повысительных насосных станций;</li> <li>– пропускная способность сетей и повысительных насосных станций;</li> <li>– приборы учета объемов воды</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– объем транспортировки очищенной воды (<math>M^3</math>);</li> <li>– объем использования воды на технологические цели;</li> <li>– объем потерь воды при транспортировке;</li> <li>– коэффициенты неравномерности транспортировки воды;</li> <li>– дифференциация объемов транспортировки воды (по зонам водоснабжения);</li> <li>– дифференциация объемов транспортировки воды (во времени)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– технические и технологические нормы и нормативы;</li> <li>– требования промышленной и пожарной безопасности, санитарии и охраны труда;</li> <li>– регламенты эксплуатации;</li> <li>– управленческие регламенты</li> </ul>

цессов) оборота воды [4–7]: водозабор; очистка воды; транспортировка очищенной воды; передача очищенной воды потребителю; потребление

воды.

Соответственно, ценности потребителя выражаются в параметрах конечной услуги водо-

Таблица 5. Подпроцесс «Передача очищенной воды потребителю» (параметр «объем воды»)

Ресурсы	Техпроцесс	Управление
<ul style="list-style-type: none"> <li>– состав, структура и технические характеристики (диаметр, материал) водопроводных сетей у потребителя;</li> <li>– пропускная способность сетей;</li> <li>– приборы учета объемов воды</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– объем потребления воды (м<sup>3</sup>);</li> <li>– объем потерь воды при потреблении;</li> <li>– коэффициенты неравномерности потребления воды;</li> <li>– дифференциация объемов потребления воды (по зонам водоснабжения);</li> <li>– дифференциация объемов потребления воды (во времени)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– технические и технологические нормы и нормативы;</li> <li>– регламенты эксплуатации;</li> <li>– условия договора между ресурсоснабжающей организацией и абонентом</li> </ul>

снабжения, которые, в свою очередь, должны транслироваться на все технологические стадии водоснабжения, задавая требования к технологическим процессам и ресурсному обеспечению.

Сквозные инструменты для определения параметров водоснабжения при ценностно-ориентированном управлении процессом представлены в табл. 2.

Параметр «качество обслуживания» из табл. 1 не включен в табл. 2, так как носит не сквозной, а узкофункциональный характер.

### Структурно-параметрическая идентификация процесса водоснабжения на основе ценностных параметров

Общая логика моделирования процесса водоснабжения (на примере параметров «объем воды», «напор воды», «бесперебойность/режим подачи воды») представлена на рис. 1.

Исходным фактором для моделирования параметров водоснабжения выступают ценности потребителей. Количественно они конкретизируются в параметрах конечной услуги водоснабжения – по объему, напору и бесперебойности/режиму подачи воды, качеству воды и тарифам. Данные количественные показатели регламентируются ГОСТами и/или фиксируются в договоре между ресурсоснабжающей организацией и абонентом.

На следующем этапе необходимо «транслировать» (декомпонировать) ценностные параметры и соответствующие им показатели на процессы водоснабжения (на все технологические стадии водоснабжения). При этом фактически ценностные параметры рассматриваются не локально в разрезе каждой технологической стадии водоснабжения, а на уровне комплексного

оборота продукта «вода» по конкретному ценностному параметру. Поэтому, прежде всего, строятся циклы по продукту – так называемые циклы оборота питьевой воды по каждому ценностному параметру.

Описание технологических стадий водоснабжения с точки зрения ценностных параметров целесообразно осуществлять с использованием методологии структурного анализа и проектирования (*SADT*) [8]. На рис. 2 в качестве примера представлена структурно-параметрическая идентификация процесса водоснабжения по параметру «объем воды». В табл. 3–6 приведены основные характеристики четырех подпроцессов для параметра «объем воды»: ресурсы, управление и непосредственно показатели техпроцесса. Аналогичным образом осуществляется структурно-параметрическая идентификация процесса водоснабжения по параметрам «напор воды» и «бесперебойность/режим водоснабжения».

Сквозное описание технологических процессов по ценностным параметрам водоснабжения не является самоцелью. Оно позволяет и обуславливает возможность дальнейшего моделирования и необходимость применения соответствующих сквозных инструментов управления водоснабжением.

### Заключение

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

- важно управлять полным жизненным циклом услуги водоснабжения, что обеспечит реализацию ценностно-ориентированного подхода;
- эффективно управлять жизненным ци-

клом на уровне оборота воды становится возможным на основе сквозных ценностных параметров, охватывающих все технологические стадии водоснабжения.

### Список литературы

1. Нагорная, Т.С. Совершенствование методологии менеджмента управляющих компаний в сфере ЖКХ / Т.С. Нагорная // Молодой ученый. – 2017. – № 20. – С. 260–262.
2. Анисифоров, А.Б. Методики оценки эффективности информационно-технологических проектов в бизнесе : учеб. пособие / А.Б. Анисифоров, И.В. Ильин, О.В. Ростова. – СПб, 2018.
3. Серов, Д.А. Ценностно ориентированная модель управления водоснабжением / Д.А. Серов, И.В. Ильин, В.М. Ильяшенко // Глобальный научный потенциал. – СПб. : ТМБпринт. – 2019. – № 7(100). – С. 112–117.
4. Водоснабжение Санкт-Петербурга / Коллектив авторов. – СПб. : Новый журнал, 2003. – 688 с.
5. Водоснабжение / Э. Карттуне; пер. с финского. – СПб. : Новый журнал, 2005. – 688 с.
6. Водоснабжение и водоотведение в Санкт-Петербурге / Коллектив авторов. – СПб. : Новый журнал, 2008. – 462 с.
7. Федеральный закон Российской Федерации №416 от 7.12.2011г. – «О водоснабжении и водоотведении».
8. Марка, Д.А. Методология структурного анализа и проектирования (SADT) / Д.А. Марка, К. Мак Гоуэн; пер. с англ. – М., 1993. – 240 с.

### References

1. Nagornaya, T.S. Sovershenstvovanie metodologii menedzhmenta upravlyayushchikh kompanij v sfere ZHKKH / T.S. Nagornaya // Molodoj uchenyj. – 2017. – № 20. – S. 260–262.
2. Anisiforov, A.B. Metodiki otsenki effektivnosti informatsionno-tekhnologicheskikh projektov v biznese : ucheb. posobie / A.B. Anisiforov, I.V. Ilin, O.V. Rostova. – SPb, 2018.
3. Serov, D.A. TSennostno orientirovannaya model upravleniya vodosnabzheniem / D.A. Serov, I.V. Ilin, V.M. Ilyashenko // Globalnyj nauchnyj potentsial. – SPb. : TMBprint. – 2019. – № 7(100). – S. 112–117.
4. Vodosnabzhenie Sankt-Peterburga / Kollektiv avtorov. – SPb. : Novyj zhurnal, 2003. – 688 s.
5. Vodosnabzhenie / E. Karttune; per. s finskogo. – SPb. : Novyj zhurnal, 2005. – 688 s.
6. Vodosnabzhenie i vodootvedenie v Sankt-Peterburge / Kollektiv avtorov. – SPb. : Novyj zhurnal, 2008. – 462 s.
7. Federalnyj zakon Rossijskoj Federatsii №416 ot 7.12.2011g. – «O vodosnabzhenii i vodootvedenii».
8. Marka, D.A. Metodologiya strukturnogo analiza i proektirovaniya (SADT) / D.A. Marka, K. Mak Gouen; per. s angl. – M., 1993. – 240 s.

---

© Д.А. Серов, 2020

---

## Abstracts and Keywords

*M.S. Merzhoeva, Z.M. Hamathanova*

### **Setting Research Problems for Machining Parts by Smoothing**

*Keywords:* surface to be processed; mathematical model; modeling; plastic deformation; surface hardening; smoothing; mechanical properties.

*Abstract.* The purpose of the study is to develop and implement mechanical and mathematical models of elastoplastic interaction of the indenter with rotating cylindrical surfaces of the parts. The objective of the research is to confirm the expediency of developing and implementing the analytical-numerical algorithm of calculation of basic characteristics of indenter interaction with cylindrical surface during surface-strengthening treatment. The research methods are as follows: the construction of the mathematical model is based on fundamental positions of parts machining by smoothing, using modern mathematical and numerical methods of solving problems of elastoplastic interaction of tool and part. The research hypothesis is based on the assumption that using a comparison of the results of two independent approaches will provide validation of the model. The achieved results make it possible to conclude whether the main and auxiliary tasks necessary for the development of a mechanical and mathematical model, including for interaction of a rotating part with a fixed indenter, are set; and the main approaches to solving model problems of elastoplastic interaction of cylindrical bodies with the indenter are chosen.

---

*P.P. Pestrikov, T.V. Pestrikova*

### **A Multichannel Measuring Amplifier of Biopotentials with Compensation of the DC Component of the Signal**

*Keywords:* electromyography; bionic prosthesis; indifferent electrode; instrumental amplifier.

*Abstract.* The aim of the study is to build a measuring amplifier of human biopotentials with a minimum level of intrinsic noise, capable of operating at a high level of the constant component in the measured signal. In the article, a method is proposed for suppressing slowly varying components of the EMG signal directly in the first stage of the measuring amplifier by introducing an additional loop of frequency-dependent negative voltage feedback. The technique of calculating the main parameters of the proposed scheme is presented. The results of experiments on measuring the technical characteristics of a multichannel electromyography signal registration system collected on the basis of the proposed method are presented.

---

*Yu.V. Savushkina*

### **Peculiarities of Railway Industry Economic Development**

*Keywords:* railway infrastructure; development; macroeconomics; ensuring competitiveness.

*Abstract.* This article briefly analyses the main features of the development of the railway industry, as an integral part of the modern competitive macroeconomic zone, which is a system of the level of a country or community of states. The goals of the study are to identify the main aspects of the successful development of the railway industry as a structural component of macroeconomics. The objectives of the study are to consider the specifics of the successful development of the railway industry in the economic system of the state, (economic community of states). The study hypothesis is based on the assumption that the developed railway industry, being an effective tool for transporting

---

goods, is a competitive advantage of the macroeconomic zone, but due to the scale and capital intensity, the effective development of railway infrastructure is possible with systemic investment and regulation at the state level. The research methods are analysis, synthesis and scientific abstraction. The results achieved are as follows: the features of the effective development of the railway industry, which stem from the specific features of railway transport, have been identified.

---

*A.N. Moiseev, E.A. Moiseev*

### **Current State of the Machine and Tractor Park in the Tyumen Region**

*Keywords:* provision of agricultural machinery; Tyumen region.

*Abstract.* The purpose of the research is to study the security of the technical condition of agricultural organizations by the method of analysis using the example of the Tyumen region and the experimental field of the State Agrarian University of the Northern Trans-Urals. In the Tyumen region, there was a decrease in the number of tractors per 1000 hectares of arable land in 2016 by 8.6 %. In terms of how much arable land falls on 1 tractor, an increase of 9.6 % was noted. In 2019, in the Tyumen region, the provision of agricultural organizations with tractors increased and amounted to 133.3 %, in comparison with 2018. In terms of the number of combine harvesters, the indicator remains at the level of 2018, an increase was noted for potato harvesters, due to an increase in potato production over 435.3 thousand tons in 2018. The experimental field of the State Agrarian University of the Northern Trans-Urals has 17 units of agricultural equipment for servicing research work of students and employees.

---

*I.R. Shegelman, A.S. Vasilyev*

### **Patenting for Remote Management, Monitoring and Robotics in Forest Complex**

*Keywords:* remote control; monitoring; forest complex; patent; robotics.

*Abstract.* The purpose of the study is to analyse patented technical solutions in the field of remote monitoring, control and robotization of technological operations in the forest complex. The objectives are to conduct a thematic patent information search on the database of the Federal Institute of Industrial Property; to identify the most interesting patented technical solutions; to systematize the collected information by forming an appropriate knowledge base. The results achieved are as follows: the analysis showed that within the framework of the outlined goal of researching the search field, patenting of solutions is carried out mainly in the field of remote monitoring, management in the forest complex. At the same time, with active scientific research in the field of robotization in various industries, there is a shortage of technical solutions aimed at robotizing the forest complex.

---

*A.V. Arkhipov*

### **Assessment of the Operational Reliability of Underground Reservoirs in the Bovanenkovo Oil Condensate Field**

*Keywords:* stability assessment; underground reservoirs; operational reliability; modeling; stability calculation; stability criteria.

*Abstract.* The study of the thermal effect of drilling waste on the permafrost mass during the construction of underground reservoirs using borehole hydraulic production is an urgent task for modern research. The properties of frozen affect the change in their strength and deformation

---

characteristics when changing the temperature regime of the soil mass. If the temperature of the array near the underground reservoir increases, then this can lead to convergence of production; loss of stability; collapse of the ceiling and walls of the chamber, therefore, it is necessary to assess the operational stability of underground tanks. The purpose of the study is to assess the operational reliability of the underground reservoir. The objectives of the research are to study the effect of the stability of reservoirs in the permafrost massif; to model the distribution of stresses in the array using the software product SimuliaAbaqus to assess operational reliability; to study the results of the obtained model. The hypothesis of the study is to assess the degree of influence of drilling waste contained in the reservoir on the permafrost massif. An empirical research method is the calculation of reliability in the SimuliaAbaqus software package. The results revealed that the degree of instability of the underground reservoir does not allow storing drilling waste in it for a period of not more than 3.5 months.

---

*V.P. Gorbunov, V.M. Rukhlinskiy, A.M. Savvina*

### **The Role of Natural and Anthropogenic Factors in the Modern State of the Regional Aviation of the Arctic and Far North**

*Keywords:* Arctic and Far North; regional aviation; natural and anthropogenic factors; key negative factors.

*Abstract.* The purpose of the study is to assess the role of natural anthropogenic factors on the state of regional aviation, the development task of which is to ensure the necessary level of air transport accessibility and quality of transport services for the population of the Arctic, Far North and the Far East in accordance with social standards in general. The prospects of transition to system management and planning of transport communication on socially significant routes were studied taking into account the peculiarities of these regions. The article shows that there are two global factors that determine the current state of regional aviation in the Arctic, Far North, Siberia and the Far East – natural and anthropogenic (man-made) factors. It should be expected that with a deeper introduction of new technologies and approaches, primarily related to state and political decisions regarding the Arctic, Far North, the fleet of regional aviation, the air transport infrastructure and the route network will qualitatively change, which should significantly increase the level of air transport mobility of the population. By comparing the type of feature and its description, the current state of the Arctic, Far North regions has been characterized. It was found that government measures and support mechanisms are of particular importance for the pace of development of regional aviation.

---

*I.F. Drepalov, D.M. Mazurin, A.A. Petrov*

### **Lean Manufacturing and Its Role in Modern Construction**

*Keywords:* “lean manufacturing”; construction; management; quality of construction work.

*Abstract.* The purpose of this research is to study the guidelines for implementation tools that promote the use of lean manufacturing in construction. Research hypothesis: the application of the concepts of “Lean manufacturing in construction” will make it possible to increase productivity, reduce waste, both with materials and with labor, will make it possible to apply new methods of management and control of construction production. The purpose of the research is to offer the basics of applying the concepts of “Lean manufacturing in construction”. Methods and results are the follows: the concept of “Lean manufacturing in construction” will optimize the processes of increasing the efficiency of construction production.

---

*I.F. Drepalov, D.M. Mazurin, A.A. Petrov, A.S. Dalbaraev*

### **Digital Technologies in Construction to Improve the Efficiency of Operations Management**

*Keywords:* digital technologies; construction industry; performance improvement.

*Abstract.* The purpose of this paper is to offer DDC, a new operation management practice, based on a combination of technological operations used in the construction industry and in production. The research hypothesis is as follows: the main principle of implementation of this technology is the implementation of operations to optimize the cost of construction during the life cycle of the building through the digital design model. Methods and results are as follows: DDC, as a new technology-based operations management technology, can help solve the problems faced by construction industry professionals – this is the general interpretation and improvisation of construction projects.

---

*N.A. Ivanov, T.A. Fedoseeva*

### **Application of Project Organizational Structures in the Russian Construction Industry**

*Keywords:* project organizational structures; project team; project participants; management company; construction.

*Abstract.* The aim of the research is to justify the choice of the most effective project organizational structure for the implementation of large construction projects. To achieve this goal, the objective is to identify the features of each of the existing project organizational structures. The research hypothesis is the assumption that it is possible to improve the efficiency of project implementation by using a complex project organizational structure, in which the management company implements the management function. The research is based on methods of system analysis and synthesis, project management and organizational modeling. As a result of the research, recommendations were developed on the choice of project organizational structures depending on the level of complexity, uniqueness and significance of the project.

---

*G.I. Korshunov, E.T. Nurushev, S.L. Polyakov, V.O. Smirnova*

### **Fuzzy Control System of the State of On-Board Radio Electronic Equipment**

*Keywords:* control; aircraft; avionics; fuzzy logic.

*Abstract.* The paper considers a tool for probable determination failure of avionics aircraft. For this purpose, problems of decision support for the operator of light aircraft in assessing state of electronic equipment and the problem of remote control of probability of the failure of electronic equipment were considered. The method of monitoring the state of radio-electronic equipment described through the example of the Mamdani principle allows you to determine the overall state of the equipment under control by indirect indicators if it is impossible to accurately and physically access internal elements and parameters.

---

*Yves Ndayiragije, Saleh El Mawed*

### **Improving the Organization of Construction Industry Efficiency by Creating National Standards in Burundi**

*Keywords:* regulation in construction; quality; construction standards; national association; apartment buildings.

*Abstract.* The construction project is realized within the framework of time, cost, scope and

---

quality restrictions. Organizational and technological decisions made during the construction regarding the scope, cost or time, directly affect the quality of the final construction product. The lack of regulation in the construction industry in Burundi hinders the achievement of the required quality of residential buildings. This article discusses the necessity of creating our own national building codes to ensure the quality of multi-family residential buildings. A scheme for the organization of construction regulation in Burundi is proposed.

---

*S.I. Noskov, K.S. Perfilieva*

### **Empirical Analysis of Some Properties of the Mixed Estimation Method for Linear Regression Equation Parameters**

*Keywords:* linear regression; mixed estimation method; method of least squares; method of least modules; anti-robust estimation; software package.

*Abstract.* The article studies the properties of the mixed estimation method for regression equation parameters using the example of modeling the freight turnover of railway transport in the Russian Federation. When using the mixed estimation method, the search for the regression parameter vector is performed by minimizing the sum of different loss functions specified in different parts of the sample.

Some simulation results obtained using the mixed estimation method are compared with the corresponding data resulting from the use of traditional regression methods: least squares, modules, and anti-robust estimation. The analysis of the contribution of factors to the equations obtained using the mixed estimation method, as well as the analysis of graphs of actual and calculated values of the dependent variable, is performed.

---

*A.V. Orlov, A.N. Malykh, A.A. Parkhomenko*

### **Mathematical Model of the Production Process of Maintenance of Railway Automation Devices**

*Keywords:* mathematical modeling; railway automation; maintenance and repair.

*Abstract.* A mathematical model is designed to justify maintenance periodicity of railway automation and telemetry (AT) systems and devices on railway depending on requirements for continuity and safety of transportation process, taking into account different impact of reliability of operation of different AT devices on transportation process and risks of train delay due to sudden failures. The model is based on the hypothesis of complete regeneration of the technical object during maintenance and implements an analytical calculation method. As a result of the developed mathematical model, a quantitative assessment of the impact of the maintenance process on the functional reliability of systems can be obtained.

---

*P.A. Nevarov, P.V. Savchenko, N.A. Taradin, I.D. Davydov*

### **Modernization of Railway Automation Devices on the Metro in Conditions of Technical Risks**

*Keywords:* functional resource; automation; metro; risk assessment; system readiness assessment; train traffic control systems.

*Abstract.* The purpose of this study is to analyze the main features of production planning stages of automation devices modernization on the metro using a comprehensive assessment of the readiness of the train traffic automation and telemechanics system to implement train schedules, which is based on an assessment of the level of functional resource of the train traffic automation and telemechanics system and the level of risk for the reliability of the train traffic automation and telemechanics system.

### **Human Capital for the Digital and Creative Economy**

*Keywords:* human capital; creative economy; digital economy.

*Abstract.* The purpose of this study is to identify similar and distinctive features of human capital in modern types of economies. The objective is to analyze human capital in the digital and creative economy. The main hypothesis of this study is that each specific type of economy requires human capital with a certain set of qualities. The research methodology is a scientific search, generalization, analysis, analytical representation, systematization, comparison. The results showed that it is necessary to evaluate people with signs of giftedness and extraordinary abilities. A person will bring the greatest benefit where his innate abilities and talent will be revealed.

### **Digitalization of Through Quality Control of Design and Additive Manufacturing of Metal Products**

*Keywords:* quality control; life cycle; digitalization.

*Abstract.* An approach to digitalization of end-to-end quality control of life cycle processes is proposed. Communication models of phased quantitative assessments based on technical requirements, technical characteristics of design tools, technological indicators and characteristics of production and testing equipment are obtained. Depending on their values, the degree of degradation of the product from predetermined indicators to implementation is determined. Models and methods are focused on the use of software and the digitalization of quality assessments. This is achievable for the considered additive technology for the development and production of metal products, where software is used at all stages. The resulting estimates are the basis for adjusting technology and equipment.

### **Using Max-CUSUM Cards for Monitoring IT Processes**

*Keywords:* control cards; quality control; Max-CUSUM card.

*Abstract.* This study aims to adapt the method of building Max-CUSUM cards for monitoring the duration of work on customer requests. The objective of the study is to analyze the applicability of these maps to the described problem. The research methods are statistical methods of quality control, numerical experiment. The result of the study is justification of the possibility of using Max-CUSUM cards to solve such problems.

### **Big Data Systems and Access Control**

*Keywords:* Big Data; architecture; access control.

*Abstract.* This article explores the foundations of the architecture of Big Data systems, their computational algorithms, and the access control algorithm for its implementation. The research method is the analysis of foreign sources of information about Big Data systems and the implementation of the described algorithm. The result is the implementation of a method for controlling access to Big Data processing systems.

### **Historical Background of Information Modeling**

*Keywords:* information modeling; BIM; historical background; stages of development.

*Abstract.* The article presents the analysis of the historical background of the emergence of information modeling from the concept which appeared in the 1970s to the present day. The aim of the study is to identify the prerequisites for the emergence of the method. The objective of the study is to identify the main scientific papers in the field of information modeling, which subsequently influenced the modern understanding of this method. The hypothesis of the study is that the method of information modeling had many premises among scientists and developers around the world, since it is a natural stage of development in design. Research methods are review and analysis. The main results of the article confirm the potential for the development of information modeling in modern design in view of the wide background.

### **Design and Production Tools of Cyber-Physical Systems**

*Keywords:* cyber-physical systems; tools; mathematical models; digital design and production; probability density.

*Abstract.* The article proposes an approach to constructing tools for the design and production of complex systems that are represented in their development as cyber-physical based on mathematical models with respect to phase variables - probability densities of output variables. An end-to-end process of applying such tools at all stages of the life cycle is built based on the proposed approach. The generalized functionality of the “maximum probabilities of quality assurance” is represented by the probability of the requirements fulfilling of the technical specifications in the design and production process.

### **Methods for Automating the Search for Information Leaks on the Internet**

*Keywords:* information leaks; information leaks to the Internet; web page; search for information; information retrieval systems.

*Abstract.* This article explores the possibility of automating the search for information leaks on the Internet. The described methods are implemented and combined into a single program. The result is a description of the possible implementation of methods for automating the search for information leaks on the Internet.

### **Expanding Capabilities of Instrumental Tools for Robot Application Design Using Computer Models of Actuators with a Complicated Structure**

*Keywords:* robotics; embedded systems; microcontrollers; intellectual executor; robotic systems simulation; digital twin.

*Abstract.* The paper studies the approaches used in modern tools for developing robotic systems. These approaches ensure the interaction of program elements of a system with hardware controllers and actuators. The methods and tools for hardware and actuators virtualization that provide increased

---

design efficiency have been developed; the appropriate experimental studies have been conducted. The results obtained make it possible to improve the quality of projects reengineering and also extend the application of the “digital twins” concept.

---

*T.N. Gorbunova, R.I. Bazhenov, M.B. Tumanova*

### **Simulation of the Auto-Oscillatory Process by the Autoregressive Parametric Method**

*Keywords:* parametric methods; autoregressive models; modified covariance method.

*Abstract.* The aim of this paper is to study the use of an autoregressive parametric method of spectral estimation for an oscillatory process. It was hypothesized that with a correctly selected parameter of the model, the method has increased resolution, does not require a window weighted signal and compensation for the influence of the analyzer filter on the accuracy of estimates of the parameters of the oscillatory system. As a result of the study, a digital model of a dynamic system that satisfies all the characteristics was constructed.

---

*N.D. Lushnikov, A.A. Lebedev*

### **Implementation of Biometric Technologies to Protect Information Resources**

*Keywords:* biometrics; fingerprinting; databases.

*Abstract.* The purpose of this paper is to develop a mechanism for implementing measures to improve biometric technologies. The objectives include the consideration of the theoretical foundations of biometric processes and the study of the information system of the practice site. The methodology of the article comprises analysis, analogy, generalization, classification. The essence of biometric systems comes down to the use of computer systems for recognizing a person using a unique human genetic code. Biometric security systems can automatically recognize a person by their physiological or behavioural characteristics.

---

*A.V. Petraki, D.V. Budakovsky, E.A. Kozin, A.A. Gataullin*

### **Network Covert Channels in OAuth2.0 Protocol for Solving Security Problems**

*Keywords:* authentication; authorization; covert channel; cross-site-request-forgery.

*Abstract.* The possibility of increasing the security of information exchange in the OAuth2.0 protocol using the implementation of a hidden data channel is considered. A secure data schema is being designed that complies with RFC 6749. The results of comparing the developed covert channel with analogues are considered. The result is a description of the data exchange scheme and an algorithm that describes the construction of a hidden data channel.

---

*G.A. Abramov*

### **Formation of Institutional Bases as a Factor of Innovative Development**

*Keywords:* innovative development; technological innovation; prototyping centers; institutional foundations of economic development; knowledge economy.

*Abstract.* The purpose of the article is to establish a relationship between the level of the institutional foundations of state support and the development of innovative entrepreneurship.

---

To achieve the goal, the following objectives were set: to determine the evolutionary nature of the innovative development of entrepreneurship as a socio-economic system, to classify innovations. As a result of the study, it was concluded that it is necessary to improve the institutional framework for supporting innovative entrepreneurship in order to ensure the conditions for transition to a new economic structure in the framework of the uneven development of regional economies.

---

*O.B. Glavatskikh, N.N. Pushina, A.I. Troyanskaya, N.N. Kharitonova*

### **Digital Transformation of the Personnel Management System of Competitive Enterprises**

*Keywords:* digital technologies; digital transformation of personnel management; digital organization.

*Abstract.* The purpose of the article is to reveal the role and essence of digital technologies in personnel management to achieve competitive stability of the enterprise. The research objectives are to consider the basic digital technologies in the field of personnel management and give them a brief description; to determine the prospects for using digital transformation of HR processes. The research hypothesis is as follows: digital transformation of the personnel management system is becoming a key factor in ensuring the competitiveness of enterprises. As a result of the research, the expediency of using digital transformation of the personnel management system for the formation of competitive stability of modern enterprises is justified.

---

*T.V. Dubrovskaya, G.F. Nasyrova*

### **Commercial Real Estate Market in Krasnoyarsk under the COVID-19 Pandemic**

*Keywords:* rental; dynamics; commercial real estate; COVID-19; retail; sector; development scenario; business sustainability.

*Abstract.* The purpose of the study is to identify the main trends and problems in the development of the commercial real estate market in the context of the pandemic. To achieve this goal, it is necessary to solve the following problems: to study statistical data and identify the dynamics of changes in the cost of renting commercial real estate for 2020 under the impact of COVID-19, to determine the impact of negative external conditions on objects in various sectors of the commercial real estate market, to analyze changes in prospective demand for commercial real estate, taking into account the features of the modern real estate market. The research hypothesis is as follows: the degree of impact of the pandemic on the commercial real estate market depends on the scenarios of its development and the objects of a particular commercial real estate sector. During the study, methods of analysis, synthesis, and modeling were used. The results can be used in developing forecasts of development indicators for sectors of the commercial real estate market.

---

*A.P. Isakova*

### **The Influence of the Efficiency of Using Fixed Assets on Financial and Economic Performance of the Organization**

*Keywords:* analysis; depreciation rate; fixed assets; capital return; capital intensity; capital strength; economic effect.

*Abstract.* The article focuses on fixed assets in order to assess the effectiveness of their use. To achieve this goal the following problems are set: to analyse the status of fixed assets, their dynamics and structure, the coefficients of asset, to make calculations of indicators of capital productivity, capital

---

intensity, the capital-labor ratio and estimation of the dynamics. The research hypothesis is as follows: it is expected that the involvement in the economic turnover of some of the fixed assets and the transfer of unused equipment for conservation will have a favorable impact on the financial performance of the organization. In the process of research, a combination of analysis and synthesis methods was used, thanks to which the problems were solved and the goal was achieved. The measures, implementation of which organization will receive economic effect are recommended.

---

*N.P. Kuzmich*

### **Ecological and Economic Problems of the Construction Sector**

*Keywords:* housing construction; environmental protection; environmental management; design; construction; sustainable development; environmental friendliness; economy.

*Abstract.* The urgency of the issue of the transition to an ecologically and economically balanced sustainable type of development of the country is beyond doubt. The construction sector should minimize the negative impact of its activities on the environment. The purpose of the article is to consider the tasks of the construction sector in the environmental direction. The objectives are to reveal in more detail the predominantly environmental directions that are carried out during the design and construction of facilities. In the course of the study, methods of analysis of the content of scientific publications of domestic and foreign scientists, as well as methods of synthesis and generalization, were applied. As a result of the study, a conclusion was made about the need for environmentally friendly construction, strengthening the role of the state in the environmental and social direction for the development of technologies with environmental potential. The obtained results of the research will be useful to scientists dealing with the problem of ecological orientation of construction, as well as to specialists in the field of construction.

---

*A.G. Litvinova*

### **The Cycle of Consumer Experience in the Innovation Activities of the Company and In the Development of Innovations**

*Keywords:* consumer experience cycle; innovation management; innovative activity of the company; creation of new goods and services.

*Abstract.* The aim of the research is to develop a strategy for an innovative enterprise, the activity of which is aimed at creating effective innovations. The objective determines the method for the formation of the consumer experience cycle at the stage of creating new goods and services in accordance with the innovative activities of the company. The main hypothesis is the assumption that interaction with the consumer of innovations contributes to the extension of their life cycle. As a result, it was concluded that a competent approach to innovation is necessary from the moment they appear on the consumer market right up to disposal.

---

*M.V. Mukhina, Zh.V. Smirnova, D.A. Bychkov, T.D. Feofanova*

### **Market Research of Demand for Domestic Tourism**

*Keywords:* domestic tourism; marketing research; poll; needs of a modern Russian tourist.

*Abstract.* The article analyses the data of the marketing research into the consumer opinion of domestic tourism. The purpose of the research is to study the attitude of consumers to domestic tourism in Russia and, based on the research data, to identify the characteristic needs of a modern Russian tourist.

---

The research objectives are to study the state of domestic tourism in Russia, to conduct the marketing research, and to process the results. The hypothesis is as follows: the study of the preferences of the modern consumer of domestic tourism services will help travel agencies in the development of their products and services. The method used is the theoretical analysis and synthesis, the survey method, methods of quantitative and qualitative processing of the results. As a result of the interpretation of the research results, generalization of the data, a growing interest in domestic tourism among Russian consumers has been revealed.

---

*N.A. Myklyuchenko, A.S. Devyatkina, A.N. Tikhomirova*

### **Electronic Workshops as a Way to Improve the Quality of Training**

*Keywords:* electronic workshop; automated system; decision theory; distance learning.

*Abstract.* A comparison of knowledge control in manual mode and in an electronic workshop is given, a comparison of processes is performed using the AS IS-TO BE model. The advantages of using an automated system in the process of creating and performing work are considered. The result is the determination of the feasibility of developing and implementing such a system in the educational process on the example of the “Decision Theory” course.

---

*T.M. Oydup*

### **Analysis the Staff Management System in a Research Organization**

*Keywords:* staff management of a research organization; strategy of a research organization; national projects.

*Abstract.* The relevance of improving the staff management system has always existed, because the success of the strategic goals of each company depends on its staff composition. Human resources management is one of the key elements of the strategic management goals of any organization. The quantitative and qualitative features of the staff depend on the effectiveness of the staff policy, the motivation and satisfaction of staff members affects work productivity. Thus it is firstly necessary to evaluate the staff management system for achieving strategic goals, and if necessary, it needs to develop measures for improving the staff policy. The purpose of the paper is to develop recommendations for improving the staff management system in a scientific organization. It is necessary to solve a number of problems for achieving the mentioned goal: to analyze the external and internal community of a scientific organization; to identify the features of the management system in a scientific organization; to assess the organization quality of the staff management system; to develop proposals for improving the staff management system. The research object is a research organization. The research subject is a staff management system.

---

*A.O. Oyun*

### **Features of the Reproductive Process of Educational Services**

*Keywords:* reproduction process; educational product; higher education; labor market; capital market; distribution of services; consumption of services.

*Abstract.* The article discusses the features of the reproductive process of educational services. The market of educational services, together with other types of markets, contributes to the effective development and functioning of the reproductive process of educational services. The paper reveals the definitions and behavior of participants in the reproductive process of educational services. The market

---

of educational services in the reproduction cycle provides a set of interests of the subjects of reproduction using the mechanism of equilibrium of supply and demand.

---

*T.L. Pervushina, E.I. Galiutinova*

### **The Project of Improving the Environmental Safety of Fuel-Energy Complex of the Krasnoyarsk Region**

*Keywords:* environmental safety; environmental risks; oil and gas enterprises; sorbent.

*Abstract.* The purpose of the study is to develop and justify the economic efficiency of the business-project on the production of the sorbent of the “Unipolymer” series. The objectives are to analyze the market, to draw up a production plan, to calculate costs, to make calculations of the efficiency indicators in the “Project Expert” program. The methods of theoretical research (analysis and synthesis) and empirical research (measurement and comparison) were used in the work. The research hypothesis was based on the assumption of the economic feasibility of the business-project. As a result of the study, the following hypothesis has been confirmed: the introduction of the proposed technology for cleaning contaminated sites using “Unipolymer” sorbents is economically feasible and environmental justified activities.

---

*A.A. Tomskikh, A.A. Akhremenya*

### **Realizing the Scientific and Educational Potential of the Baikal Region in the “China – Mongolia – Russia” Corridor**

*Keywords:* Baikal region; cross-border positioning, potential; points of growth.

*Abstract.* The aim of the study is to develop approaches to the creation of international clusters and centers of competence in the system “production – education – science – innovation / science – business state” in the Baikal region.

Methods of comparative, statistical and content analysis are used.

The findings are as follows: the problems of positioning the cross-border scientific and educational cluster of the Baikal region in the system “production – education – science – innovation / science – business state” are outlined.

---

*A.V. Shukaeva*

### **Main Directions of Brand Performance Assessment**

*Keywords:* brand; branding; competitiveness; marketing; strategy; efficiency.

*Abstract.* In modern conditions, the brand is considered as an important intangible asset, which helps to increase the recognition of goods or services among customers and provides advantages for the company among competitors. Moreover, the existing models for evaluating its effectiveness do not fully cover all the necessary indicators. The purpose of the article is to consider the brand as a factor of long-term impact on consumers and competitive advantage.

The objectives of the study include assessing the existing theoretical framework for determining brand performance. The research hypothesis is as follows: it is assumed that brand performance assessment is based on a combination of indicators that take into account various factors. The following research methods were used in the study: analysis and synthesis, comparison, expert method. In the course of the study, a lack of a systemic idea about the methods of formation and evaluation of brand effectiveness was revealed.

---

*D.A. Serov*

### **Modeling of the Water Supply Process Based on Value Parameters**

*Keywords:* water balance; modeling; water supply service; value parameters of water supply; technological stages.

*Abstract.* The article focuses on the water supply management improvement, based on the consumer-oriented values. The aim of the article is to identify the value parameters of water supply. The methodology of the article is modeling of water supply processes based on end-to-end value parameters. As a result, a system of value parameters of water supply was formed and a structural and parametric identification of the water supply process was proposed based on the selected value parameters. The results of the work are the basis for the formation of a water supply process modeling approach based on cross-cutting value parameters.

---

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**  
**List of Authors**

<p><b>М.С. МЕРЖОЕВА</b> кандидат технических наук, доцент кафедры машиноведения Ингушского государственного университета, г. Назрань <b>E-mail:</b> merjoeva.marem@yandex.ru</p>	<p><b>M.S. MERZHOEVA</b> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mechanical Engineering, Ingush State University, Nazran <b>E-mail:</b> merjoeva.marem@yandex.ru</p>
<p><b>Ж.М. ХАМАТХАНОВА</b> доцент кафедры машиноведения Ингушского государственного университета, г. Назрань <b>E-mail:</b> roziko89@mail.ru</p>	<p><b>Z.M. HAMATHANOVA</b> Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, Ingush State University, Nazran <b>E-mail:</b> roziko89@mail.ru</p>
<p><b>П.П. ПЕСТРИКОВ</b> преподаватель кафедры вычислительной техники Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск <b>E-mail:</b> petr_88.sg@mail.ru</p>	<p><b>P.P. PESTRIKOV</b> Lecturer, Department of Computer Science, Pacific State University, Khabarovsk <b>E-mail:</b> petr_88.sg@mail.ru</p>
<p><b>Т.В. ПЕСТРИКОВА</b> преподаватель кафедры вычислительной техники Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск <b>E-mail:</b> pestrikovatanyshka@gmail.com</p>	<p><b>T.V. PESTRIKOVA</b> Lecturer, Department of Computer Science, Pacific State University, Khabarovsk <b>E-mail:</b> pestrikovatanyshka@gmail.com</p>
<p><b>Ю.В. САВУШКИНА</b> кандидат экономических наук, заместитель генерального директора «НИИ Трансмаш», г. Москва <b>E-mail:</b> yulia.savushkina79@gmail.com</p>	<p><b>Yu.V. SAVUSHKINA</b> Candidate of Economic Sciences, Deputy General Director, Research Institute Transmash, Moscow <b>E-mail:</b> yulia.savushkina79@gmail.com</p>
<p><b>А.Н. МОИСЕЕВ</b> кандидат сельскохозяйственных наук, ассистент Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень <b>E-mail:</b> Ingener_cto@mail.ru</p>	<p><b>A.N. MOISEEV</b> Candidate of Agricultural Sciences, Assistant, Northern Trans-Urals State Agrarian University, Tyumen <b>E-mail:</b> Ingener_cto@mail.ru</p>
<p><b>Е.А. МОИСЕЕВ</b> студент Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень <b>E-mail:</b> Ingener_cto@mail.ru</p>	<p><b>E.A. MOISEEV</b> Student, Northern Trans-Urals State Agrarian University of the, Tyumen <b>E-mail:</b> Ingener_cto@mail.ru</p>
<p><b>И.Р. ШЕГЕЛЬМАН</b> доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Петрозаводского государственного университета, г. Петрозаводск <b>E-mail:</b> shegelman@onego.ru</p>	<p><b>I.R. SHEGELMAN</b> Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk <b>E-mail:</b> shegelman@onego.ru</p>

<p><b>А.С. ВАСИЛЬЕВ</b> кандидат технических наук, доцент кафедры технологий и организации лесного комплекса Петрозаводского государственного университета, г. Петрозаводск <b>E-mail:</b> <a href="mailto:alvas@petsu.ru">alvas@petsu.ru</a></p>	<p><b>A.S. VASILYEV</b> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Technology and Organization of the Forest Complex, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk <b>E-mail:</b> <a href="mailto:alvas@petsu.ru">alvas@petsu.ru</a></p>
<p><b>А.В. АРХИПОВ</b> кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры радиоэлектронного оборудования военного учебного центра при Московском авиационном институте (национальном исследовательском университете), г. Москва <b>E-mail:</b> <a href="mailto:alexvvia@rambler.ru">alexvvia@rambler.ru</a></p>	<p><b>A.V. ARKHIPOV</b> Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Radioelectronic Equipment, Military Training Center at Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow <b>E-mail:</b> <a href="mailto:alexvvia@rambler.ru">alexvvia@rambler.ru</a></p>
<p><b>В.П. ГОРБУНОВ</b> кандидат технических наук, генеральный директор АО «Авиакомпания «Якутия», г. Якутск <b>E-mail:</b> <a href="mailto:vlad.gorbunov@bk.ru">vlad.gorbunov@bk.ru</a></p>	<p><b>V.P. GORBUNOV</b> Candidate of Technical Sciences, General Director, Yakutia Airlines JSC, Yakutsk <b>E-mail:</b> <a href="mailto:vlad.gorbunov@bk.ru">vlad.gorbunov@bk.ru</a></p>
<p><b>В.М. РУХЛИНСКИЙ</b> доктор технических наук, первый заместитель председателя Межгосударственного авиационного комитета, председатель комиссии по связям с ИКАО, международными и межгосударственными организациями, г. Москва <b>E-mail:</b> <a href="mailto:vlad.gorbunov@bk.ru">vlad.gorbunov@bk.ru</a></p>	<p><b>V.M. RUKHLINSKY</b> Doctor of Technical Sciences, First Deputy Chairman of the Interstate Aviation Committee, Chairman of the Commission for Relations with ICAO, International and Interstate Organizations, Moscow <b>E-mail:</b> <a href="mailto:vlad.gorbunov@bk.ru">vlad.gorbunov@bk.ru</a></p>
<p><b>А.М. САВВИНА</b> кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики Московского государственного технического университета гражданской авиации, начальник отдела управления документацией и базой данных АО «Авиакомпания «Якутия», г. Якутск <b>E-mail:</b> <a href="mailto:vlad.gorbunov@bk.ru">vlad.gorbunov@bk.ru</a></p>	<p><b>A.M. SAVVINA</b> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Applied Mathematics, Moscow State Technical University of Civil Aviation, Head of Department for Documentation and Database Management, Yakutia Airlines JSC, Yakutsk <b>E-mail:</b> <a href="mailto:vlad.gorbunov@bk.ru">vlad.gorbunov@bk.ru</a></p>
<p><b>И.В. ДРЕПАЛОВ</b> магистр Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва <b>E-mail:</b> <a href="mailto:ya.nk999@yandex.ru">ya.nk999@yandex.ru</a></p>	<p><b>I.V. DREPALOV</b> Master's Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow <b>E-mail:</b> <a href="mailto:ya.nk999@yandex.ru">ya.nk999@yandex.ru</a></p>
<p><b>Д.М. МАЗУРИН</b> магистр Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва <b>E-mail:</b> <a href="mailto:ya.nk999@yandex.ru">ya.nk999@yandex.ru</a></p>	<p><b>D.M. MAZURIN</b> Master's Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow <b>E-mail:</b> <a href="mailto:ya.nk999@yandex.ru">ya.nk999@yandex.ru</a></p>
<p><b>А.А. ПЕТРОВ</b> магистр Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва <b>E-mail:</b> <a href="mailto:ya.nk999@yandex.ru">ya.nk999@yandex.ru</a></p>	<p><b>A.A. PETROV</b> Master's Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow <b>E-mail:</b> <a href="mailto:ya.nk999@yandex.ru">ya.nk999@yandex.ru</a></p>

<p><b>А.С. ДАЛБАРАЕВ</b>  магистр Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова, г. Якутск  <b>E-mail:</b> ya.nk999@yandex.ru</p>	<p><b>A.S. DALBARAEV</b>  Master's Student, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk  <b>E-mail:</b> ya.nk999@yandex.ru</p>
<p><b>Н.А. ИВАНОВ</b>  кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва  <b>E-mail:</b> IvanovNA@mgsu.ru</p>	<p><b>N.A. IVANOV</b>  Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow  <b>E-mail:</b> IvanovNA@mgsu.ru</p>
<p><b>Т.А. ФЕДОСЕЕВА</b>  кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва  <b>E-mail:</b> FedoseevaTA@mgsu.ru</p>	<p><b>T.A. FEDOSEEVA</b>  Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow  <b>E-mail:</b> FedoseevaTA@mgsu.ru</p>
<p><b>Г.И. КОРШУНОВ</b>  доктор технических наук, профессор кафедры инноватики и интегрированных систем качества Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург  <b>E-mail:</b> kgi@pantes.ru</p>	<p><b>G.I. KORSHUNOV</b>  Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Innovation and Integrated Quality Systems, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg  <b>E-mail:</b> kgi@pantes.ru</p>
<p><b>Е.Т. НУРУШЕВ</b>  аспирант Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург  <b>E-mail:</b> sanshine-13@mail.ru</p>	<p><b>E.T. NURUSHEV</b>  Postgraduate Student, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg  <b>E-mail:</b> sanshine-13@mail.ru</p>
<p><b>С.Л. ПОЛЯКОВ</b>  кандидат технических наук, доцент кафедры инноватики и интегрированных систем качества Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург  <b>E-mail:</b> polyakov_guap@list.ru</p>	<p><b>S.L. POLYAKOV</b>  Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Innovation and Integrated Quality Systems, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg  <b>E-mail:</b> polyakov_guap@list.ru</p>
<p><b>В.О. СМIRНОВА</b>  кандидат технических наук, доцент кафедры инноватики и интегрированных систем качества Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург  <b>E-mail:</b> vlada_sm@mail.ru</p>	<p><b>V.O. SMIRNOVA</b>  Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Innovation and Integrated Quality Systems, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg  <b>E-mail:</b> vlada_sm@mail.ru</p>

<p><b>НДАЙИРАГИДЖЕ ИВ</b> аспирант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва <b>E-mail:</b> yndayiragije@yahoo.fr</p>	<p><b>NDAYIRAGIJE YVES</b> Postgraduate Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow <b>E-mail:</b> yndayiragije@yahoo.fr</p>
<p><b>САЛЕХ ЭЛЬ МАВЕД</b> аспирант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва <b>E-mail:</b> elmaved.saleh@mail.ru</p>	<p><b>SALEH EL MAWED</b> Postgraduate Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow <b>E-mail:</b> elmaved.saleh@mail.ru</p>
<p><b>С.И. НОСКОВ</b> доктор технических наук, профессор кафедры информационных систем и защиты информации Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Иркутск <b>E-mail:</b> sergey.noskov.57@mail.ru</p>	<p><b>S.I. NOSKOV</b> Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Information Systems and Information Security, Irkutsk State University of Railways, Irkutsk <b>E-mail:</b> sergey.noskov.57@mail.ru</p>
<p><b>К.С. ПЕРФИЛЬЕВА</b> аспирант Иркутского государственного университета путей сообщения, г. Иркутск <b>E-mail:</b> 552649-171233@mail.ru</p>	<p><b>K.S. PERFILIEVA</b> Postgraduate Student, Irkutsk State University of Railways, Irkutsk <b>E-mail:</b> 552649-171233@mail.ru</p>
<p><b>А.В. ОРЛОВ</b> кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва <b>E-mail:</b> summerman1978@gmail.com</p>	<p><b>A.V. ORLOV</b> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (MIIT), Moscow <b>E-mail:</b> summerman1978@gmail.com</p>
<p><b>А.Н. МАЛЫХ</b> ассистент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва <b>E-mail:</b> aleksandr_malykh@mail.ru</p>	<p><b>A.N. MALYKH</b> Lecturer, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (MIIT), Moscow <b>E-mail:</b> aleksandr_malykh@mail.ru</p>
<p><b>А.А. ПАРХОМЕНКО</b> ведущий технолог отдела безопасности Проектно-конструкторского бюро по инфраструктуре – филиала ОАО «РЖД» (ПКБ И), г. Москва <b>E-mail:</b> parxom.87@bk.ru</p>	<p><b>A.A. PARKHOMENKO</b> Leading Technologist of the Security Department of the Design Bureau for Infrastructure – Branch of Russian Railways (PKB I), Moscow <b>E-mail:</b> parxom.87@bk.ru</p>
<p><b>П.В. САВЧЕНКО</b> кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва <b>E-mail:</b> pauls7@mail.ru</p>	<p><b>P.V. SAVCHENKO</b> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (MIIT), Moscow <b>E-mail:</b> pauls7@mail.ru</p>
<p><b>П.А. НЕВАРОВ</b> кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва <b>E-mail:</b> nevarov_p@rambler.ru</p>	<p><b>P.A. NEVAROV</b> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (MIIT), Moscow <b>E-mail:</b> nevarov_p@rambler.ru</p>

<p><b>Н.А. ТАРАДИН</b> кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва <b>E-mail:</b> taradin_na@mail.ru</p>	<p><b>N.A. TARADIN</b> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (MIIT), Moscow <b>E-mail:</b> taradin_na@mail.ru</p>
<p><b>И.Д. ДАВЫДОВ</b> аспирант кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва <b>E-mail:</b> bouh797@gmail.com</p>	<p><b>I. D. DAVYDOV</b> Postgraduate student of the Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (MIIT), Moscow <b>E-mail:</b> bouh797@gmail.com</p>
<p><b>Ю.С. ЗАТРОВА</b> аспирант Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва <b>E-mail:</b> yulasampo@rambler.ru</p>	<p><b>Yu.S. ZATROVA</b> Postgraduate Student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow <b>E-mail:</b> yulasampo@rambler.ru</p>
<p><b>В.В. СОКОЛОВ</b> студент Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения. г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> sokol.v21@hotmail.com</p>	<p><b>V.V. SOKOLOV</b> Student, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg <b>E-mail:</b> sokol.v21@hotmail.com</p>
<p><b>В.А. ТУШАВИН</b> кандидат технических наук, кандидат экономических наук, доцент кафедры инноватики и интегрированных систем качества Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> tushavin@gmail.com</p>	<p><b>V.A. TUSHAVIN</b> Candidate of Technical Sciences, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Innovation and Integrated Quality Systems, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg <b>E-mail:</b> tushavin@gmail.com</p>
<p><b>Е.А. КОЗИН</b> студент Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Москва <b>E-mail:</b> egor.09@list.ru</p>	<p><b>E.A. KOZIN</b> Student, National Research Nuclear University “MEPhI”, Moscow <b>E-mail:</b> egor.09@list.ru</p>
<p><b>Д.В. БУДАКОВСКИЙ</b> студент Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Москва <b>E-mail:</b> dimon.vb@mail.ru</p>	<p><b>D.V. BUDAKOVSKY</b> Student, National Research Nuclear University “MEPhI”, Moscow <b>E-mail:</b> dimon.vb@mail.ru</p>
<p><b>А.В. ПЕТРАКИ</b> студент Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Москва <b>E-mail:</b> snuchibuchiinfo@gmail.com</p>	<p><b>A.V. PETRAKI</b> Student, National Research Nuclear University “MEPhI”, Moscow <b>E-mail:</b> snuchibuchiinfo@gmail.com</p>
<p><b>Н.А. МЫКЛЮЧЕНКО</b> студент Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Москва <b>E-mail:</b> enika.mk@gmail.com</p>	<p><b>N.A. MYKLYUCHENKO</b> Student, National Research Nuclear University “MEPhI”, Moscow <b>E-mail:</b> enika.mk@gmail.com</p>

<p><b>Т.А. КОЗЛЕНКО</b>  магистрант Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург  <b>E-mail:</b> tatiana_kozlenko@mail.ru</p>	<p><b>T.A. KOZLENKO</b>  Master's Student, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg  <b>E-mail:</b> tatiana_kozlenko@mail.ru</p>
<p><b>С.В. ПРИДВИЖКИН</b>  кандидат физико-математических наук, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой информационного моделирования в строительстве Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург  <b>E-mail:</b> dep_bim_urfu@mail.ru</p>	<p><b>S.V. PRIDVIZHKIN</b>  Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Doctor of Economics, Professor, Head of Department of Information Modeling in Construction, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg  <b>E-mail:</b> dep_bim_urfu@mail.ru</p>
<p><b>А.В. БЕЛЬКЕВИЧ</b>  директор ООО «BIM-cluster», г. Екатеринбург  <b>E-mail:</b> ABelkevich@amcad.ru</p>	<p><b>A.V. BELKEVICH</b>  Director, BIM-cluster LLC, Yekaterinburg  <b>E-mail:</b> ABelkevich@amcad.ru</p>
<p><b>К.В. МАЛЬЦЕВА</b>  старший преподаватель Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург  <b>E-mail:</b> ksenemaltseva@mail.ru</p>	<p><b>K.V. MALTSEVA</b>  Senior Lecturer, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg  <b>E-mail:</b> ksenemaltseva@mail.ru</p>
<p><b>Р.И. СОЛЬНИЦЕВ</b>  доктор технических наук, профессор кафедры систем автоматизации проектирования Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург  <b>E-mail:</b> remira70@mail.ru</p>	<p><b>R.I. SOLNITSEV</b>  Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Design Automation Systems, St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V.I. Ulyanov (Lenin), St. Petersburg  <b>E-mail:</b> remira70@mail.ru</p>
<p><b>К.А. КОНДРАТЕНЯ</b>  студент Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Москва  <b>E-mail:</b> kondratenya21@yahoo.com</p>	<p><b>K.A. KONDRATENYA</b>  Student, National Research Nuclear University "MEPhI", Moscow  <b>E-mail:</b> kondratenya21@yahoo.com</p>
<p><b>В.А. САМАРИН</b>  аспирант Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, инженер Межкафедрального научно-образовательного центра «Встраиваемые системы автоматики и вычислительной техники», г. Санкт-Петербург  <b>E-mail:</b> aiven92@gmail.com</p>	<p><b>V.A. SAMARIN</b>  Postgraduate Student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Engineer of the Interdepartmental Scientific and Educational Center "Embedded Automation and Computer Systems", St. Petersburg  <b>E-mail:</b> aiven92@gmail.com</p>
<p><b>А.Е. ВАСИЛЬЕВ</b>  доктор технических наук, профессор Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, директор Межкафедрального научно-образовательного центра «Встраиваемые системы автоматики и вычислительной техники», г. Санкт-Петербург  <b>E-mail:</b> avasil@aivt.ftk.spbstu.ru</p>	<p><b>A.E. VASILYEV</b>  Doctor of Technical Sciences, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Director of the Interdepartmental Scientific and Educational Center "Embedded Automation and Computer Systems", St. Petersburg  <b>E-mail:</b> avasil@aivt.ftk.spbstu.ru</p>

<p><b>Т.Н. ГОРБУНОВА</b> кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва <b>E-mail:</b> tngorbunova@yandex.ru</p>	<p><b>T.N. GORBUNOVA</b> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Applied Mathematics, Moscow State University of Civil Engineering (MGSU), Moscow <b>E-mail:</b> tngorbunova@yandex.ru</p>
<p><b>Р.И. БАЖЕНОВ</b> кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных систем, математики и правовой информатики Приамурского государственного университета имени Шолом-Алейхема, г. Биробиджан <b>E-mail:</b> r-i-bazhenov@yandex.ru</p>	<p><b>R.I. BAZHENOV</b> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department of Information Systems, Mathematics and Legal Informatics, Sholem Aleichem Amur State University, Birobidzhan <b>E-mail:</b> r-i-bazhenov@yandex.ru</p>
<p><b>М.Б. ТУМАНОВА</b> кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Московского государственного университета технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ), г. Москва <b>E-mail:</b> tumanova-marina@yandex.ru</p>	<p><b>M.B. TUMANOVA</b> Candidate of Pedagogy, Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technology and Management (PKU), Moscow <b>E-mail:</b> tumanova-marina@yandex.ru</p>
<p><b>Н.Д. ЛУШНИКОВ</b> студент Башкирского государственного университета, г. Уфа <b>E-mail:</b> luschnikovnikita@yandex.ru</p>	<p><b>N.D. LUSHNIKOV</b> Student, Bashkir State University, Ufa <b>E-mail:</b> luschnikovnikita@yandex.ru</p>
<p><b>А.А. ЛЕБЕДЕВ</b> старший преподаватель кафедры управления информационной безопасностью Института истории и государственного управления Башкирского государственного университета, г. Уфа <b>E-mail:</b> luschnikovnikita@yandex.ru</p>	<p><b>A.A. LEBEDEV</b> Senior Lecturer, Department of Information Security Management, Institute of History and Public Administration, Bashkir State University, Ufa <b>E-mail:</b> luschnikovnikita@yandex.ru</p>
<p><b>А.А. ГАТАУЛЛИН</b> студент Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Москва <b>E-mail:</b> gataullin12@mail.ru</p>	<p><b>A.A. GATAULLIN</b> Student, National Research Nuclear University “MEPhI”, Moscow <b>E-mail:</b> gataullin12@mail.ru</p>
<p><b>Г.А. АБРАМОВ</b> аспирант Санкт-Петербургского государственного экономического университета, Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> grantabramov@mail.ru</p>	<p><b>G.A. ABRAMOV</b> Postgraduate Student, St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg <b>E-mail:</b> grantabramov@mail.ru</p>
<p><b>О.Б. ГЛАВАТСКИХ</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления организацией Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск <b>E-mail:</b> ob901@yandex.ru</p>	<p><b>O.B. GLAVATSKIKH</b> Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economics and Organization Management, M.T. Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk <b>E-mail:</b> ob901@yandex.ru</p>

<p><b>Н.Н. ПУШИНА</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и управления организацией Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск <b>E-mail:</b> pushina_nn@mail.ru</p>	<p><b>N.N. PUSHINA</b> Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Organization Management, M.T. Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk <b>E-mail:</b> pushina_nn@mail.ru</p>
<p><b>А.И. ТРОЯНСКАЯ</b> кандидат психологических наук, доцент кафедры экономики и управления организацией Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск <b>E-mail:</b> atroyanskaya@mail.ru</p>	<p><b>A.I. TROYANSKAYA</b> Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor, Department of Economics and Organization Management, M.T. Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk <b>E-mail:</b> atroyanskaya@mail.ru</p>
<p><b>Н.Н. ХАРИТОНОВА</b> старший преподаватель кафедры экономики и управления организацией Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск <b>E-mail:</b> elenat969@rambler.ru</p>	<p><b>N.N. KHARITONOVA</b> Senior Lecturer, Department of Economics and Organization Management, M.T. Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk <b>E-mail:</b> elenat969@rambler.ru</p>
<p><b>Т.В. ДУБРОВСКАЯ</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации отраслей лесного комплекса Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> tvd2005@mail.ru</p>	<p><b>T.V. DUBROVSKAYA</b> Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economics and Organization of Forestry, M.F. Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> tvd2005@mail.ru</p>
<p><b>Г.Ф. НАСЫРОВА</b> магистр Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> nasyrova_gf@mail.ru</p>	<p><b>G.F. NASYROVA</b> Master's Student, M.F. Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> nasyrova_gf@mail.ru</p>
<p><b>А.П. ИСАКОВА</b> доцент кафедры экономики транспорта Уральского государственного университета путей сообщения, г. Екатеринбург <b>E-mail:</b> apisakova@gmail.com</p>	<p><b>A.P. ISAKOVA</b> Associate Professor, Department of Transport Economics, Ural State Transport University, Yekaterinburg <b>E-mail:</b> apisakova@gmail.com</p>
<p><b>Н.П. КУЗЬМИЧ</b> кандидат экономических наук, доцент Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск <b>E-mail:</b> kuzmiz@list.ru</p>	<p><b>N.P. KUZMICH</b> Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk <b>E-mail:</b> kuzmiz@list.ru</p>
<p><b>А.Г. ЛИТВИНОВА</b> доцент кафедры экономики организации Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, директор малого инновационного предприятия в Российском университете дружбы народов, г. Москва <b>E-mail:</b> angellitvinova@inbox.ru</p>	<p><b>A.G. LITVINOVA</b> Associate Professor, Department of Organization Economics Financial University under the Government of the Russian Federation, Director of Small Innovative Enterprise, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow <b>E-mail:</b> angellitvinova@inbox.ru</p>

<p><b>М.В. МУХИНА</b> кандидат педагогических наук, доцент кафедры технологий сервиса и технологического образования Нижегородского государственного педагогического университета имени К. Минина, г. Нижний Новгород <b>E-mail:</b> mariyamuhina@yandex.ru</p>	<p><b>M.V. MUKHINA</b> Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Service Technologies and Technological Education K. Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod <b>E-mail:</b> mariyamuhina@yandex.ru</p>
<p><b>Ж.В. СМЕРНОВА</b> кандидат педагогических наук, доцент кафедры технологий сервиса и технологического образования Нижегородского государственного педагогического университета имени К. Минина, г. Нижний Новгород <b>E-mail:</b> z.v.smirnova@mininuniver.ru</p>	<p><b>Zh.V. SMIRNOVA</b> Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Service Technologies and Technological Education, K. Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod <b>E-mail:</b> z.v.smirnova@mininuniver.ru</p>
<p><b>Д.А. БЫЧКОВ</b> студент Нижегородского государственного педагогического университета имени К. Минина, г. Нижний Новгород <b>E-mail:</b> dima952171997@mail.ru</p>	<p><b>D.A. BYCHKOV</b> Student, K. Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod <b>E-mail:</b> dima952171997@mail.ru</p>
<p><b>Т.Д. ФЕОФАНОВА</b> студент Нижегородского государственного педагогического университета имени К. Минина, г. Нижний Новгород <b>E-mail:</b> na.ffan15@mail.ru</p>	<p><b>T.D. FEOFANOVA</b> Student, K. Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod <b>E-mail:</b> na.ffan15@mail.ru</p>
<p><b>А.С. ДЕВЯТКИНА</b> студент Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Москва <b>E-mail:</b> devyatkina.mephi@mail.ru</p>	<p><b>A.S. DEVIATKINA</b> Student, National Research Nuclear University “MEPhI”, Moscow <b>E-mail:</b> devyatkina.mephi@mail.ru</p>
<p><b>А.Н. ТИХОМИРОВА</b> кандидат технических наук, доцент Института интеллектуальных кибернетических систем Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Москва <b>E-mail:</b> anna7909966@yandex.ru</p>	<p><b>A.N. TIKHOMIROVA</b> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Institute of Intelligent Cybernetic Systems, National Research Nuclear University “MEPhI”, Moscow <b>E-mail:</b> anna7909966@yandex.ru</p>
<p><b>Т.М. ОЙДУП</b> кандидат социологических наук, ученый секретарь Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук, г. Кызыл <b>E-mail:</b> tana_o@mail.ru</p>	<p><b>T.M. OYDUP</b> Candidate of Sociological Sciences, Scientific Secretary, Tuva Institute for the Integrated Development of Natural Resources Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kyzyl <b>E-mail:</b> tana_o@mail.ru</p>
<p><b>А.О. ОЮН</b> старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита Тувинского государственного университета, г. Кызыл <b>E-mail:</b> ayanaef@mail.ru</p>	<p><b>A.O. OYUN</b> Senior Lecturer, Department of Accounting, Analysis and Audit, Tuva State University, Kyzyl <b>E-mail:</b> ayanaef@mail.ru</p>

<p><b>Т.Л. ПЕРВУШИНА</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации отраслей лесного комплекса Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> t-pervushina@mail.ru</p>	<p><b>T.L. PERVUSHINA</b> Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economics and Organization of the Forestry Sectors, M.F. Reshetnev Siberian State University of Science and Technology named after Academician, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> t-pervushina@mail.ru</p>
<p><b>Е.И. ГАЛИУТИНОВА</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации отраслей лесного комплекса Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> t-pervushina@mail.ru</p>	<p><b>E.I. GALIUTINOVA</b> Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Department of Economics and Organization of the Forestry Sectors, M.F. Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> t-pervushina@mail.ru</p>
<p><b>А.А. ТОМСКИХ</b> доктор географических наук, профессор кафедры географии, безопасности жизнедеятельности и технологии Забайкальского государственного университета, г. Чита <b>E-mail:</b> tomskih_aa@mail.ru</p>	<p><b>A.A. TOMSKIKH</b> Doctor of Geography, Professor, Department of Geography, Life Safety and Technology, Trans-Baikal State University, Chita <b>E-mail:</b> tomskih_aa@mail.ru</p>
<p><b>А.А. АХРЕМЕНЯ</b> аспирант Забайкальского государственного университета, г. Чита <b>E-mail:</b> tomskih_aa@mail.ru</p>	<p><b>A.A. AHREMENYA</b> Postgraduate Student, Trans-Baikal State University, Chita <b>E-mail:</b> tomskih_aa@mail.ru</p>
<p><b>А.В. ШУКАЕВА</b> кандидат социологических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа, финансов и налогообложения Академии Федеральной службы исполнения наказаний, г. Рязань <b>E-mail:</b> av1905@yandex.ru</p>	<p><b>A.V. SHUKAEVA</b> Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor, Department of Accounting, Analysis, Finance and Taxation, Academy of the Federal Penitentiary Service, Ryazan <b>E-mail:</b> av1905@yandex.ru</p>
<p><b>Д.А. СЕРОВ</b> кандидат экономических наук, советник генерального директора ОАО «КВК» (Кингисеппский водоканал), г. Кингисепп <b>E-mail:</b> serov_da@bk.ru</p>	<p><b>D.A. SEROV</b> Candidate of Economic Sciences, Advisor to the General Director of OJSC “KBK” (Kingisepp Vodokanal), Kingisepp <b>E-mail:</b> serov_da@bk.ru</p>

---

**НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ**  
**SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS**  
**№ 6(108) 2020**  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

---

Подписано в печать 23.06.2020 г.  
Формат журнала 60×84/8  
Усл. печ. л. 25,11. Уч.-изд. л. 14,85.  
Тираж 1000 экз.