

ISSN 2221-5182

Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

# «НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 9(147) 2023

*Главный редактор*

Тарандо Е.Е.

*Редакционная коллегия:*

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

## В ЭТОМ НОМЕРЕ:

### МАШИНОСТРОЕНИЕ:

- Роботы, мехатроника и робототехнические системы
- Технология машиностроения

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

- Математическое моделирование и численные методы
- Информационная безопасность

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:

- Финансы
- Мировая экономика

Москва 2023

# «НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

Журнал

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

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

Учредитель

МОО «Фонд развития науки и  
культуры»

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

Главный редактор

**Е.Е. Тарандо**

Выпускающий редактор

**Е.В. Алексеевская**

Редактор иностранного  
перевода

**Н.А. Гунина**

Инженер по компьютерному  
макетированию

**Е.В. Алексеевская**

**Адрес редакции:**

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

**Телефон:**

89156788844

**E-mail:**

nauka-bisnes@mail.ru

На сайте

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

размещена полнотекстовая  
версия журнала.

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

Перепечатка статей возможна только  
с разрешения редакции.

Мнение редакции не всегда  
совпадает с мнением авторов.

## Экспертный совет журнала

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# «НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

## научно-практический журнал

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## Содержание

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

#### Математическое моделирование и численные методы

<b>Багаева А.П., Низамеева А.В., Глинская А.Р.</b> Разработка АИС контроля качества обрабатывающего предприятия .....	8
<b>Биткулов К.Р., Зализный С.А., Кислова Е.А., Умурзаков Д.Д.</b> Разработка динамической модели трехконтурной ГАЭС .....	13
<b>Medvedev A.A., Poserenin A.I.</b> Application of Antimony-Beryllium Neutron Sources for Solving Problems of Track Radiography.....	18
<b>Тихоненко Д.В., Ушаков В.А., Супрун П.С.</b> Проектирование информационной системы обрабатывающего предприятия .....	21
<b>Филюшина Е.В., Васильева В.А., Болдырев В.В., Тихоненко Д.В.</b> Инструменты и методы управления ИТ-проектами для успешности их реализации .....	26
<b>Чепига А.А., Петренко С.В.</b> Математическая модель и алгоритм управления поворотным устройством комплекса обслуживания множества пространственно-распределенных групп воздушных объектов для реализации его траектории движения за минимальное время.....	29
<b>Шаяхметов М.Г., Вильданов Р.Г.</b> Цифровой двойник для учебной лабораторной установки по изучению методов и средств контроля, регулирования давления.....	33

#### Информационная безопасность

<b>Сайфутдинов А.В.</b> Применение теории игр для моделирования информационных проблем безопасности .....	36
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

### МАШИНОСТРОЕНИЕ

#### Роботы, мехатроника и робототехнические системы

<b>Попов Д.О., Волков А.Н.</b> Исследование режимов зарядки мобильных транспортных	
------------------------------------------------------------------------------------	--

роботов..... 42

#### **Технология машиностроения**

**Ильинов Т.Д., Семакин Ф.Н., Спиридонова А.А., Беликова Э.А., Хомутова Е.Г.** От проектирования до эксплуатации: как создать эффективное чистое помещение..... 46

**Кондрашова А.В., Кузьмина Р.И.** Водоочистка адсорбционным методом..... 54

**Ян Цян** Анализ методом конечных элементов в машиностроении..... 58

#### **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

##### **Финансы**

**Глинская А.Р., Тихоненко Д.В., Низамеева А.В.** Структурный анализ организации обрабатывающего комплекса ..... 66

**Григорьева В.Р., Леонтьев Д.Н.** Государство в формировании человеческого капитала государственных служащих..... 70

**Долгова Т.Г., Низамеева А.В., Пинчук И.А.** Основы формирования рабочих групп, создаваемых для реализации ИТ-проекта предприятия..... 75

**Жаров И.С.** О результатах опытной носки ботинок с высокими берцами облегченными для сотрудников УИС..... 78

**Орлова О.Ю., Леонова Т.И., Валебникова Н.В.** Обеспечение качества непрерывности деятельности организации ..... 85

**Харитонов Д.В., Силкин А.Н., Агрохин И.С.** Актуальность использования систем учета результатов интеллектуальной деятельности сотрудников научно-производственного предприятия ..... 90

##### **Мировая экономика**

**Ридель Л.Н., Дубровская Т.В., Шадрин И.В., Костоустова Е.В.** Анализ использования искусственного интеллекта в мировой практике ..... 97

## Contents

### INFORMATION TECHNOLOGY

#### Mathematical Modeling and Numerical Methods

- Bagaeva A.P., Nizameeva A.V., Glinskaya A.R.** The Development of AIS of Quality Control of a Manufacturing Enterprise..... 8
- Bitkulov K.R., Zalizny S.A., Kislova E.A., Umurzakov D.D.** The Development of a Dynamic Model of a Three-Circuit Pumped Storage Hydropower..... 13
- Medvedev A.A., Poserenin A.I.** Application of Antimony-Beryllium Neutron Sources for Solving Problems of Track Radiography..... 18
- Tikhonenko D.V., Ushakov V.A., Suprun P.S.** Designing of information system of processing enterprise ..... 21
- Filyushina E.V., Vasileva V.A., Boldyrev V.V., Tikhonenko D.V.** IT Project Management Tools and Techniques for Successful Project Implementation ..... 26
- Chepiga A.A., Petrenko S.V.** A Mathematical Model and Algorithm for Controlling the Rotary Device of a Service Complex for a Set of Spatially Distributed Groups of Air Objects to Implement Its Trajectory in Minimal Time ..... 29
- Shayakhmetov M.G., Vildanov R.G.** A Digital Twin for a Training Laboratory Installation to Study Methods and Means of Control and Pressure Regulation ..... 33

#### Information Security

- Saifutdinov A.V.** Application of Game Theory for Modeling Information Security Problems ..... 36

### MECHANICAL ENGINEERING

#### Robots, mechatronics and robotic systems

- Popov D.O., Volkov A.N.** Research on Charging Modes of Mobile Transport Robots ..... 42

#### Engineering Technology

- Ilinov T.D., Semakin F.N., Spiridonova A.A., Belikova E.A., Khomutova E.G.** From Design

to Operation: How to Create an Effective Clean Room .....	46
<b>Kondrashova A.V., Kuzmina R.I.</b> Water Treatment by an Adsorption Method .....	54
<b>Yang Qiang</b> Finite Element Analysis in Mechanical Engineering.....	58

## **ECONOMIC SCIENCES**

### **Finance**

<b>Glinscaya A.R., Tikhonenko D.V., Nizameeva A.V.</b> Structural Analysis of the Organization of the Processing Complex.....	66
<b>Grigorieva V.R., Leontiev D.N.</b> The State in the Formation of Human Capital of Civil Servants .....	70
<b>Dolgoval T.G., Nizameeva A.V., Pinchuk I.A.</b> Basics of Formation of Working Groups Created for Realization of the Enterprise IT Project.....	75
<b>Zharov I.S.</b> The Results of an Experimental Wearing of Lightweight High-Top Boots for Penitentiary Officers .....	78
<b>Orlova O.Yu., Leonova T.I., Valebnikova N.V.</b> Quality Assurance of the Organization's Business Continuity .....	85
<b>Kharitonov D.V., Silkin A.N., Atrokhin I.S.</b> The Relevance of the Use of Accounting Systems for the Results of Intellectual Activity of Employees of a Research and Production Enterprise....	90

### **World Economic**

<b>Ridel L.N., Dubrovskaya T.V., Shadrina I.V., Kostoustova E.V.</b> The Analysis of the Use of Artificial Intelligence in the World Practice .....	97
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

УДК 004.942

А.П. БАГАЕВА<sup>1</sup>, А.В. НИЗАМЕЕВА<sup>1</sup>, А.Р. ГЛИНСКАЯ<sup>2</sup><sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск;<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

## РАЗРАБОТКА АИС КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Ключевые слова:* автоматизированная информационная система контроля качества; обработка информации; повышение; проектирование.

*Аннотация.* В работе представлена разработка автоматизированной информационной системы контроля качества деревообрабатывающего предприятия. Статья охватывает ключевые аспекты, такие как выбор и интеграция сенсоров и датчиков, сбор и анализ данных, создание системы мониторинга и управления. Особое внимание уделяется возможностям и преимуществам использования искусственного интеллекта (ИИ) для автоматической диагностики и классификации дефектов, что способствует сокращению брака и повышению эффективности производства.

Современные обрабатывающие предприятия сталкиваются с растущими ожиданиями потребителей и увеличивающейся конкуренцией. В таких условиях обеспечение высокого уровня качества продукции становится неотъемлемым условием успеха. Для достижения этой цели предприятия все чаще обращаются к разработке автоматизированных информационных систем (АИС) контроля качества, которые позволяют им повысить эффективность и надежность процессов контроля [1].

Основная цель разработки АИС контроля качества на обрабатывающих предприятиях заключается в автоматизации процессов мониторинга и оценки качества продукции на всех этапах производства [2]. Это достигается с помощью использования современных сенсоров, камер, аналитических алгорит-

мов и ИИ.

Важным аспектом разработки АИС контроля качества на обрабатывающих предприятиях является индивидуальный подход к созданию системы, учитывая специфику производства и конкретные потребности компании. Это позволяет максимально оптимизировать процессы контроля и адаптировать систему под собственные стандарты и требования [3–5].

Кроме того, АИС контроля качества также способствует накоплению ценных данных о производственных процессах и качестве продукции. Эти данные можно анализировать и использовать для оптимизации производства, прогнозирования потребительского спроса и улучшения бизнес-стратегии.

Автоматизированная система поэтапного контроля качества *SSL (ССЛ)* была разработана в бесплатной версии системы *SIMLE SCADA*. Для написания скриптов был использован язык программирования – *Pascal*.

Основное окно для работы в информационной системе (ИС) – это монитор, на котором изображена мнемосхема работы станка. Интерфейс программы можно увидеть на рис. 1–2.

На рис. 1 изображены следующие графические компоненты:

1) панель – 18 шт., показывает числовые значения сторон бревна и их расчеты, включена/отключена ССЛ, календарь начала и конца для отчета, создание отчета;

2) тренд (график) – 2 шт., отображает стороны бревна;

3) изображение – 1 шт., показывает в реальном времени работу станка.

На данном рис. 2 изображены следующие графические компоненты:

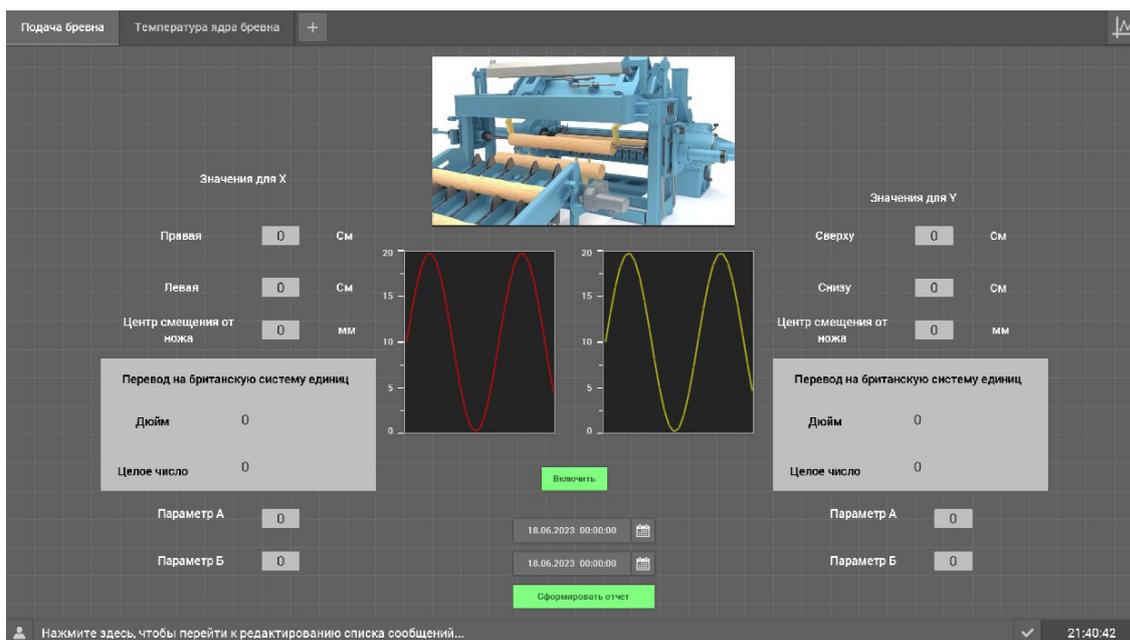


Рис. 1. Микросхема ССЛ подачи бревна

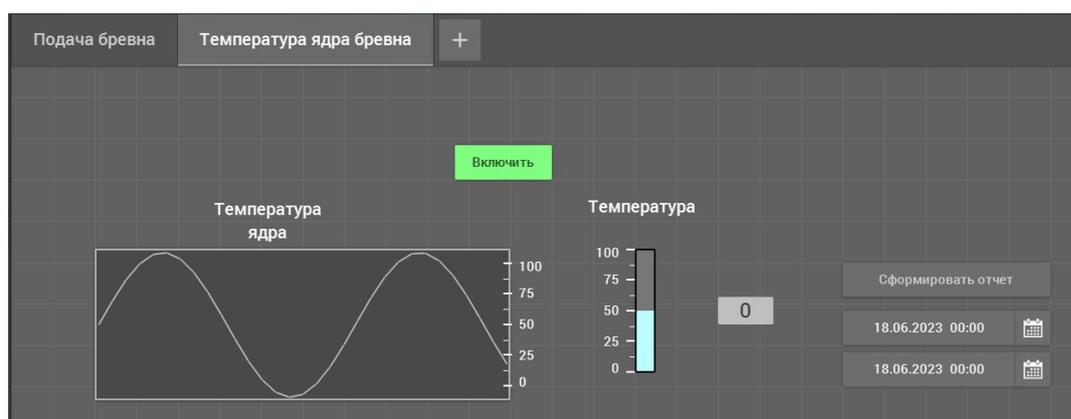


Рис. 2. Микросхема ССЛ температуры ядра бревна

Таблица 1. Связь каналов и устройств

№	Название устройства	Наименование канала
1	График по X	Правая и левая сторона
2	График по Y	Сверху и снизу
3	Индикатор (термометр)	Температура ядра бревна
4	График температуры	Температура ядра бревна

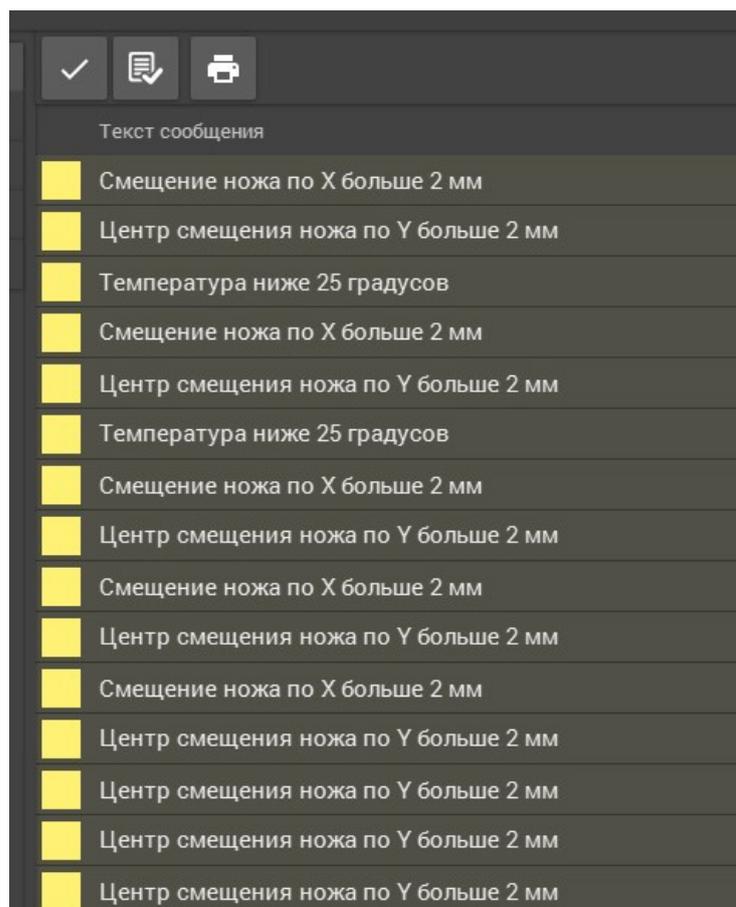


Рис. 3. Просмотр сообщений

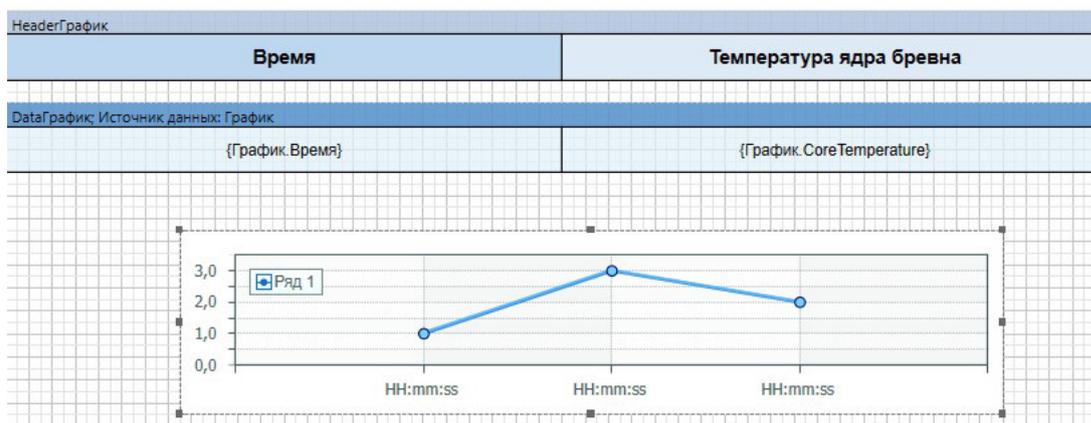
ReportTitleBand1				
Отчет за период От {Данные Начало} до {Данные Конец}				
HeaderДанные				
Время	Правая сторона	Левая сторона	Верхняя сторона	Нижняя сторона
DataДанные; Источник данных: Данные				
{Данные.Время}	{Данные.Right_var}	{Данные.Left_var}	{Данные.Up_var}	{Данные.Down_var}

Рис. 4. Создание отчетов

1) панель – 5 шт., показывает числовое значение температуры ядра бревна, включение/отключение ССЛ, календарь начала и конца для отчета, создание отчета;

2) тренд (график) – 1 шт., отображает температуру ядра бревна;

3) индикатор уровня – 1 шт., показывает уровень температуры ядра бревна.



**Рис. 5.** Создание отчетов

Некоторые описанные выше и примененные различные индикаторы и фигуры подключены к определенным каналам, которые регулируют работу данного оборудования. Данные о связи каналов и устройств на мнемосхеме можно увидеть в табл. 1.

Далее на рис. 2 показано, что в разработанной ИС имеется возможность открыть окно, где в табличном виде отображен список сообщений.

В этом окне имеется возможность печати списка уведомлений. Также в разработанной ИС имеется возможность создания отчетов, которые изображены на рис. 4.

Автоматизированная система будет осуществлять работу поэтапного контроля качества ССЛ (системы станка лущения) на предприятии. Данная деятельность будет совершаться

посредством нескольких модулей: мнемосхема, просмотр уведомлений, построение уровня тренда, создание отчетов. На мониторе работника лущения шпона будет отражаться вся информация, собранная с ССЛ: расстояние значений бревна, коэффициенты бревна, температура ядра бревна, уведомления об отклонении от нормы. Путем просмотра полученной информации сотрудник будет вести контроль за станком, оповещать о нормах отклонения, запускать ССЛ и создавать отчеты.

Система будет установлена в автоматизированной системе управления технологическим процессом и далее использована для станка лущения работником лущения шпона, который должен иметь опыт работы за компьютером и свободно осуществлять базовые операции.

### Список литературы/References

1. Dynamic simulation of calculating the purchase of equipment on credit / A.A. Boyko, V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : International Conference «Information Technologies in Business and Industry» – 2 – Mathematical Simulation and Computer Data Analysis. – Novosibirsk : Institute of Physics Publishing. – 2019. – Vol. 1333. – P. 032009.
2. Classification of non-normative errors in measuring instruments based on data mining / A.V. Milov, V.S. Tynchenko, V.V. Kukartsev [et al.] // International Conference «Aviamechanical engineering and transport» (AVENT 2018) : Proceedings of the International Conference «Aviamechanical engineering and transport» (AVENT 2018). – Irkutsk : Atlantis Press. – 2018. – Vol. 158. – P. 432–437.
3. Boyko, A.A. Simulation-dynamic model for calculating the equipment leasing / A.A. Boyko // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing. – 2019. – Vol. 1333. – No. 7. – P. 072003.
4. Model of production resource management for manufacturing enterprise / V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko, V.E. Petrenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : 2020 International

Conference on Information Technology in Business and Industry, ITBI 2020, Novosibirsk. – BRISTOL, ENGLAND : IOP Publishing Ltd. – 2020. – Vol. 1661. – P. 012178.

5. Optimization of customer loyalty evaluation algorithm for retail company / V.S. Tynchenko, A.A. Boyko, V.V. Kukartsev [et al.] // International conference «Economy in the modern world» (ICEMW 2018) : Proceedings of the International conference «Economy in the modern world» (ICEMW 2018), Kazan / Editors: L.N. Safiullin, Dr. Prof., Deputy Director for Science of the Institute of Management, Economics and Finance Kazan Federal University, Kazan, Russia; N.K. Gabdrakhmanov, PhD, Ass. Prof., Head of the Scientific Activities Department, Kazan Federal University. – Kazan : Atlantis Press. – 2018. – Vol. 61. – P. 177–182.

---

© А.П. Багаева, А.В. Низамеева, А.Р. Глинская, 2023

УДК 621.22-546

К.Р. БИТКУЛОВ, С.А. ЗАЛИЗНЫЙ, Е.А. КИСЛОВА, Д.Д. УМУРЗАКОВ  
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва

## РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРЕХКОНТУРНОЙ ГАЭС

*Ключевые слова:* гидравлическое короткое замыкание; гидравлическая аккумулирующая электростанция (ГАЭС); моделирование; системы накопления электрической энергии (СНЭЭ); трехконтурная ГАЭС.

*Аннотация.* Цель данной работы заключается в том, чтобы представить динамическую структурную модель ГАЭС с троичными агрегатами. Поставлена гипотеза об эффективности применения такого типа ГАЭС в качестве «системных» накопителей электроэнергии. Произведен обзор текущего положения систем накопления энергии в России, описана технология трехконтурной ГАЭС и представлены результаты разработки модели. Применены методы математического моделирования и структурного анализа. В результате получена структурная схема, описывающая динамику работы троичного агрегата.

---

### Введение

СНЭЭ являются одним из самых быстрорастущих секторов мировой электроэнергетики. Согласно обзору рынка накопителей от исследовательской компании *BloombergNEF* на 2023 г. суммарная мощность накопителей в мире достигла 42 ГВт, выработанная электроэнергия – 99 ГВт-часов [1]. Изначальной причиной повышения интереса к СНЭЭ стал превзошедший прогноз роста доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в современной энергетике, однако применение накопителей в России производит положительный эффект только при многофункциональности их применения [2]. В данной работе рассматривается модель применения СНЭЭ как «системных» накопителей, которые могут участвовать: в первичном и вторичном регулировании частоты, в обеспечении статической и динамической устойчивости и в

процессах интеграции ВИЭ.

Среди различных видов СНЭЭ на сегодняшний день ГАЭС являются наиболее важным и выгодным решением для накопления энергии в промышленных масштабах. ГАЭС эффективно применяются для покрытия пиковой нагрузки, заполнения провалов, быстрого ввода аварийного резерва, регулирования частоты и мощности, восполнения дефицита реактивной мощности для регулирования напряжения. Имея возможность быстрого ввода мощности, ГАЭС может сыграть важную роль для интеграции возобновляемых источников энергии в энергосистему. Одним из передовых решений этой задачи является организация на основе системы накопления виртуальной электростанции [3].

В России на текущий момент большое экономическое значение имеют лишь две ГАЭС – Загорская и Зеленчукская в Объединенных энергосистемах Центра и Юга соответственно. Суммарная доля таких электростанций в структуре генерирующих мощностей ЕЭС России составляет 0,58 % [4]. Для снижения неравномерности суточного графика нагрузки на системном уровне этого недостаточно. Поэтому ввод новых аккумулирующих станций является актуальной проблемой: согласно поручению президента РФ, в схеме размещения объектов электроэнергетики до 2035 г. предусмотрены вводы новых ГАЭС на 2,9 ГВт [5].

### Описание технологии трехконтурной ГАЭС

Для достижения максимального эффекта от введения новых ГАЭС в данной работе предлагается применение передовой технологии гидроаккумулирования – аккумулирующей электростанции с троичными гидроагрегатами и дополнительным водоводом (рис. 16) [6; 7]. Троичным называется гидроагрегат, включающий отдельно установленные двигатель-генера-

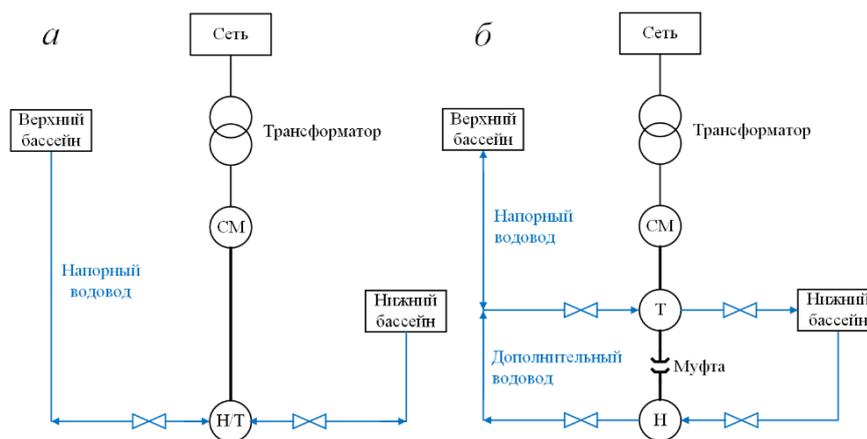


Рис. 1. Структурная схема ГАЭС: а – с обратимым агрегатом; б – с трюичным агрегатом

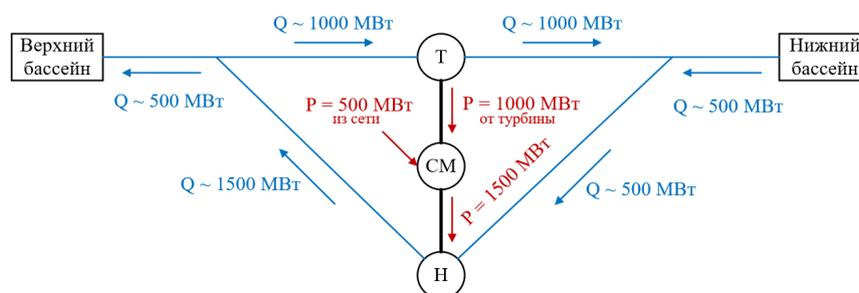


Рис. 2. Пример режима гидравлического короткого замыкания

тор (синхронную машину), турбину и насос [8]. В российской нормативно-технической документации отсутствует термин для такого типа ГАЭС, поэтому для краткости в этой работе предлагается название «трехконтурная ГАЭС» или «ТГАЭС». Такое название связано с возможностью направлять поток воды по одному из трех контуров: через турбину, через насос или одновременно через обе машины.

Главная отличительная особенность таких установок от применяемых в России гидроагрегатов с обратимой гидромашинной (насосом-турбиной) (рис. 1а) – это возможность работы станции одновременно в турбинном и насосном режимах. Возможность такого режима обеспечена применением отдельной турбины и насоса вместо обратимой гидромашинной и наличием дополнительного водовода, который позволяет разделить потоки воды на турбину и на насос. Насос и турбина находятся на одном валу с двигателем-генератором, поэтому для управления режимами также требуется установка муф-

ты, которая отсоединяет насос в генераторном режиме.

Режим ТГАЭС, при котором в работе одновременно находятся и турбина, и насос, называется гидравлическим коротким замыканием (ГКЗ), так как определенная часть водного потока от насоса вместо верхнего бассейна направляется обратно в нижний бассейн, вращая гидротурбину [6]. Другими словами, в режиме ГКЗ есть составляющая водного потока, которая циркулирует по контуру от насоса к турбине и обратно, следуя по пути малого гидравлического сопротивления. Это техническое решение позволяет при помощи направляющего аппарата изменять расход воды, поступающей на гидротурбину, соответственно, регулируя мощность, потребляемую для работы насоса из сети. Таким образом, в режиме ГКЗ насос работает на номинальных электрических параметрах, и в то же время есть возможность гибко регулировать величину мощности, которую ТГАЭС аккумулирует из сети. Пример такого режима работы

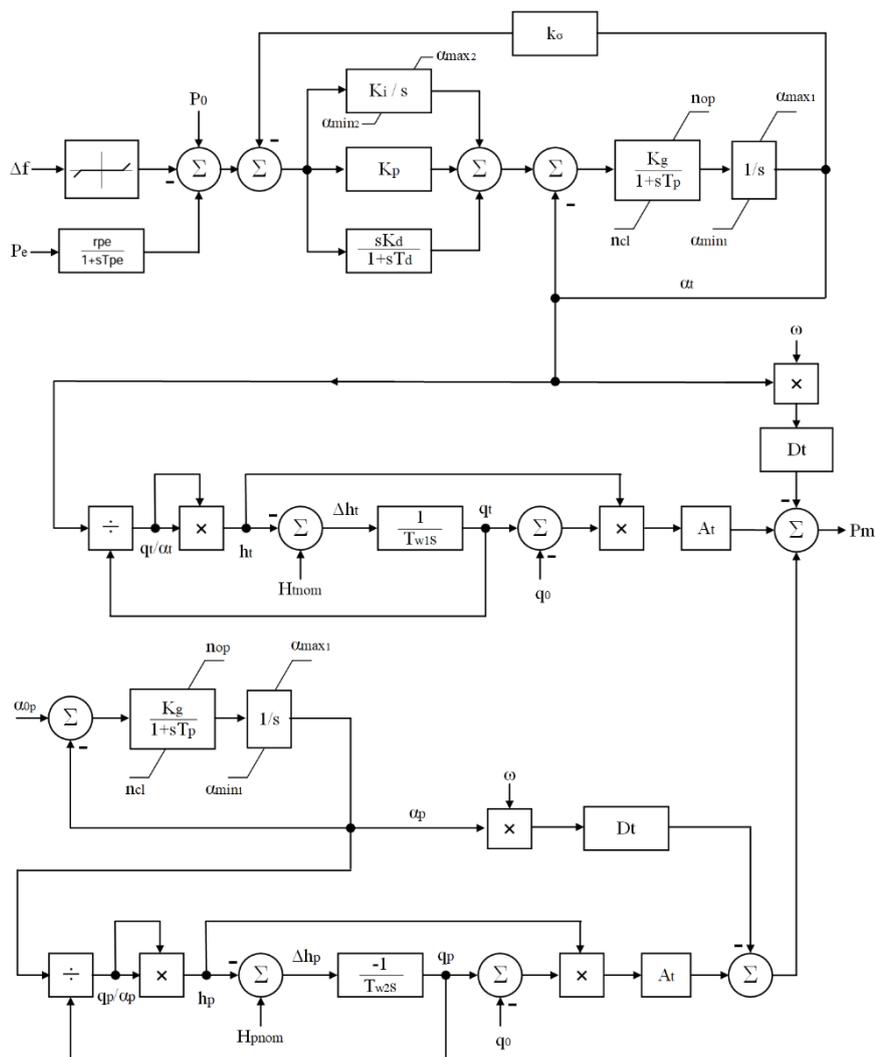


Рис. 3. Динамическая модель ТГАЭС

представлен на рис. 2.

ТГАЭС является наиболее маневренным и гибким видом ГАЭС с точки зрения ведения режима. При этом не требуется применение преобразовательной электроники, так как изменение параметров режима производится регулированием расхода воды затворами или клапанами. Трехконтурные станции способны меньше чем за минуту перейти из генераторного в насосный режим, тогда как ГАЭС с обратимым гидроагрегатом потребуются около пяти минут [9]. Исходя из этого факта, следует гипотеза об эффективности применения ТГАЭС для регулирования частоты (в особенности – первичного) и баланса активной мощности в системе. Для дальнейших исследований в этой области требуется разработать динамическую модель, учи-

тывающую особенности трехконтурного исполнения станции.

### Моделирование трехконтурной ГАЭС

Динамическая модель ТГАЭС с одним трюичным гидроагрегатом разработана на основе существующих моделей, отражающих динамику гидравлической турбины, ее регулятора скорости и водовода (рис. 3) [10; 11]. Принимается, что в ходе процесса ТГАЭС не изменяет рабочий контур, т.е. работает в одном из режимов: турбинном, насосном или тандемном (режим ГКЗ). В модели турбины реализован ПИД-регулятор (пропорционально-интегрально-дифференциальный) скорости вращения по отклонению частоты в системе. Для моделирования

насоса принято постоянное положение главного затвора (не участвует в регулировании скорости вращения), обеспечивающее максимальный коэффициент полезного действия (КПД), а напор насоса задан как функция от расхода воды:

$$h_0 = [H_0 + H_1(q_1) + H_2(q_1)^2](1 + \Delta\omega)^2.$$

При моделировании водовода ТГАЭС необходимо учитывать взаимодействие между пересекающимися потоками воды от нескольких гидроагрегатов, для этого применен подход, описанный в работе [12], согласно которому связь между напором и расходом описывается следующим гидродинамическим уравнением:

$$\begin{bmatrix} T_{wt} & T_{wp} \\ T_{wpt} & T_{wpp} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \frac{dq_t}{dt} \\ \frac{dq_p}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta h_t \\ \Delta h_p \end{bmatrix},$$

где  $q_{t,p}$  – относительный расход турбины или насоса соответственно;  $\Delta h_{t,p}$  – разности напоров

для турбины и насоса;  $T_{w_{ij}}$  – постоянные времени водяного потока для разных контуров водовода, учитывающие взаимодействие между турбиной и насосом.

Представленная модель может быть реализована в программных комплексах *MATLAB/Simulink*, *SimInTech* или аналогичных им, для проведения следующих исследований энергосистемы с трехконтурной ГАЭС:

- влияние ТГАЭС на сглаживание суточного графика нагрузки;
- управление частотой и/или напряжением в системе;
- исследование устойчивости системы при больших или малых возмущениях (динамическая и статическая устойчивость);
- оптимизация режима для снижения потерь от перетоков мощности между энергосистемами или повышения экономичности тепловых и атомных электростанций.

На текущем этапе исследования еще не разработана логика модели, позволяющая осуществлять переход между режимами (контурами). Данная задача является заделом для будущих исследований наряду с анализом первичного регулирования в разных режимах работы ТГАЭС.

### Список литературы

1. 2H 2023 Energy Storage Market Outlook // BloombergNEF [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://about.bnef.com/blog/2h-2023-energy-storage-market-outlook>.
2. Применение систем накопления энергии в России: возможности и барьеры. Экспертно-аналитический отчет / Инфраструктурный центр EnergyNet, Москва, 2019. – 158 с.
3. Tan, J. Coordinated control strategy of a battery energy storage system to support a wind power plant providing multi-timescale frequency ancillary services / J. Tan, Y. Zhang // IEEE Trans. Sustain. Energy. – 2017. – No. 8(3). – P. 1140–1153.
4. Системный оператор считает необходимым увеличение доли ГАЭС в структуре установленной мощности ЕЭС России // Пресс-релиз. Сайт ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.so-ups.ru/news/press-release/press-release-view/news/5009>.
5. Минэнерго РФ предлагает построить новые ГЭС общей мощностью 3,8 ГВт и ГАЭС на 2,9 ГВт // Электроэнергетика и тепло. Деловой журнал «Neftegaz.RU» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://neftgaz.ru/news/energy/762679-minenergo-rf-predlagaet-postroit-novye-ges-obshchey-moshchnostyu-3-8-gvt-i-gaes-na-2-9-gvt>.
6. Gaal, T. Pumped Storage Machines – Hydraulic Short-circuit Operation / T. Gaal, M. Sallaberger // In Advances in Energy Storage, A. Hauer (Ed.), 2022.
7. Corbus, D. Transforming the U.S. market with a new application of ternary-type pumped-storage hydropower technology / D. Corbus, M. Jacobson, J. Tan [et al.]. – Charlotte, NC, USA, Hydrovision, 2018.
8. ПНСТ 50-2015 (IEC/TR 61364(1999)). Гидроэлектростанции. Номенклатура машинного оборудования.
9. Fisher, R.K. A comparison of advanced pumped storage equipment drivers in the US and

Europe / R.K. Fisher, J. Koutnik, L. Meier [et al.]. – Louisville, USA, Hydrovision, 2012.

10. Argonne National Laboratory. Review of Existing Hydroelectric Turbine-Governor Simulation Models / ANL/DIS-13/05, August 2013.

11. NEPLAN AG, Turbine-Governor Models, Standard Dynamic. Turbine-Governor Systems in NEPLAN Power System Analysis. Tool, 2013. – P. 98.

12. Hannett, L.N. Modeling and Control Tuning of a Hydro Station With Units Sharing a Common Penstock Section / L.N. Hannett, J.W. Feltes, B. Fardanesh, W. Crean // IEEE Transactions on Power Systems. – 1999. – Vol. 14. – Issue 4. – P. 1407–1414.

### References

1. 2H 2023 Energy Storage Market Outlook // BloombergNEF [Electronic resource]. – Access mode : <https://about.bnef.com/blog/2h-2023-energy-storage-market-outlook>.

2. Primeneniye sistem nakopleniya energii v Rossii: vozmozhnosti i bar'yery. Ekspertno-analiticheskiy otchet / Infrastrukturnyy tsentr EnergyNet, Moskva, 2019. – 158 s.

4. Sistemnyy operator schitayet neobkhodimym uvelicheniye doli GAES v strukture ustanovlennoy moshchnosti YEES Rossii // Press-reliz. Sayt OAO «Sistemnyy operator Yedinoy energeticheskoy sistemy» [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.so-ups.ru/news/press-release/press-release-view/news/5009>.

5. Minenergo RF predlagayet postroit' novyye GES obshchey moshchnost'yu 3,8 GVt i GAES na 2,9 GVt // Elektroenergetika i teplo. Delovoy zhurnal «Neftegaz.RU» [Electronic resource]. – Access mode : <https://neftegaz.ru/news/energy/762679-minenergo-rf-predlagaet-postroit-novye-ges-obshchey-moshchnostyu-3-8-gvt-i-gaes-na-2-9-gvt>.

8. PNST 50-2015 (IEC/TR 61364(1999)). Gidroelektrostantsii. Nomenklatura mashinnogo oborudovaniya.

---

© К.Р. Биткулов, С.А. Зализный, Е.А. Кислова, Д.Д. Умурзаков, 2023

УДК 550.83

A.A. MEDVEDEV<sup>1,2</sup>, A.I. POSERENIN<sup>1</sup><sup>1</sup>National Research Moscow State Construction University, Moscow;<sup>2</sup>Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Exploration University, Moscow

## APPLICATION OF ANTIMONY-BERYLLIUM NEUTRON SOURCES FOR SOLVING PROBLEMS OF TRACK RADIOGRAPHY

*Keywords:* antimony-beryllium source; fission-track radiography; boron; lithium; beryllium detection limit.

*Abstract.* The aim of the research is to determine the local concentrations and spatial distribution of boron, lithium and beryllium in rock samples. The studies were carried out using a <sup>124</sup>Sb gamma quantum source with an activity of 1 000–500 Curies and a <sup>124</sup>Sb-Be neutron source with an output of  $10^8 - 10^{10}$  n/s by the method of track radiography.

One of the directions of radiography is considered, based on the registration of alpha particles formed as a result of various nuclear reactions by a special solid detector, followed by the identification of corresponding traces (tracks) in the recording medium of the detector. As a result of the research, the detection limits of boron and lithium are  $n * 10^{-5}$  % and  $n * 10^{-4}$  %, and beryllium  $n * 10^{-1}$  %, which satisfies the objectives of studying the spatial distribution of these elements in ores and minerals.

The currently widely used nuclear physics methods of elemental analysis usually allow determining only the average content of certain elements for the object under study. However, at present, in order to solve many urgent problems in geology, metallurgy, chemistry, biology and other fields of science and technology, in addition to data on the average content of the analyzed elements, information on their spatial distribution is also required. Such information can be obtained by using radiographic methods based on the registration by a special solid detector of the final products of nuclear reactions: fission fragments, alpha particles, recoil nuclei, etc., followed by the identification of corresponding traces (tracks) in

the recording medium of the detector.

One of the directions of radiography based on the registration of  $\alpha$ -particles formed as a result of various nuclear reactions is considered below. The methods included in this section of radiography make it possible to identify the spatial distribution and determine the concentrations of light elements – boron, lithium and beryllium in ores and minerals. To identify the spatial distribution and determine the local concentrations of boron by the method of track radiography, the reaction ( $n, \alpha$ ) occurring on thermal neutrons is used. The final product of the reaction is an  $\alpha$ -particle with an energy of 1.0 MeV; reaction cross section  $\sigma = 3\,840 * 10^{-28}$  m<sup>2</sup>.

For radiographic determination of lithium in rocks, ores and minerals, the reaction ( $n, \alpha$ ) ( $\sigma = 945 * 10^{-28}$  m<sup>2</sup>) is used. Since the tracks corresponding to the  $\alpha$ -particles of boron and lithium are not separated, the elements are mutually interfering. Determination of boron in samples can be carried out only in cases when its concentration is an order of magnitude higher than the concentration of lithium, and selective determination of lithium is possible when its concentration is two orders of magnitude higher than the concentration of boron – otherwise the total concentration of elements is determined [1].

Nuclear reactors are currently used as neutron sources in the determination of boron and lithium, which ensures high sensitivity of definitions (the limit definition of boron is  $n * 10^{-7}$  %, and lithium  $n * 10^{-7}$  %. At the same time, calculations show that many practical problems of radiography can be solved using installations based on radionuclide sources with a high neutron yield of  $10^8 - 10^{10}$  n/s (e.g. <sup>124</sup>Sb-Be, <sup>252</sup>Cf) The advantages of using such installations are the normal temperature in the irradiation zone, which eliminates the possibility of destruction of the sample, facilitates the process

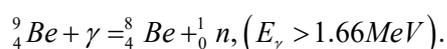
of preparing it for irradiation, makes it possible to carry out long-term irradiations. The absence of a fast neutron source in the  $^{124}\text{Sb}$ -Be spectrum simplifies the tasks of interpreting tracks and increases the selectivity of analysis [2].

Determination of boron and lithium by (n,  $\alpha$ ) radiography was carried out using an installation based on a  $^{124}\text{Sb}$ -Be source with a neutron yield of  $10^8 - 10^{10}$  n/s. Due to the high activity of the antimony source (500–1000 Curies), the installation was located in a protective chamber at a nuclear reactor [4–6].

The experiments have shown that the limit definition of boron and lithium at an irradiation time of one day is  $n \cdot 10^{-5} \%$  and  $n \cdot 10^{-4} \%$ , respectively [6].

Diagnostics and quantitative assessment of the content of beryllium minerals in rare-metal ores, especially in the case of the presence of several beryllium phases, is a difficult task. Existing methods for the determination of beryllium (chemical, spectral, and photoneutronic) allow us to obtain only the gross content of this element in the material under study. Meanwhile, finding out the features of the spatial distribution of beryllium in ore is very important both for solving geological problems (search and exploration of beryllium deposits, determination of beryllium migration, identification of carrier minerals and beryllium concentrates, etc.), and for the correct assessment of the technological properties of beryllium-containing ores and for monitoring the progress of enrichment processes.

To determine the spatial distribution of beryllium in rocks, the reaction ( $\gamma$ , n) on beryllium nuclei can be used:



The nucleus  ${}^9_4\text{Be}$  formed as a result of the

reaction is unstable and decays with a half-life of 0.61 seconds into two alpha particles with an energy of about 55 keV.

Due to the fact that the gamma radiation energy of radionuclide  $^{124}\text{Sb}$  is 1.69 MeV, which is optimal for the reaction  ${}^9_4\text{Be}(\gamma, \text{n}){}^8_4\text{Be}$  the possibility of using this source to determine local concentrations of beryllium in minerals and ores was investigated. The advantage of the method lies in its extreme simplicity and high degree of selectivity – the energy of the primary radiation is insufficient to excite any other.

The calculated limit definition of beryllium (the activity of the  $^{124}\text{Sb}$  source is 1 000 Curies, the irradiation time is 24 hours) is 0.25 %, which satisfies the objectives of studying the spatial distribution of beryllium in beryllium ores and minerals [7].

During the experimental work, disks of metallic beryllium and samples of various beryllium-containing minerals and ores were used as objects of research. These samples were prepared in the form of grinds and polished sections, together with track detectors tightly adjacent to their surface. The samples were located at a distance of 1 cm from the  $^{124}\text{Sb}$  source with an activity of 1 000–500 Curies. Triacetate film and cellulose nitrate were used as detectors for the registration of alpha particles. Tracks from  $\alpha$ -particles after etching of the detector appear as hemispherical depressions on the surface of the film.

The results of experimental work performed on samples with a known beryllium content show that for the above conditions, the limit definition of beryllium was 0.3 %, which is in good agreement with the calculations.

The conducted studies indicate that antimony-beryllium sources with a neutron yield of  $10^8 - 10^{10}$  n/s can be successfully applied to solve a number of urgent problems of track radiography.

### Список литературы

1. Флеров, Г.Н. Радиография минералов, горных пород и руд / Г.Н. Флеров, И.Г. Берзина. – Атомиздат, 1979. – 224 с.
2. Флеров, Г.Н. О перспективах развития нейтронно-активационных установок на базе мощных сурьмяно-бериллиевых источников / Г.Н. Флеров, Ю.Н. Бурмистенко, Ю.В. Дядин, А.А. Медведев [и др.] // Атомная энергия. – 1982. – Т. 53. – С. 255.
3. Медведев, А.А. Нейтронный активационный анализ горных пород на скандий с применением установок на базе мощных нуклидных источников нейтронов / А.А. Медведев, А.И. Посерединин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2017. – № 12. – С. 170–175.

4. Березина, Л.А. Способ определения концентрации и пространственного распределения бериллия в минералах и горных породах / Л.А. Березина, Ю.Н. Бурмистенко [и др.] // Геохимия. – 1977. – № 1. – С. 141–147.
5. Медведев, А.А. Применение установок на базе мощных нуклидных источников нейтронов для исследования микроэлементного состава нефтей / А.А. Медведев, А.И. Посеренин, В.В. Романов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2018. – № 11. – С. 121–128.
6. Медведев, А.А. Применение сурьмяно-бериллиевых источников нейтронов для выявления пространственного распределения и определение локальных концентраций бора и лития в геологических образцах / А.А. Медведев, А.И. Посеренин, А.А. Матюшенко // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 6(96). – С. 124–128.
7. Медведев, А.А. Применение мощного источника гамма квантов сурьма-124 для определения концентраций и пространственного распределения бериллия в рудах и минералах / А.А. Медведев // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 10(100). – С. 57–60.

### References

1. Flerov, G.N. Radiografiya mineralov, gornyx porod i rud / G.N. Flerov, I.G. Berzina. – Atomizdat, 1979. – 224 s.
2. Flerov, G.N. O perspektivakh razvitiya neytronno-aktivatsionnykh ustanovok na baze moshchnykh sur'myano-berilliyevykh istochnikov / G.N. Flerov, YU.N. Burmistenko, YU.V. Dyadin, A.A. Medvedev [i dr.] // Atomnaya energiya. – 1982. – Т. 53. – S. 255.
3. Medvedev, A.A. Neytronnyy aktivatsionnyy analiz gornyx porod na skandiy s primeneniye ustanovok na baze moshchnykh nuklidnykh istochnikov neytronov / A.A. Medvedev, A.I. Poserenin // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tekhniicheskiy zhurnal). – 2017. – № 12. – S. 170–175.
4. Berezina, L.A. Sposob opredeleniya kontsentratsii i prostranstvennogo raspredeleniya berilliya v mineralakh i gornyx porodakh / L.A. Berezina, YU.N. Burmistenko [i dr.] // Geokhimiya. – 1977. – № 1. – S. 141–147.
5. Medvedev, A.A. Primeneniye ustanovok na baze moshchnykh nuklidnykh istochnikov neytronov dlya issledovaniya mikroelementnogo sostava neftey / A.A. Medvedev, A.I. Poserenin, V.V. Romanov // Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tekhniicheskiy zhurnal). – 2018. – № 11. – S. 121–128.
6. Medvedev, A.A. Primeneniye sur'myano-berilliyevykh istochnikov neytronov dlya vyyavleniya prostranstvennogo raspredeleniya i opredeleniya lokal'nykh kontsentratsiy bora i litiya v geologicheskikh obraztsakh / A.A. Medvedev, A.I. Poserenin, A.A. Matyushenko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 6(96). – S. 124–128.
7. Medvedev, A.A. Primeneniye moshchnogo istochnika gamma kvantov sur'ma-124 dlya opredeleniya kontsentratsiy i prostranstvennogo raspredeleniya berilliya v rudakh i mineralakh / A.A. Medvedev // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 10(100). – S. 57–60.

© А.А. Медведев, А.И. Посеренин, 2023

УДК 004.942

Д.В. ТИХОНЕНКО, В.А. УШАКОВ, П.С. СУПРУН  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий  
имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Ключевые слова:* автоматизированная система; модернизация; обработка информации; проектирование информационной системы.

*Аннотация.* Данная статья посвящена вопросам проектирования информационной системы для обрабатывающего предприятия, осуществляющего деревообрабатывающую деятельность. Целью работы является проектирование автоматизированной системы контроля качества, которая позволит сократить время обработки информации и повысить скорость принятия управленческих решений. Необходимостью разработки такой автоматизированной системы контроля качества послужило то, что используемые в работе организации способы и средства хранения и обработки информации не были автоматизированными и требовали больших временных затрат и трудовых затрат при работе с данными, и это может приводить к ошибкам, опозданиям и другим негативным последствиям.

На сегодняшний день компании по деревообработке занимают высокие места по спросу на продукцию. Так как сейчас древесина требуется везде и, чтобы спрос не падал, должны быть высокие качество готовой продукции, скорость производства и другие параметры [1–4].

Рассматриваемая компания занимается производством фанеры и топливных раф-брикетов, что является востребованной продукцией на рынке, которые подходят к различным котлам, печам, каминам и топкам всех видов. Это позволило компании успеть занять свои позиции на рынке и укрепиться в бизнес-среде.

В работе рассматривается проектирование

информационной системы (ИС) лущения шпона. Для подробного рассмотрения предметной области были использованы *CASE* – средства, которые позволяют проектировать ИС, программа *BPWIN*, позволяющая моделировать бизнес-процесс, с ее помощью была построена модель «*AS-IS*» или модель «как есть», которая изображена на рис. 1–5.

Проектирование системы предполагается на процессе центровки бревна и измерения температуры бревна. Анализируя данные диаграммы, можно увидеть, что работу осуществляет сотрудник, тем самым замедляется процесс производства и уменьшается качество выпуска сырья [5].

Рассмотрим недостатки существующей технологии решения проблемного процесса.

Во-первых, текущее осуществление процесса расчета правильности подачи оцилиндрованного бревна на лущильный станок осуществляется ручным способом. Поэтому имеется ряд недостатков: малая скорость работы, могут быть неточные расчеты, которые требуют пересчета, из-за этого требуется больше времени.

Во-вторых, процесс расчета температуры ядра бревна происходит также ручным способом с помощью пирометра. Тем самым это уменьшает скорость работы сотрудников, не предоставляется сбор информации.

Таким образом, работу, проведенную ручным способом, требуется заменить автоматизированной информационной системой, иначе это замедляет процесс производства и из-за этого возможно большое количество брака [6].

Для осуществления модернизации можно использовать стандартную систему *SCADA* – это посредник между человеком и машиной, предназначенный для разработки или обеспече-

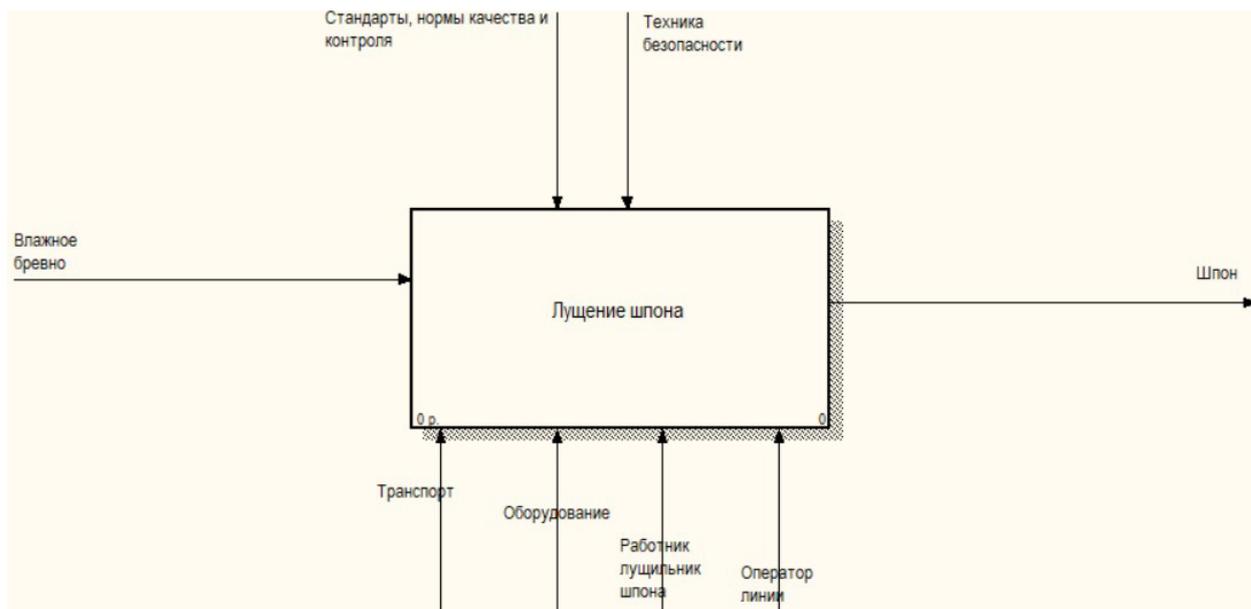


Рис. 1. Контекстная диаграмма лущения шпона

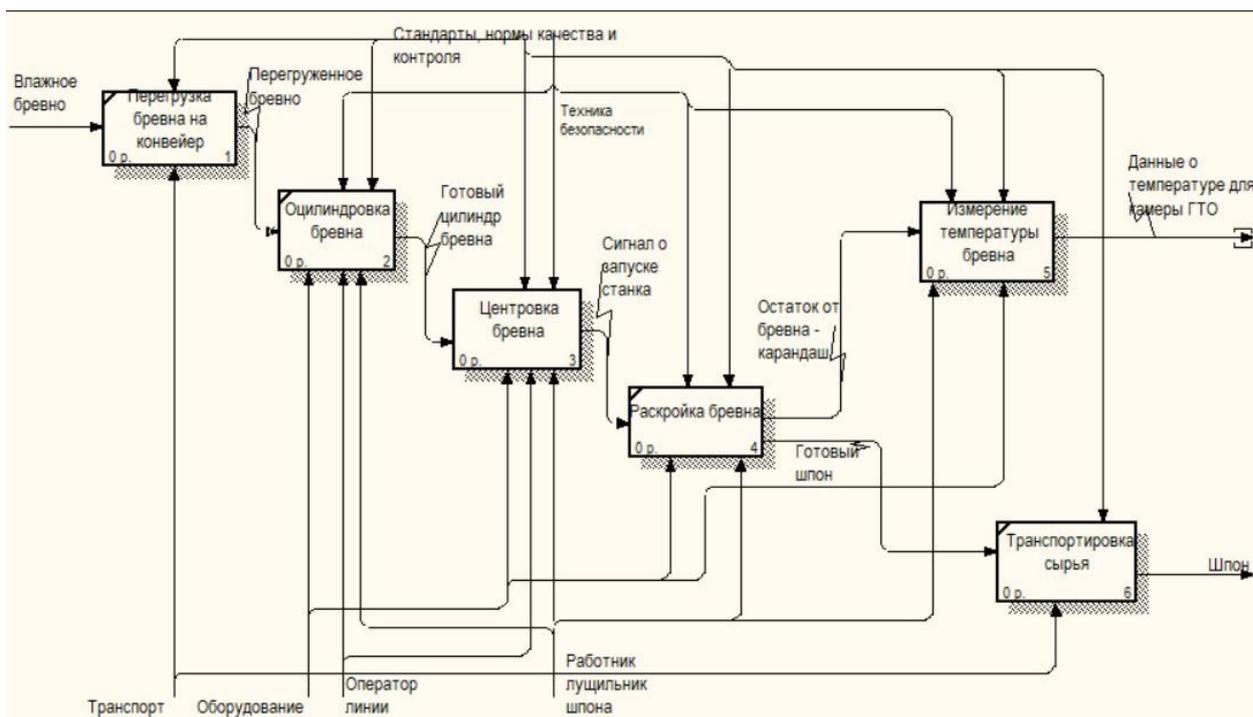


Рис. 2. Функциональная декомпозиция

ния работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления [7–9]. Для воплощения данного проекта для начала нужно установить датчик и камеру,

которые через уже имеющийся контроллер будут выводить данные на компьютер – работника лущения шпона.

Будет спроектирована программа ССЛ (SSL), которая будет выдавать информацию в

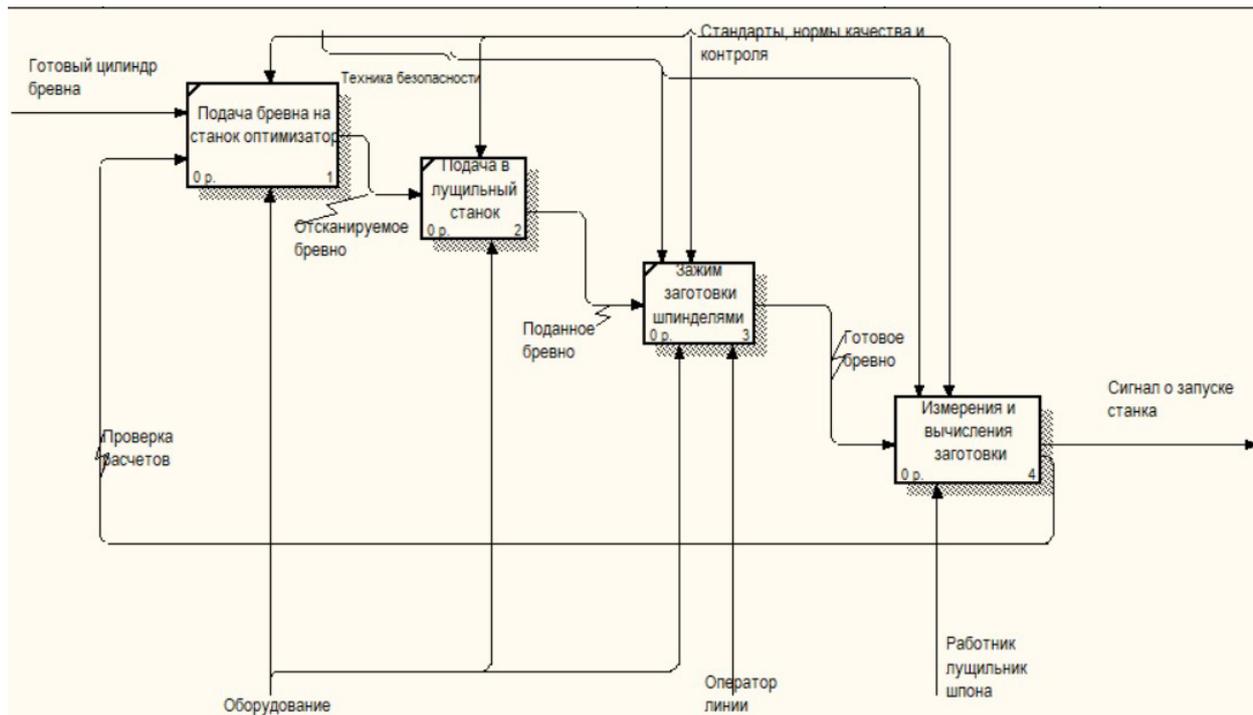


Рис. 3. Диаграмма декомпозиции центровки бревна

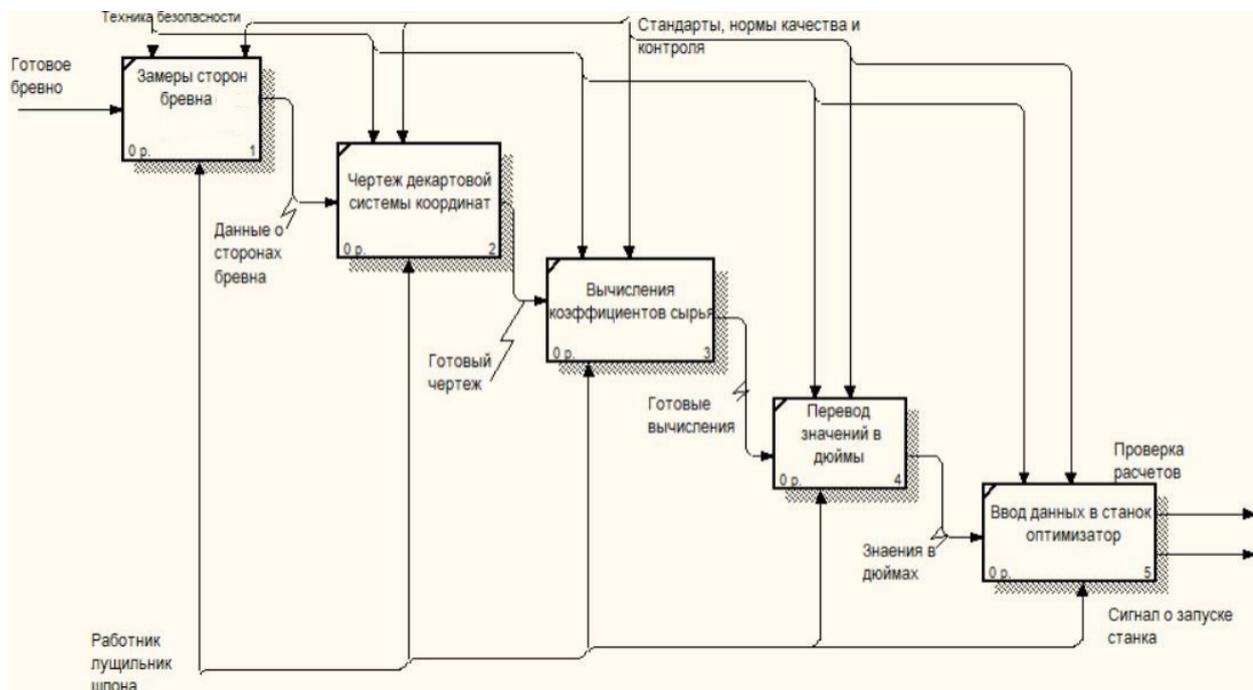


Рис. 4. Диаграмма декомпозиции измерения и вычисления заготовки

реальном времени о вычисленных расчетах подачи бревна в шпинделях, температуру ядра бревна и отображать это на компьютере работ-

ника лущения шпона. Также если данные не будут входить в нужный диапазон, то программа оповестит об этом сотрудника.

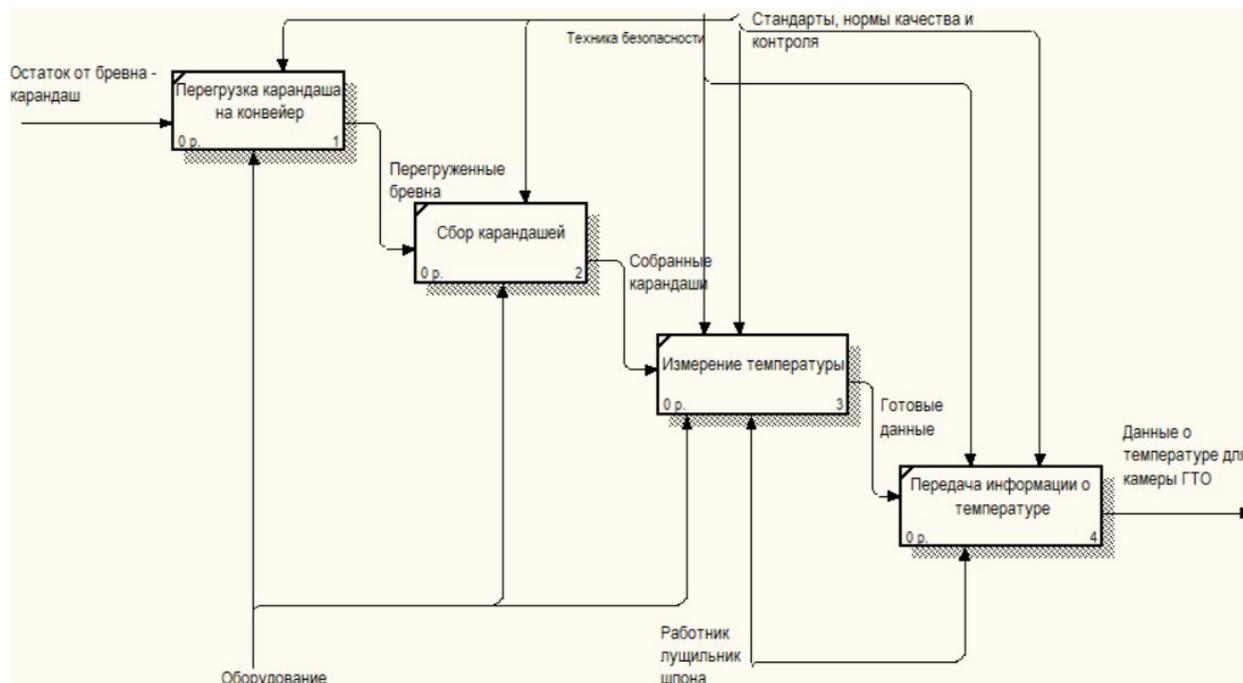


Рис. 5. Диаграмма декомпозиции измерения температуры бревна

### Список литературы/References

1. Simulation-dynamic model for calculating the equipment leasing / A.A. Boyko, V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : The International Conference "Information Technologies in Business and Industry". – IOP Publishing : IOP Publishing. – 2019. – Vol. 1333. – P. 072003.
2. Simulation-dynamic model of the details manufacturing process in the workshop / O.V. Baryshnikova, V.S. Tynchenko, V.V. Kukartsev [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : 2020 International Conference on Information Technology in Business and Industry, ITBI 2020, Novosibirsk. – BRISTOL, ENGLAND : IOP Publishing Ltd. – 2020. – Vol. 1661. – P. 012208.
3. Dynamic simulation of calculating the purchase of equipment on credit / A.A. Boyko, V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : International Conference "Information Technologies in Business and Industry" – 2 – Mathematical Simulation and Computer Data Analysis, Novosibirsk. – Novosibirsk : Institute of Physics Publishing. – 2019. – Vol. 1333, 3. – P. 032009.
4. Approaches to solving the resource supply problem of the railway company based on intellectual data analysis / O.V. Baryshnikova, V.V. Kukartsev, V.V. Ivanenko [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : The 2020 International Conference on Transport and Infrastructure of the Siberian Region (SibTrans 2020), Irkutsk. – IOP Publishing Ltd : IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 012041.
5. Methods of developing a competitive strategy of the agricultural enterprise / V.S. Tynchenko, N.V. Fedorova, V.V. Kukartsev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited. – 2019. – Vol. 315. – P. 22105.
6. Methods of assessing the efficiency of the foundry industrial marketing / N.V. Fedorova, N.N. Dzhioeva, V.V. Kukartsev [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and

Engineering Associations. – Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited. – 2020. – Vol. 734. – P. 12083.

7. Management modelling of the natural resources extraction station by agency modelling means / A.O. Stupin, V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : 2020 International Conference on Information Technology in Business and Industry, ITBI 2020, Novosibirsk. – BRISTOL, ENGLAND : IOP Publishing Ltd. – 2020. – Vol. 1661. – P. 012196.

8. Model of production resource management for manufacturing enterprise / V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko, V.E. Petrenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : 2020 International Conference on Information Technology in Business and Industry, ITBI 2020, Novosibirsk. – BRISTOL, ENGLAND : IOP Publishing Ltd. – Vol. 1661. – 2020. – P. 012178.

---

© Д.В. Тихоненко, В.А. Ушаков, П.С. Супрун, 2023

УДК 004.67

Е.В. ФИЛЮШИНА<sup>1</sup>, В.А. ВАСИЛЬЕВА<sup>1</sup>, В.В. БОЛДЫРЕВ<sup>2</sup>, Д.В. ТИХОНЕНКО<sup>1</sup><sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск;<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

## ИНСТРУМЕНТЫ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ИТ-ПРОЕКТАМИ ДЛЯ УСПЕШНОСТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

*Ключевые слова:* аналитика; деятельность предприятия; ИТ-проекты; программное обеспечение; управление проектами.

*Аннотация.* Целью данной работы является анализ инструментов управления ИТ-проектами, которые помогут правильно и успешно внедрить их. Рассматриваются методы управления проектами, а также факторы, от которых зависит выбор метода. Также рассматриваются наиболее популярные схемы управления ИТ-проектами, которые могут быть использованы в зависимости от типа проекта. Статья посвящена проблематике выбора комбинации методов и схем, так как успешное управление ИТ-проектом позволяет сократить время и затраты на внедрение информационных технологий и повысить качество работы предприятия.

### Введение

Управление ИТ-проектом – это процесс планирования, организации и контроля ресурсов, необходимых для создания и внедрения информационных технологий в организации. Этот процесс включает в себя такие этапы, как планирование проекта, определение целей и задач, выбор методов и инструментов управления, контроль выполнения работ и анализ результатов. Управление ИТ-проектом требует от руководителя проекта знаний и навыков в области информационных технологий, управления проектами и коммуникации. Он должен уметь планировать ресурсы, определять приоритеты задач, контролировать сроки и бюджет, а также координировать работу команды [1].

Управление ИТ-проектом – это процесс, который включает в себя планирование, организацию, контроль и управление ресурсами для достижения определенных целей в рамках проекта. Оно включает в себя следующие шаги.

1. Планирование: определение целей, задач и результатов проекта, а также определение ресурсов (людей, времени, денег и т.д.), необходимых для их достижения.

2. Организация: распределение ролей и ответственности между участниками проекта, определение порядка выполнения задач, установление сроков выполнения.

3. Контроль: мониторинг выполнения проекта, анализ отклонений от плана, принятие мер по их устранению.

4. Управление ресурсами: управление бюджетом, управление временем, управление рисками и т.д.

5. Завершение проекта: оценка результатов, анализ успеха или неудачи проекта, подготовка отчета о выполнении проекта.

Управление ИТ-проектами является важным элементом для успешной реализации проектов в области информационных технологий. Оно позволяет достичь поставленных целей, минимизировать риски и повысить эффективность работы [2].

### Методы управления ИТ-проектами

Существует множество методов управления проектами, которые помогают организациям и командам эффективно достигать своих целей. Некоторые из наиболее распространенных методов включают [3].

1. *Agile*: это гибкий подход к управлению проектами, который основан на использовании итеративных циклов разработки. Он позволя-

ет быстро реагировать на изменения требований и адаптировать проект к изменяющимся условиям.

2. *Waterfall*: этот метод используется для крупных проектов, где каждый этап должен быть завершен перед началом следующего. Он обеспечивает более предсказуемый процесс, но может быть медленным и сложным в управлении.

3. *Scrum*: это метод управления проектами, основанный на коротких итерациях разработки, называемых спринтами. *Scrum* помогает командам работать более гибко и быстро, обеспечивая постоянное взаимодействие между участниками проекта.

4. *Kanban*: этот метод управления проектами использует доски с карточками для отслеживания задач и ресурсов. Он помогает организовать работу команды и обеспечить прозрачность в процессе работы.

Выбор метода управления проектами зависит от многих факторов, таких как размер проекта, его сложность, требования заказчика и т.д. Важно выбрать метод, который будет наиболее подходящим для конкретной ситуации и поможет команде достичь успеха. Управление проектами является важным элементом управления организацией, так как позволяет эффективно использовать ресурсы и достигать поставленных целей в рамках определенного бюджета и сроков [4]. Оно включает в себя использование различных методов и инструментов управления проектами, таких как управление временем, управление рисками, управление качеством и т.д.

### Схемы управления ИТ-проектами

Существует несколько вариантов схем управления проектами, которые могут быть использованы в зависимости от типа проекта, его масштаба, целей и других факторов [5]. Вот некоторые из них.

1. Иерархическая схема управления проектами (**ИСУП**) – это традиционная схема управления, которая используется в крупных проектах. В ИСУП есть несколько уровней управления, каждый из которых отвечает за определенные задачи и процессы.

2. Матричная схема управления проектами (**МСУП**) – это схема, которая используется для управления проектами со сложной структурой и множеством участников. В МСУП каждый участник проекта имеет свой уровень ответственности и может работать с несколькими командами одновременно.

3. *Agile*-схема управления проектами – это гибкая схема управления, основанная на принципах *Agile*-методологии. В *Agile*-схеме управление проектом происходит путем итеративного планирования и выполнения задач, что позволяет быстро адаптироваться к изменениям в проекте.

4. *Scrum*-схема управления проектами – это схема управления проектом, основанная на методологии *Scrum*. В *Scrum*-схеме проект разбивается на спринты (итерации), каждый из которых заканчивается релизом продукта.

5. *Kanban*-схема управления проектами – это схема управления, используемая для управления потоком работ в проекте. В *Kanban*-схеме каждый этап работы представлен в виде карточки, которая перемещается по доске *Kanban* в зависимости от статуса работы.

### Заключение

Для успешного управления ИТ-проектом необходимо использовать различные методы и инструменты управления, такие как методология *PMBOK*, фреймворк *Agile*, система контроля версий *Git* и другие. Важно также учитывать специфику ИТ-проекта и особенности работы с информационными технологиями. Успешное управление ИТ-проектом позволяет сократить время и затраты на внедрение информационных технологий, повысить качество работы и удовлетворенность пользователей.

Профессиональной средой менеджера является его практическая деятельность в системе управления организацией [6]. Именно она определяет требования к знаниям менеджера в области управления организацией, формулирует соответствующие методы управления на базе оперативной разработки и реализации проектов, позволяющих быстро адаптироваться к дальнейшим изменениям требований рынка.

### Список литературы

1. Антамошкин, О.А. Комбинированный метод принятия решений по воспроизводству ос-

новых производственных фондов / О.А. Антамошкин, В.В. Кукарцев // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2011. – № 2. – С. 56–60.

2. Research of methods for design of regression models of oil and gas refinery technological units / V.V. Bukhtoyarov, V.S. Tynchenko, E.A. Petrovsky [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Workshop "Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering – MIP: Engineering – 2019", Krasnoyarsk / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited. – 2019. – Vol. 537. – P. 42078.

3. Intellectual support system of administrative decisions in the big distributed geoinformation systems / O. Antamoshkin, V. Kukarcev, A. Pupkov, R. Tsarev // 14th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2014 : Conference Proceedings, Albena, Bulgaria. Vol. 1. – Albena, Bulgaria, 2014. – P. 227–232.

4. Антамошкин, О.А. Модели и методы формирования надежных структур информационных систем обработки информации / О.А. Антамошкин, В.В. Кукарцев // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. – 2014. – № 7. – С. 51–94.

5. Kukartsev, A.V. Modeling as a tool for reengineering the enterprise production processes / V. Kukarcev // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing. – 2020. – Т. 1661. – No. 1. – P. 012176.

6. Dynamic simulation of calculating the purchase of equipment on credit / A.A. Boyko, V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : International Conference «Information Technologies in Business and Industry» – 2 – Mathematical Simulation and Computer Data Analysis. – Novosibirsk : Institute of Physics Publishing. – 2019. – Vol. 1333. – P. 032009.

### References

1. Antamoshkin, O.A. Kombinirovannyi metod prinyatiya resheniy po vosproizvodstvu osnovnykh proizvodstvennykh fondov / O.A. Antamoshkin, V.V. Kukartsev // Problemy mashinostroyeniya i avtomatizatsii. – 2011. – № 2. – С. 56–60.

4. Antamoshkin, O.A. Modeli i metody formirovaniya nadezhnykh struktur informatsionnykh sistem obrabotki informatsii / O.A. Antamoshkin, V.V. Kukartsev // Informatsionnyye tekhnologii i matematicheskoye modelirovaniye v ekonomike, tekhnike, ekologii, obrazovanii, pedagogike i torgovle. – 2014. – № 7. – С. 51–94.

УДК 621.313

А.А. ЧЕПИГА, С.В. ПЕТРЕНКО

ПАО «Научно-производственное объединение «Алмаз»  
имени академика А.А. Расплетина», г. Москва

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПОВОРОТНЫМ УСТРОЙСТВОМ КОМПЛЕКСА ОБСЛУЖИВАНИЯ МНОЖЕСТВА ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ГРУПП ВОЗДУШНЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЕГО ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЗА МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ

*Ключевые слова:* закон перемещения; комплекс обнаружения и сопровождения; поворотное устройство; пространственно-распределенные группы.

*Аннотация.* Одним из путей повышения эффективности функционирования наземных комплексов обслуживания пространственно-распределенных групп воздушных объектов (ПГВО) является создание и совершенствование автоматических и полуавтоматических систем управления, которые обеспечивают максимальную реализацию возможностей комплекса обнаружения и сопровождения. Целью данной статьи является разработка математической модели и алгоритма управления поворотным устройством комплекса обслуживания для реализации его траектории движения при сопровождении множества ПГВО за минимальное время. Синтезированные алгоритм и модели, корректность работы которых была проверена в *SimInTech*, позволили получить относительный выигрыш времени при замещении универсального закона перемещения поворотного устройства комплекса обнаружения и сопровождения, который составил на наиболее часто встречающемся интервале перемещения  $1^{\circ}$ – $5^{\circ}$  35 %, а на интервале  $10^{\circ}$ – $17^{\circ}$  40 %.

---

### Введение

Одним из путей повышения эффективности функционирования наземных средств об-

служивания пространственно-распределенных групп воздушных объектов (ПГВО) является создание и совершенствование математических моделей и алгоритмов для автоматических и полуавтоматических систем управления в составе комплексов обнаружения и сопровождения, учитывающих условия обслуживания пространственно-распределенных групп воздушных объектов и особенности управления механическим перемещением поворотного устройства [1].

Целью данной статьи является разработка математической модели и алгоритма управления поворотным устройством комплекса для реализации его траектории движения при сопровождении множества ПГВО за минимальное время.

### Описание предложенного алгоритма

Реализация перемещения поворотного устройства комплекса обнаружения и сопровождения при обслуживании пространственно-распределенных групп воздушных объектов возможна при передаче соответствующей последовательностью курсовых углов в систему управления поворотным устройством [2]. В результате проведенных имитационных экспериментов было определено, что универсальный закон управления поворотным устройством коробки передач (КП) не является оптимальным во всем диапазоне углов от  $0^{\circ}$  до  $40^{\circ}$ . Поэтому для минимизации времени перемещения КП от одного поражаемого кластера воздушных объектов к другому была разработана математическая модель управления поворотным устрой-

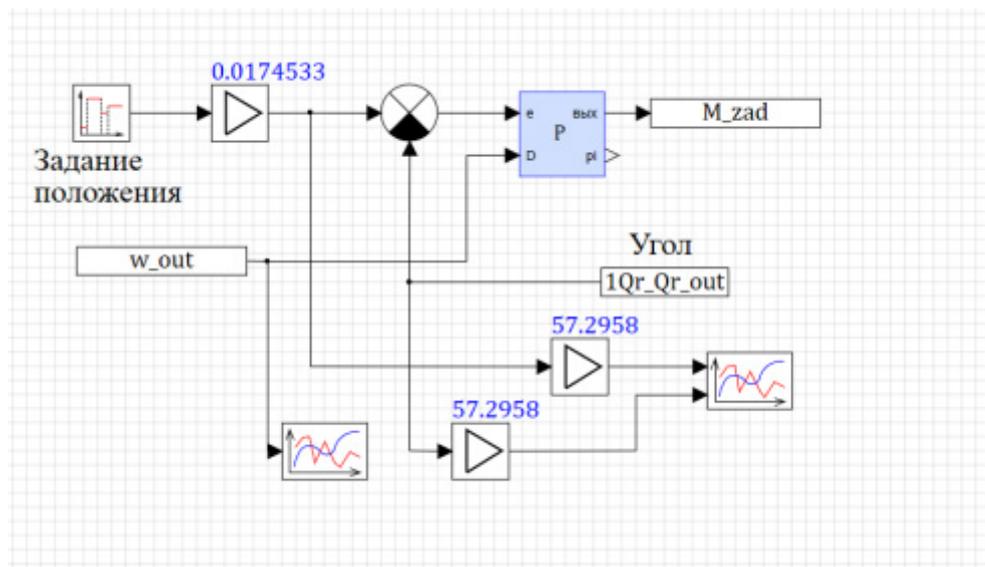


Рис. 1. Структура системы управления в составе комплекса обслуживания

ством комплекса обслуживания, суть которой заключается в следующем.

Для различных углов поворота необходимо получить адаптивный алгоритм управления, обеспечивающий минимальное время перемещения поворотного устройства КП за счет определения крутизны траектории изменения скорости перемещения при формировании управляющего момента, при этом необходимо производить постоянный контроль текущего положения поворотного устройства КП и дополнительное регулирование в случае необходимости. Управление поворотным устройством заключается в достижении нуля разности углов требуемого положения и текущего положения поворотного устройства КП:

$$\Delta\theta_i = \theta_{тр.} - \theta_{тек.} - 0. \quad (1)$$

Оптимизация времени поворота достигается минимизацией разности требуемой угловой скорости поворота и текущей:

$$\Delta\omega_i = \omega_{тр.} - \omega_{тек.} - \min. \quad (2)$$

Непосредственное воздействие на поворотное устройство КП производится путем создания необходимого момента:

$$M_{зад} = K_{\Pi}\Delta\theta_i + K_{И}\int\Delta\theta_i dt + K_{Д}\frac{\Delta\omega_i}{\Delta t}, \quad (3)$$

где заданное значение момента обеспечивается непрерывным контролем соответствия заданному закону управления (рис. 1).

Синтез конкретного закона управления осуществляется путем подбора коэффициентов методом градиентного спуска.

Конечно-разностное уравнение для пропорциональной составляющей представлено в виде выражения (17):

$$y_{\Pi}[k] = K_{\Pi}(X_{зад} - X_{ос}). \quad (4)$$

Конечно-разностное уравнение для интегральной составляющей с учетом времени обработки обратной связи равно:

$$y_{И}[k] = K_{И}h(X_{зад} - X_{ос}) + y_{И}[k-1]. \quad (5)$$

Конечно-разностное уравнение для дифференциальной составляющей с учетом времени обработки обратной связи равно:

$$y_{Д}[k] = K_{Д}h\frac{(X_{зад}[k] - X_{ос}[k]) - (X_{зад}[k-1] - X_{ос}[k-1])}{t[k] - t[k-1]} + y_{Д}[k-1]. \quad (6)$$

Выход пропорционально-интегрально-дифференциального регулятора определяется выражением:

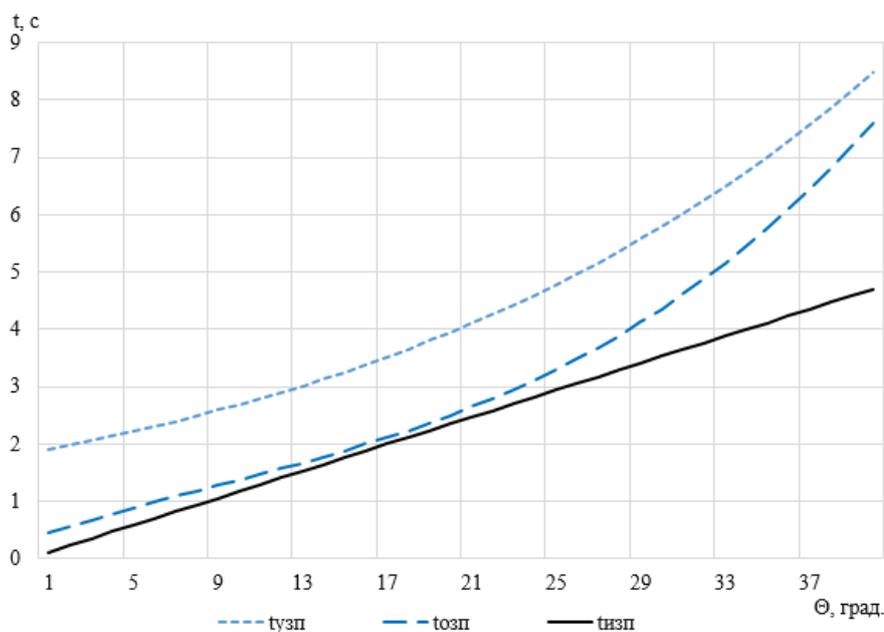


Рис. 2. Результаты моделирования времени перемещения поворотного устройства КП ( $t_{узп}$  – время поворота с универсальным законом поворота,  $t_{озп}$  – с оптимальным законом поворота,  $t_{изп}$  – с идеальным законом поворота)

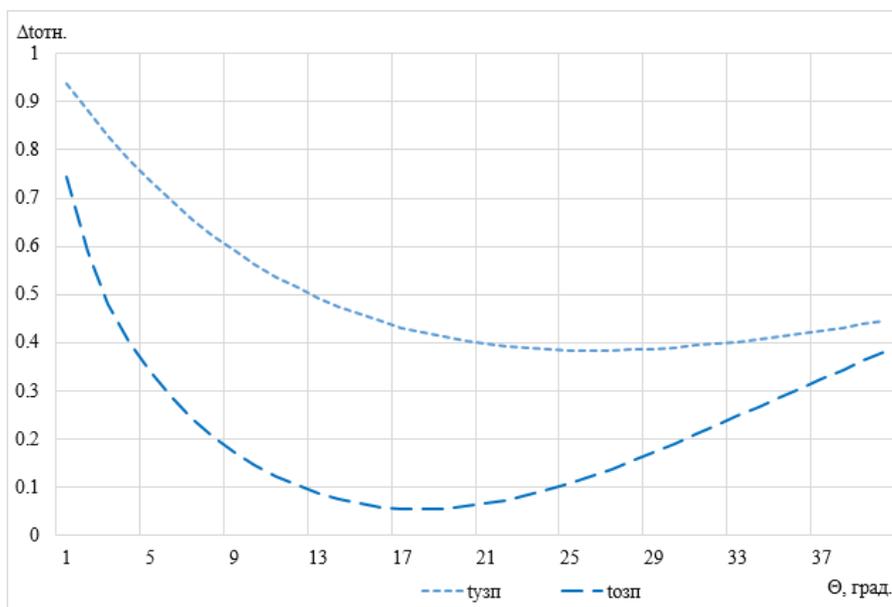


Рис. 3. Относительный выигрыш времени при замещении универсального закона перемещения поворотного устройства КП оптимальным

$$y[k] = y_n[k] + y_n[k] + y_d[k]. \quad (7)$$

1. Формирование вектора допустимых углов перемещения поворотного устройства КП.

Алгоритм функционирования модели представим в виде следующих этапов.

2. Формирование множества законов управления, которые обеспечивают минималь-

ное время поворота на заданный угол.

3. Определяем требуемый угол перемещения поворотного устройства.

4. Из множества законов управления выбираем закон с параметрами, которые обеспечивают перемещение поворотного устройства за минимальное время.

5. Задаем управляющее воздействие и контролируем перемещение поворотного устройства в соответствии с его положением, скоростью и ускорением.

Таким образом, алгоритм и модель управления поворотным устройством комплекса обслуживания позволяют реализовать траекторию перемещения поворотного устройства при передаче соответствующей последовательности курсовых углов в систему управления за минимальное располагаемое время.

## Выводы

Исследование полученных алгоритмов и моделей показало их реализуемость, а также уменьшение времени перемещения поворотного устройства комплекса обслуживания по сравнению с универсальным законом перемещения (рис. 2). Относительный выигрыш времени при замещении универсального закона перемещения поворотного устройства комплекса обслуживания оптимальным (рис. 3) составил на наиболее часто встречающемся интервале перемещения  $1^{\circ}$ – $5^{\circ}$  35 %, а на интервале  $10^{\circ}$ – $17^{\circ}$  40 %. При этом время перемещения поворотного устройства на интервале  $1^{\circ}$ – $22^{\circ}$  35 % практически не отличалось от времени перемещения с идеальным законом управления.

## Список литературы

1. Петренко, С.В. Способ детерминированного синтеза многоэлементных технических систем / С.В. Петренко, Э.А. Шепель // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2015. – № 7(70). – С. 46–48.

2. Петренко, С.В. Системный анализ основ принятия решения в условиях неопределенности / С.В. Петренко // Перспективы науки. – Тамбов : ТМБпринт. – 2010. – № 10(12). – С. 59–63.

## References

1. Petrenko, S.V. Sposob determinirovannogo sinteza mnogoelementnykh tekhnicheskikh sistem / S.V. Petrenko, E.A. Shepel' // Perspektivy nauki. – Tambov : TMBprint. – 2015. – № 7(70). – S. 46–48.

2. Petrenko, S.V. Sistemnyy analiz osnov prinyatiya resheniya v usloviyakh neopredelennosti / S.V. Petrenko // Perspektivy nauki. – Tambov : TMBprint. – 2010. – № 10(12). – S. 59–63.

© А.А. Чепига, С.В. Петренко, 2023

УДК 62-503.55:004

*М.Г. ШАЯХМЕТОВ, Р.Г. ВИЛЬДАНОВ**Институт нефтепереработки и нефтехимии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал), г. Салават*

## **ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ДЛЯ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПО ИЗУЧЕНИЮ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ, РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ**

*Ключевые слова:* виртуальная модель; измерение давления; лабораторный тренажер; программное обеспечение; рендеринг; скрипты; цифровой двойник.

*Аннотация.* Цель данного исследования заключается в разработке и применении виртуального лабораторного тренажера по изучению методов и средств контроля, регулирования давления.

В рамках данной цели решались следующие задачи: изучение процесса контроля и регулирования давления; разработка цифрового двойника по изучению методов и средств контроля и регулирования давления.

Гипотеза исследования заключается в том, что применение виртуального лабораторного тренажера по изучению методов и средств контроля, регулирования давления позволит оптимизировать процесс обучения, повысить экономическую эффективность и стабильность нефтегазового производства. Методы, использованные в исследовании, включают анализ литературы и данных, математическое моделирование.

В результате исследования был разработан цифровой двойник по изучению методов и средств контроля, регулирования давления, который применим для обучения студентов и повышения квалификации специалистов нефтегазовой отрасли.

---

### **Введение**

Для любой организации есть необходимость подготовки высококвалифицированных специалистов в кратчайшие сроки.

### **Методы измерения давления**

В пневматических и гидравлических системах важными элементами являются реле и преобразователи давления [1].

### **Лабораторная работа**

Для обучения студентов различных специальностей, изучающих дисциплины по курсам «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий», применяется лабораторный стенд «Изучения методов и средств контроля, регулирования давления» [2; 3].

### **Цифровой двойник**

Сегодня в учебных центрах имеется необходимость формирования специальных инструментов обучения с целью моделирования сложных физических процессов с якобы реальным присутствием для облегчения реализации лабораторных работ.

Цифровой двойник – это модель физического объекта, созданная при помощи компьютера, которая описывает весь цикл жизни объекта и в реальном времени. При создании компьютерного лабораторного тренажера возможно применять виртуальные манометры, моделирующие реальные приборы [3]. Разрабатываемый тренажер предназначен для измерения и регулирования давления, поэтому необходимо подобрать оборудование, указанное в реальной лабораторной работе.

Для моделирования разрабатываемого виртуального тренажера выбирается кроссплатформенное программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации, создания визуализаций и редактирования видео. Далее в при-

ложении создается 3D-модель оборудования с получением в первую очередь внешнего вида объекта на основе технической документации, схематических чертежей, фотографий и другой важной информации об объекте. Затем в приложении создается модель с использованием различных инструментов, таких как моделирование с помощью полигонов, модификаторы и т.д. После создания 3D-модели в *Blender* мы можем экспортировать ее в различные форматы, такие как *obj*, *fbx*, *dae* и т.д., для дальнейшего использования в других программах и приложениях. Кроме того, мы можем использовать модель для создания визуализаций, анимации и других проектов, связанных с оборудованием.

Далее осуществляется Рендеринг, то есть отрисовка. Затем для создания виртуального тренажера выбирается игровой движок, то есть набор программ, позволяющих создавать игры с графической визуализацией, звуковым сопровождением, управлением объектами, многопользовательской игрой, созданием графических сцен и соблюдением физических законов [4; 5]. *Unity*, *Godot* и *Unreal* – это три наиболее популярных игровых движка, используемых для создания видеоигр. *Unity* – это мощный мультиплатформенный движок, который обладает гибким функционалом и открытым исходным кодом [6]. *Godot* – это бесплатный и открытый исходный код игрового движка, кото-

рый обладает интуитивно понятным интерфейсом и возможностью создания 2D- и 3D-игр [7]. *Unreal* – это мощный движок от компании *Epic Games*, который позволяет создавать качественные 2D- и 3D-игры для различных платформ [8].

Далее осуществляются проектирование, реализация процессов управления и создается архитектура виртуального тренажера.

Проект состоит из нескольких сцен с игровыми объектами и компонентами (скрипты) [9].

Разработку возможно осуществить на языке программирования *C#* в среде разработки *Visual Studio 2022*. Далее осуществляется реализация: настройка интерактивных объектов с прописанием скрипта на *Visual Studio 2023*. Скрипты программируются на языке *C#* или *JavaScript (UnityScript)*, привязаны к объектам и компонентам в среде *Unity* [10].

### Заключение

В работе описано создание виртуального лабораторного тренажера и изложены рекомендации выбора подходящего оборудования. Рассмотрены этапы проектирования тренажера, реализующего ключевые механики и описывающего все объекты, необходимые для виртуального стенда, с их функционалом и принципом работы.

### Список литературы

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://xn--80aaigboe2bzaiqsf7i.xn--plai/nta-prom-2017-4>.
2. Оборудование для создания цифровой подстанции городских электрических сетей в рамках Smart Grid / Р.Ф. Сайфутдинов, Р.Г. Вильданов, Е.К. Бузаева, Е.Д. Ширококов // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2018. – № 9(87). – С. 29–32.
3. Саниев, Д.Ф. Совершенствование системы управления показателями качества нефти / Д.Ф. Саниев, Р.Г. Вильданов, Е.В. Сиротина, А.И. Кутлугильдина // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 4(94). – С. 88–90.
4. Анализ популярных движков [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.gamedatacrunch.com>.
5. Описание движков [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://blackcaviar.games/obzor\\_igrovyyh\\_dvizhkov](https://blackcaviar.games/obzor_igrovyyh_dvizhkov).
6. Документация Unity // Docs Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual>.
7. Godot [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Godot>.
8. Unreal Engine [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Unreal\\_Engine](https://ru.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine).
9. *C# Programming Guide* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/67ef8sbd.aspx>.

### References

1. [Electronic resource]. – Access mode : <https://xn--80aaigboe2bzaiqs7i.xn--plai/nta-prom-2017-4>.
2. Oborudovaniye dlya sozdaniya tsifrovoy podstantsii gorodskikh elektricheskikh setey v ramkakh Smart Grid / R.F. Sayfutdinov, R.G. Vil'danov, Ye.K. Buzayeva, Ye.D. Shirobokov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2018. – № 9(87). – S. 29–32.
3. Saniyev, D.F. Sovershenstvovaniye sistemy upravleniya pokazatelyami kachestva nefi / D.F. Saniyev, R.G. Vil'danov, Ye.V. Sirotina, A.I. Kutlugil'dina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 4(94). – S. 88–90.
4. Analiz populyarnykh dvizhkov [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.gamedatacrunch.com>.
5. Opisaniye dvizhkov [Electronic resource]. – Access mode : [https://blackcaviar.games/obzor\\_igrovyh\\_dvizhkov](https://blackcaviar.games/obzor_igrovyh_dvizhkov).
6. Dokumentatsiya Unity // Docs Unity [Electronic resource]. – Access mode : <https://docs.unity3d.com/ru/530/Manual>.
7. Godot [Electronic resource]. – Access mode : <https://ru.wikipedia.org/wiki/Godot>.
8. Unreal Engine [Electronic resource]. – Access mode : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Unreal\\_Engine](https://ru.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine).
9. C# Programming Guide [Electronic resource]. – Access mode : <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/67ef8sbd.aspx>.

---

© М.Г. Шаяхметов, Р.Г. Вильданов, 2023

УДК 303.732.4

А.В. САЙФУТДИНОВ  
Suol Innovations Ltd, Kunp

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ИГР ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОБЛЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

*Ключевые слова:* базы данных; безопасность; дифференциальная игра; кибератака; теория игр.

*Аннотация.* Цель исследования – изучение особенностей применения теории игр для моделирования информационных проблем безопасности. Отмечено, что основной акцент при защите делается на обеспечении защиты узлов, баз данных и др. Тем не менее кибератаки становятся более частыми и более сложными, что свидетельствует о необходимости разработки новых подходов к их минимизации. Проанализированы научные источники по теории игр для разработки адаптивных подходов к защите информационных систем. Дано описание теоретико-игровых подходов и сфер их применения для моделирования информационных проблем безопасности. Рассмотрены возможности применения дифференциальных игр в моделировании информационных проблем безопасности.

В современном цифровом обществе ценность информации и данных имеет первостепенное значение. Государственные учреждения, коммерческие организации и физические лица стремятся обеспечить свою безопасность от киберзлоумышленников. Основной акцент при защите делается на обеспечении защиты узлов, баз данных и др. Однако кибератаки становятся более частыми и более сложными, что свидетельствует о необходимости разработки новых подходов к их минимизации [1]. В данном контексте очевидно, что необходимы новая теоретическая основа и инновационная перспектива, чтобы охватить сценарии, при которых хакер может полностью скомпрометировать систему, а специалист по безопасности может защитить ее без основного предположения

о секретности ключа. Взаимодействие между технологиями защиты и атаками можно представить в виде игры между администратором системы и злоумышленником. Чтобы спрогнозировать развитие событий и последствия того или иного результата такой игры, целесообразным является использование математических игровых моделей. Теория игр может использоваться в кибербезопасности для создания реальных решений, которые позволят максимально эффективно реализовывать существующие стратегии и оптимизировать их для создания надежной и долгосрочной среды безопасности информационных систем на уровне всей организации.

Литература по теории игр для разработки адаптивных подходов к защите информационных систем достаточно обширна, как на сетевом уровне, где специалисты работают с огромными объемами исходных данных, так и на уровне стратегий.

Так, например, *He Siqu* [8] и *Jin Hui* [9] обосновали стратегию снижения количества атак с использованием фишинга на основе целевых критериев фильтрации для каждого пользователя. Задача отсеивания вредоносных писем, как целевых, так и нецелевых, была сформулирована ими как игра в безопасность. Исследователи определили оптимальные методы фильтрации и показали, как они могут быть вычислены на практике.

*J. Welburn* анализировал критический вопрос распределения киберсигналов тревоги среди ограниченного числа специалистов по кибербезопасности [13]. Для решения этой проблемы он предложил игру по распределению сигналов и продемонстрировал, как вычислить оптимальные варианты действий защитника. Для решения этой задачи была формализована уникальная методика, позволяющая решить

**Таблица 1.** Краткое описание теоретико-игровых подходов и сфер их применения для моделирования информационных проблем безопасности

Игровая модель	Проблемы безопасности и конфиденциальности	Решение
Статическая игра «Дилемма заключенного»	Конфиденциальность в мобильных социальных сетях	Равновесие по Нэшу
Статическая игра с нулевой суммой	Помехи и подслушивание, атаки типа «отказ в обслуживании», аппаратные троянские программы	Равновесие по Нэшу
Игра Штакельберга	Киберфизическая безопасность, целостность и доступность данных	Равновесие Штакельберга
Коалиционная игра	Эгоизм при пересылке пакетов, подслушивание	Алгоритм формирования коалиции
Стохастическая игра с нулевой суммой	Киберфизическая безопасность, безопасная маршрутизация, стеганография	Равновесие в седловой точке, равновесие Нэша
Байесовская игра	Конфиденциальность траекторий, атаки типа «отказ в обслуживании», живучесть	Байесовское равновесие Нэша
Динамическая игра	Безопасная маршрутизация, киберфизическая безопасность	Равновесие в седловой точке
Повторная игра	Эгоизм при пересылке пакетов	Стратегия, основанная на убеждениях
Марковская игра	Конфигурирование систем обнаружения вторжений, защита инфраструктуры <i>Smart-grid</i> , проблема доверия в онлайн-социальных сетях	Марковское равновесие
Эволюционная игра	Эгоизм в транспортных <i>Ad-Hoc</i> сетях, доверие в автономных многоходовых сетях, живучесть	Эволюционная стабильная стратегия

проблему возможностей реализации атаки при определении оптимальной тактики обороняющегося. Также ученый представил эвристику для решения больших игр.

В.Б. Вилков и А.К. Черных [4] провели исследование методов глубокого обучения с подкреплением (*DRL*), используемых в киберзащите. Они рассмотрели различные подходы к обеспечению безопасности киберфизической инфраструктуры на основе *DRL*, независимые способы обнаружения вторжений и многоагентное моделирование тактики защиты систем на основе теории игр.

Определенный интерес представляют предложения *Riahi Sfar Arabia* [10], который для моделирования кибератак и механизмов защиты информационных систем разработал модель стохастической игры. Состояние игры вероятно изменяется в зависимости от действий игроков (т.е. типа атак и контрмер защитника) и конфигурации системы. При любом переходе из одного состояния в другое каждый игрок получает определенный выигрыш или несет какие-то затраты.

*Kh. Bouafia* [7] обосновал ряд методов, с помощью которых игрок может определить наилучшую стратегию для получения наибольшего общего выигрыша с учетом всех возможных вариантов действия противника. Данные методы основаны на решении стохастической игры через понятие равновесия Нэша.

Заслуживают внимания наработки ответственных авторов, которые предложили ряд моделей для прогнозирования проблем информационной безопасности в различных сетях. Первая модель использует статические и динамические игры и специфична для класса *DDoS*-атак и возможных мер противодействия им, ее автором является С.В. Канавин [5]. Вторая модель основана на стохастической игре с несовершенной информацией и подходит для общего сценария кибербезопасности, над разработкой и усовершенствованием этой модели трудились В.В. Аллакин и Н.П. Будко [2].

Как свидетельствуют результаты проведенного исследования, для изучения атак на информационные системы и средств их защиты учеными и экспертами использовались различ-

ные виды игр. В табл. 1 автором систематизированы теоретико-игровые модели, проблемы безопасности и основные решения, полученные на основе соответствующих моделей.

В последнее время особое распространение для моделирования информационных проблем безопасности получила дифференциальная игра. Рассмотрим более подробно ее особенности и возможности применения.

Данная категория игр предусматривает два возможных случая: дифференциальные игры с идеальной информацией и дифференциальные игры с неполной информацией.

### Дифференциальные игры с полной информацией

Начнем с описания стандартного метода анализа стохастических дифференциальных игр с полной информацией и наблюдением. Рассмотрим игру, в которой есть:

- конечное время  $T > 0$  и начальное время  $t_0 \in [0, T]$ ;
- начальное положение  $x_0 \in \mathbb{R}^N$  и стохастическая управляемая система:

$$\begin{cases} dX_s = b(s, X_s, u_s, v_s) ds + \sigma(s, X_s, u_s, v_s) dB_s, \\ s \in [t, T]; \\ X_{t_0} = x_0, \end{cases}$$

где  $B$  – это  $d$ -мерное стандартное Броуновское движение в заданном вероятностном пространстве  $(\Omega, \mathcal{F}, P)$ ,  $b: [0, T] \times \mathbb{R}^N \times U \times V \rightarrow \mathbb{R}^N$  и  $\sigma: [0, T] \times \mathbb{R}^N \times U \times V \rightarrow \mathbb{R}^N \times d$  является однородной и ограниченной производными; отображения  $U$  и  $V$  представляют собой компактные подмножества некоторого конечного пространства;

- пробег и конечный выигрыш  $\ell: [0, T] \times \mathbb{R}^N \rightarrow R$  и  $g: \mathbb{R}^N \rightarrow \mathbb{R}$  также считаются однородными, ограниченными производными.

Игроки управляют системой с помощью соответствующих элементов управления  $(u_s)$  и  $(v_s)$ , которые являются пошаговыми измеряемыми процессами со значениями  $U$  и  $V$  соответственно.

Рассмотрим, как игрок наблюдает за ситуацией и поведением соперника. Для этого введем некоторые символы. Пусть  $\Omega$  – множество непрерывных сведений от  $[0, T]$  до  $\mathbb{R}^d$ , наделенных  $\mathcal{F}$ ,  $\sigma$ -алгеброй, порожденной процессом ко-

ординат, и  $P$  – мерой Винера. Обозначим через  $B$  устойчивый процесс  $B_t(\omega) = \omega(t)$ . Для фиксированного  $t \in [0, T]$  введем фильтрацию  $\mathcal{F} = (\mathcal{F}_s, s = \sigma\{B_r - B_t, r \in [t, s]\})$ , дополненную всеми нулевыми множествами  $P$ , и обозначим через  $\Omega_t$  множество  $\omega \in \Omega$  с  $\omega(t) = 0$ .

Пусть  $U_t$  (соответственно  $V_t$ ) обозначает множество  $k$ -карт от  $[t, T]$  до  $U$  (соответственно  $V$ ), то есть карт, которые непрерывны справа и имеют левое множество  $U_t, V_t$  и  $\Omega_t$ , они нормированы, поэтому имеют борелевское  $\sigma$ -поле.

Фиксируем начальное время  $t_0 \in [0, T]$ . Чистой стратегией для игрока I в момент времени  $t_0$  является определенная по Борелю карта  $\alpha: \Omega_{t_0} \times V_{t_0} \rightarrow U_{t_0}$ , которая является непредсказуемой с задержкой, то есть существует раздел  $t_0 < t_1 < \dots < t_k = T$ , такой, что для  $P$  любые  $(\omega_1, \omega_2) \in \Omega_2$  и все  $(v_1, v_2) \in V_{t_0}^2$ . Если  $(\omega_1, v_1) = (\omega_2, v_2)$  на  $[t_0, t^i]$  для некоторого  $i \in \{0, \dots, k-1\}$ , то  $\alpha(\omega_1, v_1) = \alpha(\omega_2, v_2)$  на  $[t_0, t_{i+1}]$ .

Чистые стратегии для игрока II определяются аналогичным образом. Набор чистых стратегий для игрока I (соответственно игрока II) обозначается  $A(t_0)$  (соответственно  $B(t_0)$ ). Пусть  $t_0 \in [0, T]$  – фиксированное начальное время,  $(\alpha, \beta) \in A(t_0) \times B(t_0)$  – пара стратегий. Тогда существует единственная пара  $(u, v) \in U(t_0) \times V(t_0)$  таких, что:

$$\alpha(v) = u \text{ и } \beta(u) = v \text{ на } [t_0, T].$$

Установим  $X^{t_0, x_0, \alpha, \beta} = X^{t_0, x_0, u, v}$  и  $(\alpha_s, \beta_s) = (u_s, v_s)$ , затем определим верхнее и нижнее значение функций  $V^+$  и  $V^-$  игры:

$$\begin{aligned} V^+(t, x) &= \inf_{\alpha \in A(t)} \sup_{\beta \in B(t)} E \times \\ &\times \left[ \int_t^T l(s, X_s^{t, x, \alpha, \beta}, \alpha_s, \beta_s) ds + g(X_s^{t, x, \alpha, \beta}) \right]; \\ V^-(t, x) &= \sup_{\beta \in B(t)} \inf_{\alpha \in A(t)} E \times \\ &\times \left[ \int_t^T l(s, X_s^{t, x, \alpha, \beta}, \alpha_s, \beta_s) ds + g(X_s^{t, x, \alpha, \beta}) \right]. \end{aligned}$$

Очевидно, имеем, что  $V^-(t, x) \leq V^+(t, x)$ . Основная задача теории дифференциальных игр состоит в том, чтобы доказать, что на самом деле обе функции совпадают (одна из них свидетельствует о том, что в игре функция имеет значение), и охарактеризовать эту функцию. Другой момент заключается в описании оптимальных стратегий [12].

**Дифференциальные игры с неполной информацией**

Дифференциальные игры с неполной информацией – это дифференциальная игра, в которой хотя бы один игрок имеет определенные частные знания о структуре игры: например, он может точно знать реализацию случайного выигрыша или реализацию случайной исходной позиции, в то время как другие игроки знают только правило платежа или начальную позицию [13]. Поскольку мы рассматриваем игру для двух игроков, мы предположим, что первый игрок обладает полезной частной информацией. Мы также предположим, что игроки могут контролировать друг друга. Таким образом, неинформированный игрок может попытаться угадать недостающую информацию, наблюдая за поведением информированного игрока.

**Применение дифференциальных игр в моделировании информационных проблем безопасности**

По условию дифференциальной игровой постановки задачи под моделью процесса информационной атаки следует понимать игровую траекторию, которую необходимо определить. Пусть модель информационного конфликта в информационной системе описывается системой дифференциальных уравнений общего вида:

$$\begin{cases} \dot{x} = f(t, u, v); \\ x(t_0) = x_0, \end{cases}$$

где  $x = (x_1, x_2, K, x_n)$  – точка  $n$ -мерного фазового пространства  $R_n$ , определяющая состояние процесса;  $u = (u_1, u_2, K, u_n)$  и  $v = (v_1, v_2, K, v_n)$  – параметры управления первого и второго игроков соответственно, такие, что  $u \in E_u$  и  $v \in E_v$  в евклидовых пространствах  $R_l$  и  $R_m$ ;  $f = (f_1, f_2, K, f_n)$  – действительная векторная функция определена на  $X \times E_u \times E_v$ , множество;  $x(t_0) = x_0$  – начальные условия в момент начала игры  $t_0 > 0$ , в точке  $x_0$ ,  $t \in [t_0, T]$ .

Решением  $x(t)$  системы дифференциальных уравнений при выбранных игроками стратегиях  $u(t)$  и  $v(t)$  с начальными условиями  $x(t_0) = x_0$  является абсолютная непрерывная, которая представляет собой траекторию/

партию:

$$x(t) = x_0 = \int_{t_0}^t f(\tau, x(\tau), u(\tau)) d\tau.$$

Для широкого класса дифференциальных игр плата может быть задана в форме функционала [11]:

$$I(t, x(t), u(t), v(t)) = \int_{t_0}^T G(\tau, x(\tau), u(\tau), v(\tau)) d\tau + S[x(T)],$$

где  $G$  – ограниченная, измеряемая по Борелю функция, определенная на декартовом произведении  $X \times E_u \times E_v$ ;  $S[x(T)]$  – функция конечного состояния, установленная на терминальном многообразии  $M$ , непрерывна по совокупности аргументов, кроме того, определена на  $X \times G$ .

В зависимости от случаев, при которых  $S[x(T)] = 0$  или  $G = 0$ , плата называется интегральной или терминальной соответственно.

Поскольку игроки ставят противоположные цели, то их стратегии формируются по принципу пом-минимакса, минимизируя платы друг друга:

$$\begin{aligned} \min_{u(t) \in E_u} \max_{v(t) \in E_v} &= I(t, x(t), u(t), v(t)); \\ \max_{v(t) \in E_v} \min_{u(t) \in E_u} &= I(t, x(t), u(t), v(t)). \end{aligned}$$

При выполнении соотношения:

$$\begin{aligned} \min_{u(t) \in E_u} \max_{v(t) \in E_v} &= I(t, x(t), u(t), v(t)) = \\ \max_{v(t) \in E_v} \min_{u(t) \in E_u} &= I(t, x(t), u(t), v(t)) = \\ I(t, x^{opt}(t), u^{opt}(t), v^{opt}(t)) &= I^* \end{aligned}$$

стратегии  $u^{opt}(t)$  и  $v^{opt}(t)$  называются оптимальными при оптимальной траектории  $x^{opt}(t)$ , а плата  $I(t, x^{opt}(t), u^{opt}(t), v^{opt}(t)) = I^*$  – цена игры.

Таким образом, в определении оптимальных стратегий, траектории и цены игры и заключается основная задача использования дифференциальных игр в моделировании информационных проблем безопасности.

## Список литературы

1. Агринский, Н.М. Количественный анализ рисков информационной безопасности с необходимой точностью в соответствии требованиями международного стандарта ISO 27001:2013 / Н.М. Агринский // *Инновации и инвестиции*. – 2020. – № 6. – С. 88–92.
2. Аллакин, В.В. Идентификация состояния узлов информационно-телекоммуникационных сетей общего пользования подсистемой мониторинга информационной безопасности / В.В. Аллакин, Н.П. Будко // *Техника средств связи*. – 2020. – № 3(151). – С. 58–65.
3. Аносов, Р.С. Формализованная риск-ориентированная модель системы информационных технологий / Р.С. Аносов, С.С. Аносов, И.Ю. Шахалов // *Вопросы кибербезопасности*. – 2020. – № 5(39). – С. 69–76.
4. Вилков, В.Б. К оценке эффективности системы обнаружения вторжений на основе матричных игр и нечетких множеств / В.Б. Вилков, А.К. Черных // *Интеллектуальные технологии на транспорте*. – 2020. – № 3(23). – С. 30–34.
5. Канавин, С.В. К вопросу выбора стратегии защиты системы связи специального назначения при угрозах информационной безопасности / С.В. Канавин // *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. – 2021. – Т. 9. – № 3(34).
6. Колокольцев, М.А. Выбор варианта системы информационной безопасности на основе теории игр / М.А. Колокольцев, У.А. Михалева // *Телекоммуникации*. – 2020. – № 12. – С. 30–31.
7. Bouafia, Kh. Game theory approach for analysing attack graphs / Kh. Bouafia // *International journal of information and computer security*. – 2022. – Vol. 19. – No. 3(4). – P. 305–320.
8. He Siqi. A Data Integrity Verification Scheme for Centralized Database Using Smart Contract and Game Theory / He Siqi // *IEEE access: practical innovations, open solutions*. – 2023. – Vol. 11. – P. 59675–59687.
9. Jin Hui. Evolutionary game decision-making method for network attack and defense based on regret minimization algorithm / Jin Hui // *Journal- king saud university computer and information sciences*. – 2023. – Vol. 35. – No. 3. – P. 292–302.
10. Riahi, S.A. Privacy preservation using game theory in e-health application / S.A. Riahi // *Journal of information security and applications*. – 2022. – Vol. 66. – P. 67–74.
11. Secure Information Transmission for B5G HetNets: A Robust Game Approach // *IEEE Internet of things journal: a joint publication of the IEEE Sensors Council*. – 2022. – Vol. 9. – No. 21. – P. 21505–21519.
12. Zhang, Lefeng A. Game-Theoretic Method for Defending Against Advanced Persistent Threats in Cyber Systems / A. Lefeng Zhang // *IEEE transactions on information forensics and security*. – 2022. – Vol. 18. – P. 1349–1364.
13. Welburn, J. Cyber deterrence with imperfect attribution and unverifiable signaling / J. Welburn // *European journal of operational research*. – 2023. – Vol. 306. – No. 3. – P. 1399–1416.

## References

1. Agrinskiy, N.M. Kolichestvennyy analiz riskov informatsionnoy bezopasnosti s neobkhdimoy tochnost'yu v sootvetstvii trebovaniyami mezhdunarodnogo standarta ISO 27001:2013 / N.M. Agrinskiy // *Innovatsii i investitsii*. – 2020. – № 6. – S. 88–92.
2. Allakin, V.V. Identifikatsiya sostoyaniya uzlov informatsionno-telekommunikatsionnykh setey obshchego pol'zovaniya podsystemoy monitoringa informatsionnoy bezopasnosti / V.V. Allakin, N.P. Budko // *Tekhnika sredstv svyazi*. – 2020. – № 3(151). – S. 58–65.
3. Anosov, R.S. Formalizovannaya risk-oriyentirovannaya model' sistemy informatsionnykh tekhnologiy / R.S. Anosov, S.S. Anosov, I.YU. Shakhlov // *Voprosy kiberbezopasnosti*. – 2020. –

№ 5(39). – S. 69–76.

4. Vilkov, V.B. K otsenke effektivnosti sistemy obnaruzheniya vtorzheniy na osnove matrichnykh igr i nechetkikh mnozhestv / V.B. Vilkov, A.K. Chernykh // Intellektual'nyye tekhnologii na transporte. – 2020. – № 3(23). – S. 30–34.

5. Kanavin, S.V. K voprosu vybora strategii zashchity sistemy svyazi spetsial'nogo naznacheniya pri ugrozakh informatsionnoy bezopasnosti / S.V. Kanavin // Modelirovaniye, optimizatsiya i informatsionnyye tekhnologii. – 2021. – T. 9. – № 3(34).

6. Kolokol'tsev, M.A. Vybor varianta sistemy informatsionnoy bezopasnosti na osnove teorii igr / M.A. Kolokol'tsev, U.A. Mikhaleva // Telekommunikatsii. – 2020. – № 12. – S. 30–31.

---

© А.В. Сайфутдинов, 2023

УДК 621.01, 621.08, 62-52

Д.О. ПОПОВ, А.Н. ВОЛКОВ

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого», г. Санкт-Петербурге

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЗАРЯДКИ МОБИЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ РОБОТОВ

*Ключевые слова:* математическая модель; мобильный транспортный робот; режим работы аккумулятора; робототехническая транспортная система (РТС); энергопотребление.

*Аннотация.* В работе рассмотрен способ повышения производительности РТС путем оптимизации режима работы аккумуляторной батареи. Цель – повышение производительности РТС изменением режима зарядки аккумуляторной батареи (АКБ). Задача – исследование зависимости производительности РТС от режима работы АКБ. Результат работы: на основании аппроксимирующей формулы произведена оптимизация режима работы АКБ по критерию максимальной производительности.

Современные внутрицеховые перевозки составляют важную часть производственного процесса. Наиболее часто такой процесс автоматизируется при помощи мобильных транспортных роботов, что в совокупности представляет собой РТС. В работе [1] представлена математическая модель, связывающая производительность РТС и ее энергопотребление. Однако в этой статье не было уделено достаточно внимания оптимизации циклов зарядки/разрядки аккумуляторной батареи. Так как этот процесс с точки зрения производства считается простым, его оптимизация будет наиболее выгодной.

Большинство мобильных роботов используют литий-ионные АКБ. Для таких батарей наиболее быстрым и эффективным алгоритмом зарядки является  $CC/CV$ , который составляет два этапа: сначала зарядка постоянным током до определенного напряжения и далее зарядка с постоянным напряжением [2]. Время зарядки для такого режима можно аппроксимировать по экспериментальным данным следующей функцией:

$$T_{ch}(S) = k_1 e^{k_2 S} - k_1 + \frac{Sk_3}{100}, \quad (1)$$

где  $k_1, k_2, k_3$  – коэффициенты, экспериментально определяемые для конкретной АКБ;  $S$  – процент зарядки АКБ. Аппроксимирующая функция изображена на рис. 1.

Максимальное отклонение аппроксимирующей функции от экспериментальной составляет 4 %. Такой погрешностью можно пренебречь.

Подставляя функцию времени зарядки в модель производительности [1]:

$$Q_p(v_{cp}, N, \gamma, s, \beta) = \frac{Nv_{cp}}{s + \gamma\beta v_{cp}^3(m_r + m_k N)}. \quad (2)$$

При этом коэффициент зарядки  $\beta$  будет выглядеть следующим образом:

$$\beta(S_1, S_2) = \frac{T_{ch}(S_2) - T_{ch}(S_1)}{U \frac{S_2 - S_1}{100} C3600}, \quad (3)$$

где  $S_1$  – процент заряда АКБ перед процессом зарядки,  $S_2$  – процент заряда АКБ после процесса зарядки.

Процесс влияния различных режимов зарядки на производительность РТС изображен на рис. 1.

Анализируя график на рис. 1, мы сделали следующие выводы. Чем на более высокий процент заряжать АКБ, тем ниже производительность РТС. Так, например режим работы от 10 % до 20 % на 26 % производительнее, чем режим работы от 10 % до 90 %. При запасе одинакового количества энергии наиболее выгоден режим с небольшим процентом зарядки. Например, режим работы АКБ от 10 %

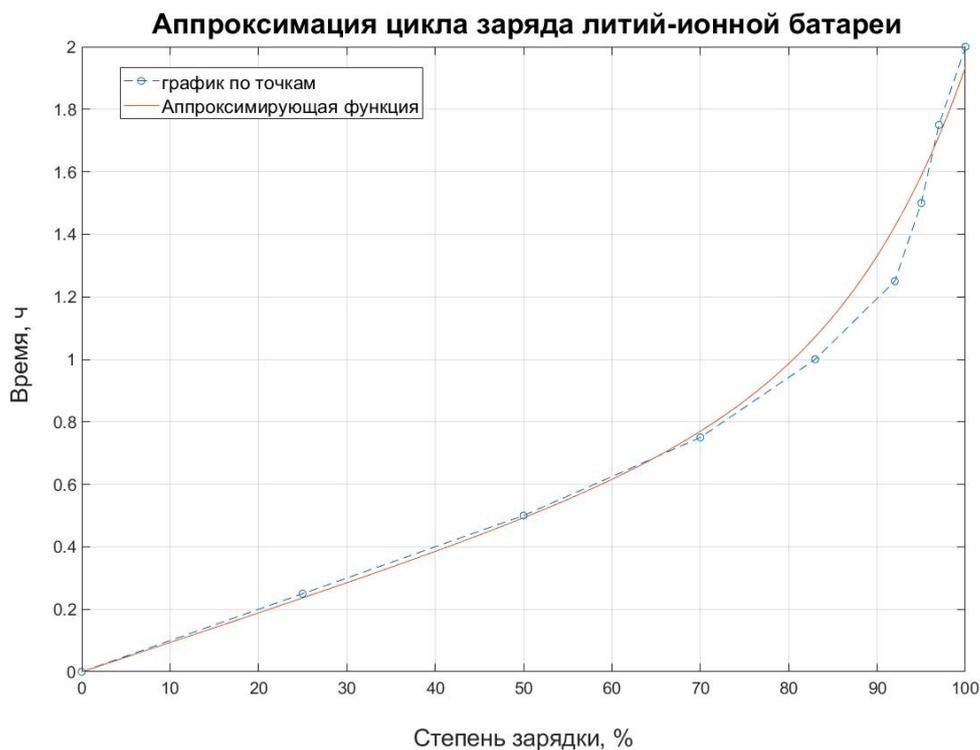


Рис. 1. Аппроксимация цикла заряда литий-ионной батареи

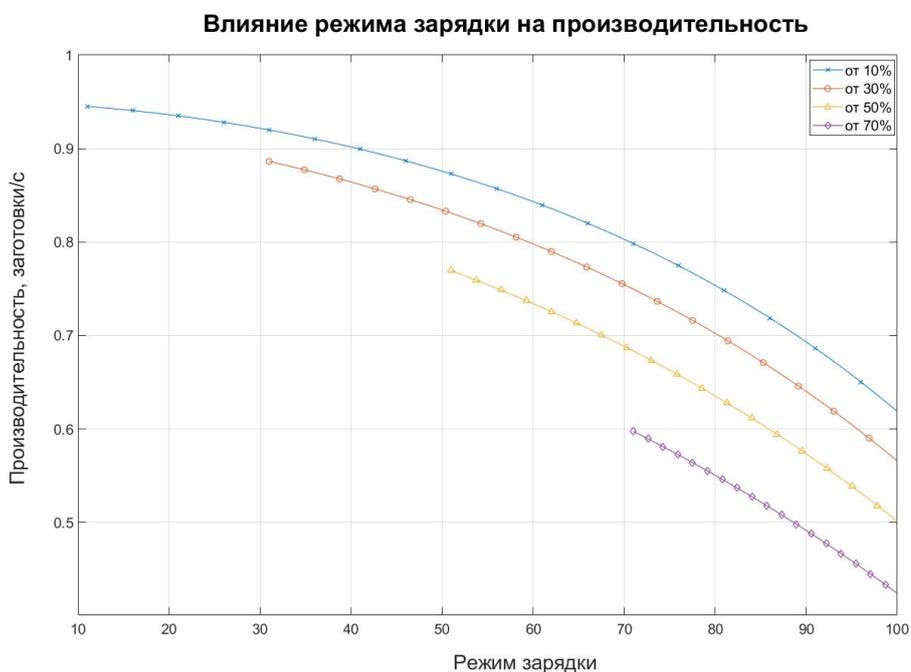
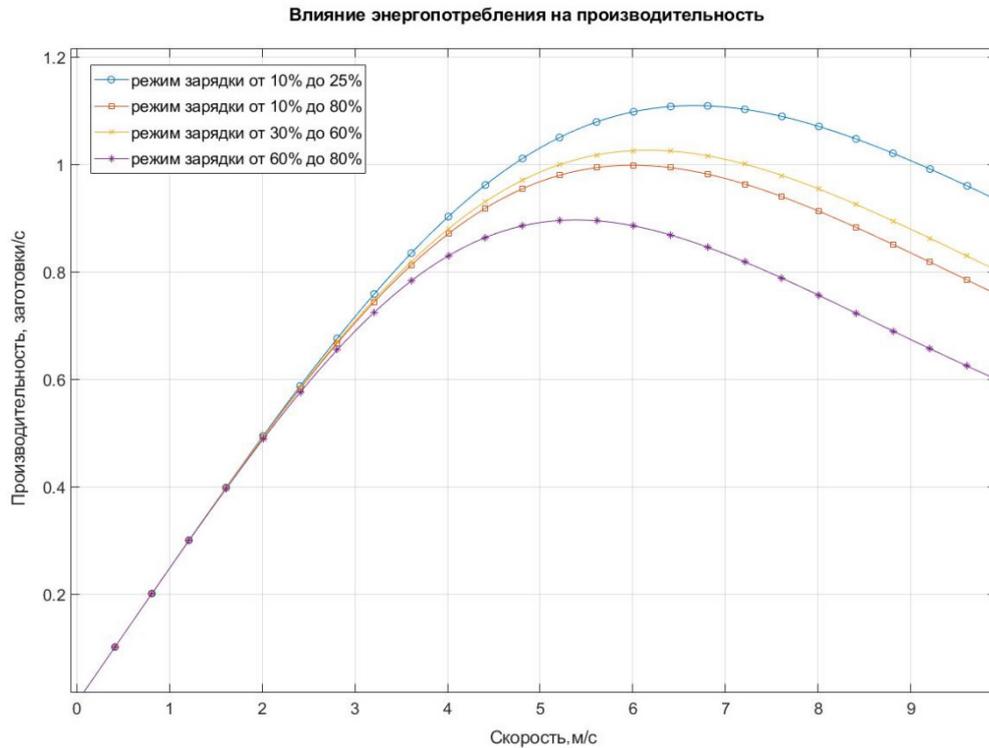


Рис. 2. Влияние режима зарядки на производительность РТС

до 30 % на 25 % производительнее, чем режим работы от 50 % до 70 %. Таким образом,

для достижения максимальной эффективности необходимо заряжать мобильные роботы как



**Рис. 3.** Влияние энергопотребления на производительность

можно чаще, при этом поддерживать средний уровень заряда АКБ на наиболее низких значениях.

Уменьшение цикла заряда АКБ вызывает негативный эффект памяти, но в данной работе [2] доказано, что в литий-ионных батареях он незначителен и им можно пренебречь, в отличие от никель-кадмиевых АКБ.

Предполагается, что эффект увеличения производительности зависит от энергопотребления, которое определяет соотношение времени зарядки и разрядки АКБ. В работах [3] и [4] доказано, что энергопотребление в большей степени зависит от квадрата средней скорости  $v_{cp}$ . При условии полной загрузки робота полезной массой  $m$  энергопотребление можно записать как:

$$A(y, v_{cp}) = \gamma v_{cp}^2 m. \quad (4)$$

Из зависимости (4) видно, что наиболее сильное воздействие на энергопотребление оказывает средняя скорость мобильного робота.

На рис. 2 показана зависимость произво-

дительности от увеличения энергопотребления при различных режимах зарядки.

Анализ приведенного выше графика показывает, что при низкой скорости и, как следствие, низком уровне энергопотребления разницы между различными режимами зарядки нет. Однако при пиковых значениях преимущество оптимального режима зарядки может достигать 25 %.

Производительность РТС во многом зависит от выбранного режима зарядки АКБ и энергопотребления системы. В процессе исследования выявлено, что сокращение количества накапливаемой энергии в процессе зарядки АКБ приводит к росту производительности мобильного робота. Рост энергопотребления только усиливает этот эффект. Так, производительность ограниченного режима зарядки может быть больше на 26 % по сравнению с полным циклом зарядки АКБ. Увеличение производительности может быть достигнуто в связи с особенностью алгоритма зарядки, так как при низком уровне заряда можно аккумулировать гораздо больше энергии, чем при высоком уровне. Уменьшение цикла зарядки не несет негативных последствий.

### Список литературы

1. Пути повышения эффективности функционирования транспортных роботов / А.Н. Волков, А.В. Козлович, О.В. Кочнева, О.Н. Мацко // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 11(137). – С. 30–38.
2. Tsuyoshi Sasaki. Memory effect in a lithium-ion battery / Tsuyoshi Sasaki // R&D Review of Toyota CRDL. – 2014. – Vol. 45. – No. 3.
3. Optimization of the robot motion law by the criterion of minimizing maximum instantaneous power and electric motor size / A. Volkov, A. Kornilova, O. Matsko, A. Mosalova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 5th International Conference "Arctic: History and Modernity" 18-19 March 2020, Saint-Petersburg, Russia. – Saint-Petersburg : Institute of Physics Publishing. – 2020. – Vol. 539. – P. 012122.
4. Static balancing and power consumption for industrial robots and process machines for various purposes / O.N. Matsko, N.A. Volkov, A.A. Kornilova, L.V. Podkolzina // Journal of Physics: Conference Series. – Saint Petersburg, 2021. – P. 012002.

### References

1. Puti povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya transportnykh robotov / A.N. Volkov, A.V. Kozlovich, O.V. Kochneva, O.N. Matsko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 11(137). – S. 30–38.

---

© Д.О. Попов, А.Н. Волков, 2023

УДК 658.562

Т.Д. ИЛЬИНОВ<sup>1</sup>, Ф.Н. СЕМАКИН<sup>2</sup>, А.А. СПИРИДОНОВА<sup>3</sup>,  
Э.А. БЕЛИКОВА<sup>3</sup>, Е.Г. ХОМУТОВА<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ООО «ВалидЛаб», г. Москва;

<sup>2</sup>ФГУП «Московский эндокринный завод», г. Москва;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

## ОТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДО ЭКСПЛУАТАЦИИ: КАК СОЗДАТЬ ЭФФЕКТИВНОЕ ЧИСТОЕ ПОМЕЩЕНИЕ

*Ключевые слова:* асептическое производство; класс чистоты; проектирование чистых помещений; чистые помещения; GMP.

*Аннотация.* Целью данной статьи является разработка рекомендаций по проектированию чистых помещений с акцентированием внимания на отличительных особенностях параметров чистого помещения в асептическом производстве от других сфер. Гипотезой исследования является подтверждение того, что при правильном проектировании и соблюдении всех рекомендаций чистое помещение будет исправно выполнять свои функции. Научные методы, использованные в данной статье: анализ, обобщение. В ходе данной работы особое внимание было уделено конкретизации условий и требований, необходимых для создания эффективных чистых помещений.

Современные технологии требуют создания особых условий для выполнения производственных процессов. Чистые помещения представляют собой решение этой потребности, обеспечивая высокий уровень чистоты и контроля над микрочастицами в воздухе.

Однако необходимо понимать принципиальные особенности и отличия в проектировании чистых помещений для разных областей их использования. В случае асептических процессов в фармацевтическом производстве рабочая зона должна быть контролируемым пространством, где уровень загрязнения микроорганизмами и аэрозольными частицами находится в пределах установленных норм. Для этого необходим однонаправленный поток воздуха и (или)

перепад давления, чтобы избежать попадания загрязнений из соседних зон в область асептического производства.

Цель данной статьи состоит в разработке рекомендаций по проектированию чистых помещений с опорой на отличительных особенностях параметров чистых помещений в асептическом производстве от других областей. Чистые помещения (ЧП) – помещения, где исключен воздухообмен с атмосферой, из-за которого есть опасность проникновения вредоносных бактерий, мелкой пыли и других нежелательных частиц. Чаще всего такие помещения используются на стерильных производствах, а также везде, где необходимо поддерживать специальные условия среды, вплоть до количества частиц, находящихся в рабочем пространстве.

С развитием производств возникла потребность в обеспечении безопасного и стерильного производства, что привело к появлению подобных помещений. Один из первых фактических примеров производственного чистого помещения может быть связан с помещением *Western Electric*, построенным в 1955 г. Это помещение было спроектировано с использованием фильтров, обеспечивающих очистку на уровне 99,95 % и поддержание избыточного давления.

Важным шагом в истории создания чистых помещений было изобретение концепции ламинарного потока, или истинно однонаправленной вентиляции, в 1960–1961 гг. Доктор Уиллис Уитфилд, американский физик, работающий в *Sandia Laboratories*, был ответственным за это открытие. Большой объем циркулирующего воздуха обеспечивал «обдувание» поверхно-

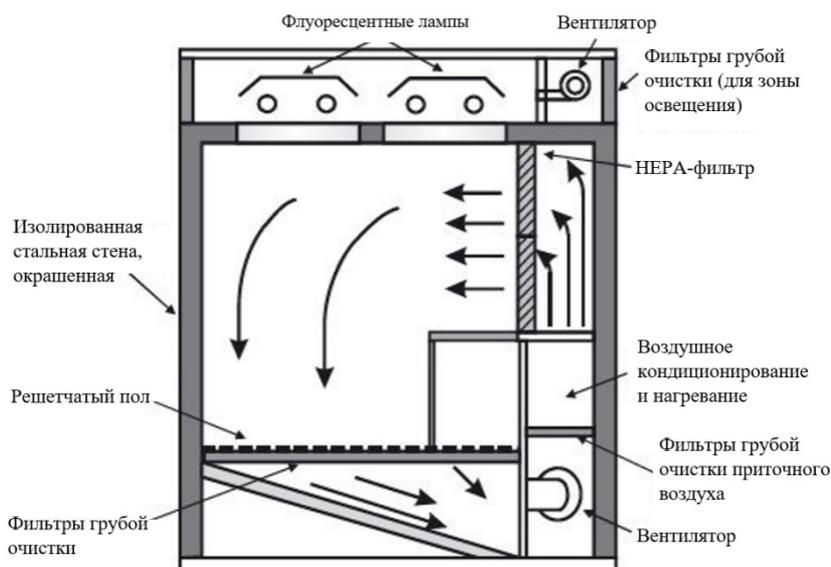


Рис. 1. Конструкция чистой «ламинарной комнаты» Уиллиса Уитфилда

стей рабочей зоны и Уитфилд считал, что помещение практически «самостоятельно очищается» (рис. 1).

Вторым важным условием, без которого чистые помещения не получили бы такой значимости и перспектив, является изобретение суперэффективного воздушного фильтра – HEPA-фильтра (*High Efficiency Particulate Arrestance* – высокоэффективное удержание частиц). Первые подобные фильтры появились еще в довоенной Германии, где велись разработки фильтрующего материала для противогазов. В 1960-х и 1970-х гг. применение чистых помещений быстро распространилось на многие отрасли, включая космические программы НАСА, производство транзисторов и интегральных микросхем, фармацевтическое производство и больницы. На данный момент к таким фильтрам относятся только фильтры класса H13 и H14 [5].

Чистые помещения используются в различных отраслях промышленности, науке и медицине, в производственных и исследовательских проектах. Они также основательно вошли и в фармацевтическую отрасль, ведь без них невозможно производство ни одного лекарственного средства. Этап проектирования занимает важное место в последовательной цепи воплощения лекарственного продукта от замысла до вывода на рынок, поскольку находится между этапами разработки лекарства и его промыш-

ленного производства. Именно поэтому особое внимание в этой статье посвящаем проектированию помещений данной категории.

В помещениях такого типа необходимо осуществлять усиленную фильтрацию поступающего воздуха с использованием принудительной вентиляции, строительство специальных конструкций и использование специальных материалов для покрытий. Также требуются особые решения для тепло-, водо- и электроснабжения, автоматизации и монтажа оборудования. Проектирование помещений данного вида является ответственной задачей, требующей существенных инвестиций в технологии, оборудование и системы контроля технологических параметров. Одним из основных регуляторных документов, на который необходимо опираться при проектировании чистых помещений, является стандарт ГОСТ ИСО 14644 [3].

Во-первых, при разработке чистых помещений необходимо осуществить правильную организацию потока чистого воздуха. Система обеспечения потока чистого воздуха важна как главный элемент в чистом помещении. Она включает в себя следующие элементы.

1. Центральный блок. Он состоит из оборудования, которое очищает воздух. Центральный блок оснащен фильтрами и устройствами для удаления загрязнений. Размер и мощность центрального блока зависят от размера помещения, класса чистоты, количества присутствующей

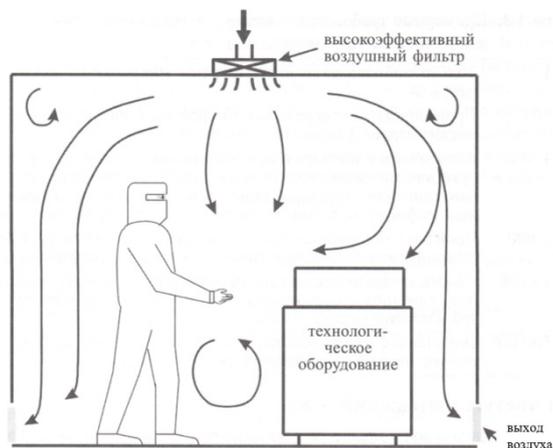


Рис. 2. Чистое помещение с обычным (неоднаправленным) потоком воздуха

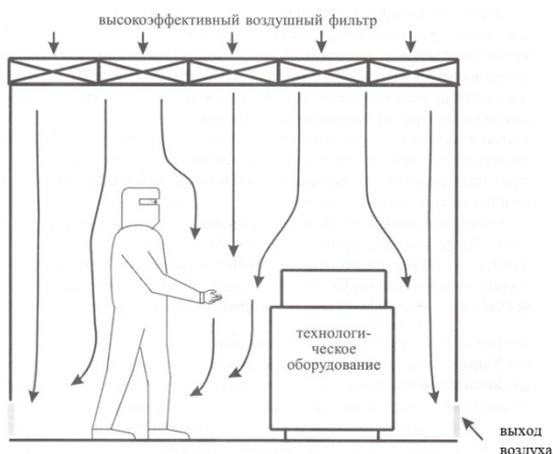


Рис. 3. Чистое помещение с вертикальным однонаправленным потоком воздуха

щих лиц и технологического оборудования.

2. Канальная система. Она представляет собой сеть каналов, которые равномерно распределяют чистый воздух по всему помещению. Каналы должны быть герметичными и изготовлены из материалов, которые легко моются и не выделяют частицы в воздух.

3. Диффузоры. Эти устройства, установленные на каналах, равномерно распределяют чистый воздух по всему помещению.

4. Зонные блоки. Они отвечают за управление потоком воздуха, изменяя его направление в определенных зонах и поддерживая необходимый уровень чистоты.

5. Трассировочные системы. Эти системы контролируют и регулируют параметры воздуха внутри чистого помещения, такие как темпе-

ратура, влажность, давление и скорость потока воздуха.

Чистые помещения и зоны можно разделить на четыре основных типа.

1. Турбулентно вентилируемое чистое помещение. На рис. 2 представлена схема турбулентно вентилируемых чистых помещений, которые также известны как помещения с неоднаправленным потоком воздуха или помещения с обычной вентиляцией. В таких помещениях воздух подается с помощью воздухораспределителей или фильтров на потолке. Они представляют собой классический метод подачи воздуха [2].

2. Чистое помещение с однонаправленным воздушным потоком. Ранее употреблялся термин «ламинарный поток». На рис. 3 изображе-

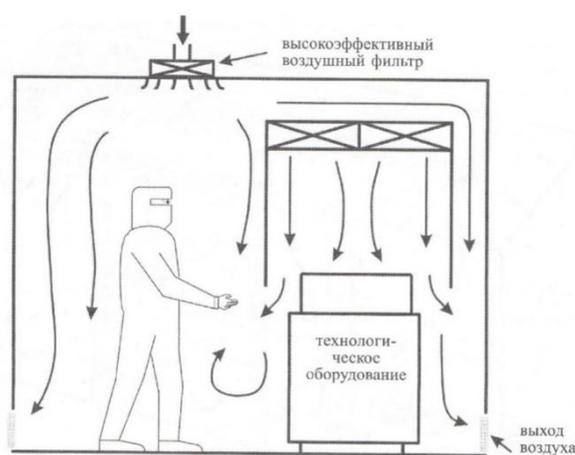


Рис. 4. Чистое помещение со смешанным потоком: внутри турбулентно вентилируемого помещения критическая зона защищена однонаправленным потоком воздуха

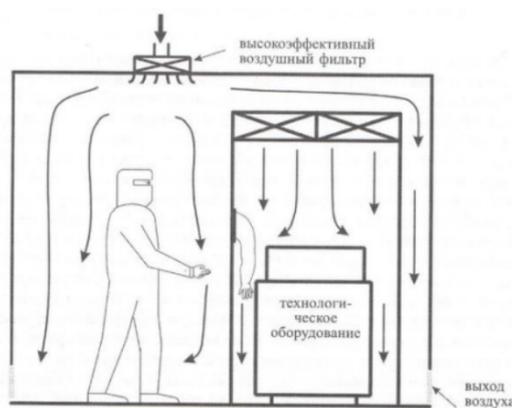


Рис. 5. Использование изолятора для защиты производственной зоны

но, как чистый воздух поступает в помещение через систему высокоэффективных фильтров и проходит через помещение, при этом сохраняется его направление движения [2].

3. Чистое помещение со смешанным потоком. Как можно заметить из рис. 4, данный тип представляет турбулентно-вентилируемое чистое помещение. Однако, в случаях, когда продукт может подвергнуться загрязнению, используется лабораторный шкаф (бокс) с однонаправленным потоком воздуха [2].

4. Изоляторы и минизоны. Эти устройства применяются внутри чистых помещений, чтобы обеспечить более высокий уровень защиты от загрязнений. На рис. 5 показан изолятор с однонаправленным потоком воздуха, однако также возможно использование и турбулентно-вентилируемых изоляторов. Кроме того, вместо

изображенных на рисунке нарукавных перчаток могут применяться полускафандры [2].

Стоит обратить внимание на такой аспект, как кратность воздухообмена. Кратность воздуха (*Air Changes per Hour, ACH*) – коэффициент, который описывает количество воздуха, проходящего через помещение за час. Он указывает количество воздушных обменов в помещении за час и является важным параметром, который определяет уровень чистоты воздуха в помещении.

Разница в кратности воздуха в разных зонах чистого помещения связана с установкой зонных блоков, которые управляют потоком воздуха в каждой зоне. В зонах с более высоким уровнем чистоты требуется более высокая кратность воздуха, так как они подвергаются проникновению большего количества загрязня-

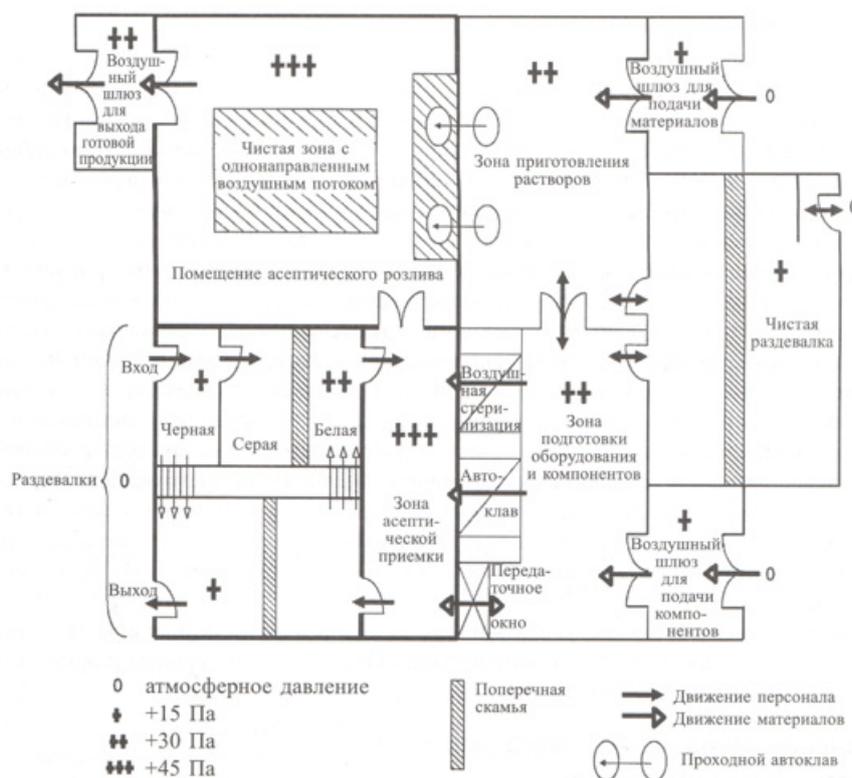


Рис. 6. Пример блока помещений для асептического розлива

ющих частиц, что приводит к более сильному загрязнению помещений. В зонах с более низким уровнем чистоты требуется менее высокая кратность воздуха, так как они не подвергаются такому же большому количеству загрязняющих частиц.

Кроме того, кратность воздуха может быть настроена в зависимости от типа технологического процесса, выполняемого в помещении. Например, в медицинских учреждениях рекомендуется воздушная кратность не менее 6–12 объемов за час в зависимости от типа помещения: 6–8 – для общих палат, 10–12 – для операционных и интенсивной терапии. В лабораториях и помещениях с использованием химических веществ рекомендуется воздушная кратность в пределах 6–12, а в помещениях с использованием радиоактивных веществ – не менее 20. В то же время в асептическом производстве необходимо обеспечить иные уровни кратности воздухообмена: для вспомогательных зон класса C, как правило, приемлемой является кратность воздухообмена не менее 20 объемов/ч. Для зон класса B, как правило, необходима кратность

воздухообмена не менее 40 объемов/ч [10].

Примечательно, что отличие в воздушной кратности в разных зонах чистого помещения связано с требуемым уровнем чистоты воздуха в каждой зоне и спецификой технологического процесса. Тщательное проектирование и точная настройка зонных блоков в соответствии с техническими требованиями позволяют поддерживать необходимый уровень чистоты воздуха во всем помещении.

Климатические параметры играют важную роль при проектировании чистых помещений. Согласно приложению F ГОСТ Р ИСО 14644-4-2002, изменения влажности в чистых помещениях обычно обусловлены внешними факторами, а не внутренними колебаниями и выделением влаги в самом помещении. В случае испарения внутри чистого помещения данная зона должна быть ограждена и оснащена вытяжными устройствами. Однако некоторые процессы, например, изготовление вакуумных трубок и таблетирование, требуют относительной влажности менее 35 % [4].

В медицинских учреждениях, в чистых по-

мещениях лабораторий и фармацевтических заводов, требуется обеспечение высокой степени защиты от воздействия микробов, вирусов и грибков. Для этого необходимо поддерживать следующие параметры климата: температура от 20 до 24 °С, относительная влажность от 30 до 65 %, низкая концентрация частиц пыли и микроорганизмов, которые могут стать причиной инфекций [4].

Для предприятий, занимающихся асептическим производством, существуют специальные требования. Согласно Рекомендации Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) № 6 [10], поддержание определенных параметров микроклимата имеет прямое влияние на асептические процессы и уровень потенциального загрязнения. Для оптимальных условий асептических процессов, если нет особых обстоятельств, считаются следующие диапазоны: температура в диапазоне от 19 °С до 21 °С, относительная влажность воздуха от 40 % до 50 % [10].

В чистых помещениях используются зонные блоки для поддержания необходимого уровня чистоты воздуха в каждой зоне. Эти блоки обеспечивают постоянный поток чистого воздуха и создают отрицательное давление в зонах с более высоким уровнем чистоты, что предотвращает перемещение воздушных потоков между зонами. Однако неправильная настройка или установка зонных блоков может нарушить отрицательное давление в чистых зонах и привести к перекрещиванию потоков воздуха, что, в свою очередь, может вызвать загрязнение.

Для гарантии чистоты асептического процесса необходимо обеспечить адекватное разделение производственных зон (рис. 6). Помещения с высочайшим классом чистоты воздуха должны иметь значительный положительный перепад давления по отношению к смежным помещениям с более низким классом чистоты. Величина перепада давления, определенная приложением № 1 к Правилам надлежащей производственной практики, составляет от 10 до 15 Па (нормативное значение) между смежными помещениями различных классов чистоты при закрытых дверях [8].

После тщательного планирования всех путей воздухообмена составляется проект разме-

щения сэндвич-панелей, дверей, смотровых и передаточных окон, HEPA боксов и фильтр держателей, светотехники и пола.

Вслед за этим, на основании размеров, рассчитанных при проектировании, изготавливаются панели, которые предусматривают трубы для кабелей с отверстиями, подготовленные для установки передаточных и смотровых окон, дверей, а также фильтр держателей и т.д.

Ограждающие элементы стеновых панелей, потолков и полов должны иметь плавные и однородные поверхности, без резких выступов и различий в высоте. Важным требованием является герметичность всех стыков между элементами. Переходы между стенами, потолком и полом имеют скругленные формы, предотвращающие острые углы. Гладкая поверхность ограждающих элементов не выделяет вредные вещества и устойчива к воздействию реактивов и дезинфицирующих средств. Внутренние ограждающие конструкции легко моются и дезинфицируются, обеспечивая высокий уровень гигиены.

Поскольку от качества лекарственных средств зависит жизнь и здоровье человека, важно избежать производства потенциально опасных препаратов [7]. Проектирование чистых помещений в асептическом фармацевтическом производстве является важным этапом, требующим особого внимания к каждой мельчайшей детали. Чистота и гигиеничность помещения становятся ключевыми факторами для обеспечения высокого качества и безопасности производимой продукции. При проектировании необходимо учесть множество факторов, таких как тип помещения, класс чистоты, оптимальное расположение оборудования, системы вентиляции и многие другие аспекты. Более того, не менее важно обеспечить правильную эксплуатацию и регулярное техническое обслуживание помещения, чтобы поддерживать его безупречную чистоту на протяжении всего периода использования. В целом, проектирование чистых помещений представляет собой сложный и ответственный процесс, требующий профессионального подхода и высокой квалификации специалистов, так как особенности в проектировании чистых помещений асептического производства отличаются от других сфер их применения.

## Список литературы

1. Бардадым, В.Ю. Что важнее: высокая эффективность гепа-фильтров или их производительность? / В.Ю. Бардадым // Инновационная наука. – 2021. – № 1. – С. 15–18.
2. Уайт, В. Проектирование чистых помещений / В. Уайт // КЛИНРУМ. – Москва, 2004. – С. 19–28.
3. ГОСТ Р ИСО 14644-1-2017. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1: Классификация чистоты воздуха по концентрации частиц. – М. : Стандартинформ. – 2019. – 36 с.
4. ГОСТ Р ИСО 14644-4-2002. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 4. Проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию. – М. : Стандартинформ. – 2010. – 40 с.
5. Драпалюк, Н.А. Особенности проектирования вентиляции «чистых помещений» / Н.А. Драпалюк, Е.Ю. Дудкина // Инженерные системы и сооружения. – 2013. – № 2(11). – С. 64–69.
6. Наутон, Ф. Чистые помещения для промышленности и медицины. История создания и эффективные решения / Ф. Наутон // Здания высоких технологий. – 2021. – № 3. – С. 49–59.
7. Панаитова, Ю.А. Обеспечение качества вспомогательных веществ в фармацевтической системе качества / Ю.А. Панаитова, А.А. Спиридонова, Е.Г. Хомутова // Наука и бизнес: пути развития. М. : ТМБпринт. – 2021. – № 5(119). – С. 110–115.
8. Правила надлежащей производственной практики Евразийского экономического союза, утв. Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 03.11.2016 №77 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/456026099?ysclid=ljq574pebo389381987>.
9. Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 03.11.2020 №20 «О руководстве по проектированию, эксплуатации, квалификации и техническому обслуживанию систем нагрева, вентиляции и кондиционирования воздуха, применяемых при производстве нестерильных лекарственных средств» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_366963/d1788e6f548648e4cf89957853d61bbc783f5843](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_366963/d1788e6f548648e4cf89957853d61bbc783f5843).
10. Рекомендация Коллегии Евразийской экономической комиссии от 01.03.2021 №6 «О Руководстве по асептическим процессам в фармацевтическом производстве» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/573798896?ysclid=ljq5cvgwpt725370681>.
11. WHO Expert Committee on specifications for pharmaceutical preparations // World Health Organization, 2006. – 461 p.

## References

1. Bardadym, V.YU. Chto vazhneye: vysokaya effektivnost' hepa-fil'trov ili ikh proizvoditel'nost'? / V.YU. Bardadym // Innovatsionnaya nauka. – 2021. – № 1. – S. 15–18.
2. Uayt, V. Proyektirovaniye chistyykh pomeshcheniy / V. Uayt // KLINRUM. – Moskva, 2004. – С. 19–28.
3. GOST R ISO 14644-1-2017. Chistyye pomeshcheniya i svyazannyye s nimi kontroliruyemyye sredy. Chast' 1: Klassifikatsiya chistoty vozdukha po kontsentratsii chastits. – М. : Standartinform. – 2019. – 36 s.
4. GOST R ISO 14644-4-2002. Chistyye pomeshcheniya i svyazannyye s nimi kontroliruyemyye sredy. Chast' 4. Proyektirovaniye, stroitel'stvo i vvod v ekspluatatsiyu. – М. : Standartinform. – 2010. – 40 s.
5. Drapalyuk, N.A. Osobennosti proyektirovaniya ventilyatsii «chistyykh pomeshcheniy» / N.A. Drapalyuk, Ye.YU. Dudkina // Inzhenernyye sistemy i sooruzheniya. – 2013. – № 2(11). – С. 64–69.
6. Nauton, F. Chistyye pomeshcheniya dlya promyshlennosti i meditsiny. Istoriya sozdaniya i effektivnyye resheniya / F. Nauton // Zdaniya vysokikh tekhnologiy. – 2021. – № 3. – S. 49–59.
7. Panaitova, YU.A. Obespecheniye kachestva vspomogatel'nykh veshchestv v farmatsevticheskoy

sisteme kachestva / YU.A. Panaitova, A.A. Spiridonova, Ye.G. Khomutova // Nauka i biznes: puti razvitiya. M. : TMBprint. – 2021. – № 5(119). – S. 110–115.

8. Pravila nadlezhashchey proizvodstvennoy praktiki Yevraziyskogo ekonomicheskogo soyuza, utv. Resheniyem Soveta Yevraziyskoy ekonomicheskoy komissii ot 03.11.2016 №77 [Electronic resource]. – Access mode : <https://docs.cntd.ru/document/456026099?ysclid=ljq574pebo389381987>.

9. Rekomendatsiya Kollegii Yevraziyskoy ekonomicheskoy komissii ot 03.11.2020 №20 «O rukovodstve po proyektirovaniyu, ekspluatatsii, kvalifikatsii i tekhnicheskomu obsluzhivaniyu sistem nagreva, ventilyatsii i konditsionirovaniya vozdukha, primenyayemykh pri proizvodstve nesteril'nykh lekarstvennykh sredstv» [Electronic resource]. – Access mode : [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_366963/d1788e6f548648e4cf89957853d61bbc783f5843](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_366963/d1788e6f548648e4cf89957853d61bbc783f5843).

10. Rekomendatsiya Kollegii Yevraziyskoy ekonomicheskoy komissii ot 01.03.2021 №6 «O Rukovodstve po aseptichestkim protsessam v farmatsevticheskom proizvodstve» // [Electronic resource]. – Access mode : <https://docs.cntd.ru/document/573798896?ysclid=ljq5cvgwpt725370681>.

---

© Т.Д. Ильинов, Ф.Н. Семакин, А.А. Спиридонова, Э.А. Беликова, Е.Г. Хомутова, 2023

УДК 544.2

А.В. КОНДРАШОВА, Р.И. КУЗЬМИНА

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов;

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов

## ВОДОЧИСТКА АДСОРБЦИОННЫМ МЕТОДОМ

*Ключевые слова:* адсорбционные свойства; ионы аммония; кремнезем; модифицирование; опока; очистка; природный сорбент; сорбционная емкость; сточные воды.

*Аннотация.* Данная статья посвящена исследованию адсорбционных свойств природного кремнезема – опоки Саратовского месторождения в процессах водоочистки от ионов аммония. Авторами предложен один из способов улучшения адсорбционных свойств и сорбционной емкости – модифицирование поверхности данного сорбента (фракция 1–2 мм) обработкой растворами солей переходных металлов: *Co* (II), *Cd* (II), *Al* (III), *Cu* (II). Авторами статьи делается вывод о том, что процесс сорбции идет по двум стадиям: внешне- и внутридиффузионной.

Интерес исследователей к использованию природных сорбентов для очистки сточных вод начал проявляться довольно давно. В последнее время в нашей стране сложилась очень тяжелая экологическая обстановка, которая привела к тому, что водоочистка стала одним из самых распространенных технологических процессов, а сорбция – практически единственным методом, позволяющим очищать сточные воды от различных примесей до любого требуемого уровня. При этом особое внимание уделяется сорбционным системам, где в качестве сорбентов используются природные минералы различного происхождения и структуры [1; 2].

Практически неограниченные запасы природных сорбентов, их дешевизна, широкое распространение, высокие фильтрационные, адсорбционные и ионообменные свойства делают экологически и экономически выгодным их использование в процессах очистки сточ-

ных вод [3].

Сточные воды промышленных предприятий содержат различные загрязняющие вещества [4]. В работе проведено исследование адсорбционных свойств природного кремнезема – опоки Саратовского месторождения – в процессах водоочистки от ионов аммония [5].

Одним из способов улучшения адсорбционных свойств и сорбционной емкости является модифицирование поверхности дисперсного кремнезема (опоки) обработкой растворами солей переходных металлов. В работе модифицирование проводилось солевой пропиткой опоки (фракция 1–2 мм) солями *Co* (II), *Cd*, *Al*, *Cu* (II). Опоку заливали 10 %-ми растворами солей указанных металлов и выдерживали при комнатной температуре при периодическом перемешивании. Соотношение твердой и жидкой фаз 1:3. Затем раствор сливали; дисперсный кремнезем – опоку, насыщенный катионами металлов, промывали дистиллированной водой до  $pH = 7,0$  и сушили при температуре 950 °С [6].

При такой обработке происходит только изменение состава обменного комплекса, причем эффективность такого воздействия тем сильнее, чем больше обменная емкость материала. Способность иона металла специфически адсорбироваться, т.е. возможность осуществления и свойства донорно-акцепторных связей с поверхностными  $\equiv Si-OH$  – лигандами определяется электронной конфигурацией модифицирующего металла. Так как вступающий во взаимодействие лиганд является ионогенной группой поверхности кремнезема, несущей большой суммарный заряд, то реакциям поверхностного комплексообразования предшествует возникновение ионных пар или внешнесферных комплексов.

Природа модифицирующего катиона оказывает сильное влияние на адсорбционную

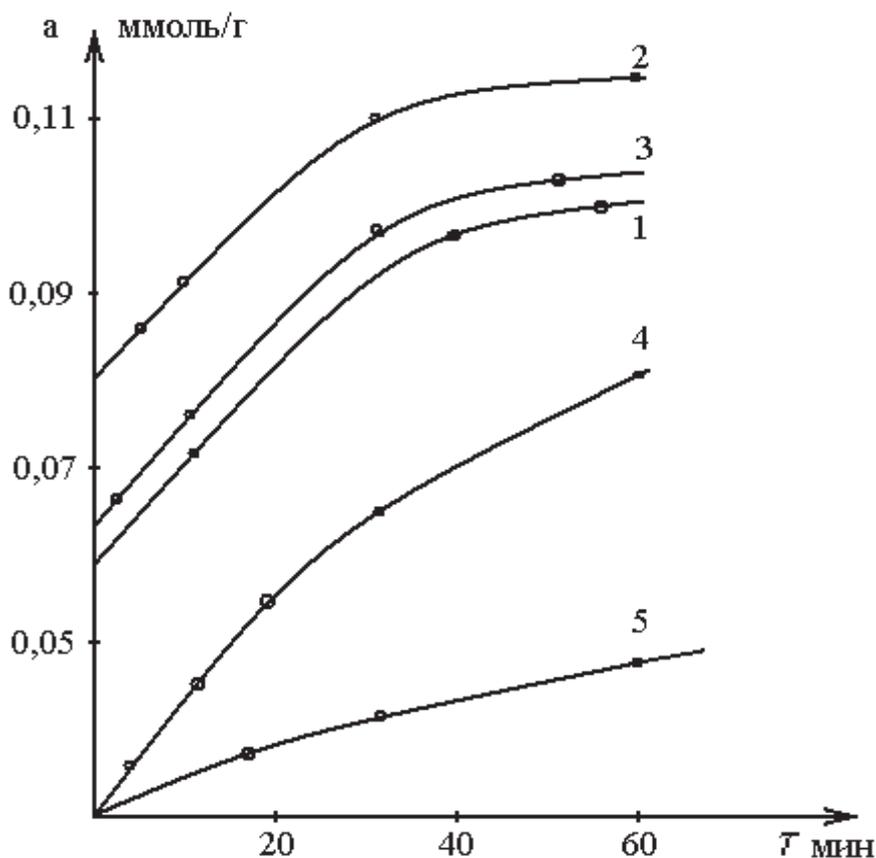


Рис. 1. Изотермы сорбции ионов аммония: 1 – природной опокой; обработанная солями: 2 –  $Co^{2+}$ ; 3 –  $Cd^{2+}$ ; 4 –  $Al^{3+}$ ; 5 –  $Cu^{2+}$ ;  $t^0 = 200\text{ }^{\circ}C$ ; фракция опоки 1–2 мм

способность опок. Выбор селективного сорбента проводился по оценке основных сорбционных характеристик: максимальной величине адсорбции амакс, константы адсорбционного равновесия  $K_{адс}$ , коэффициента распределения иона аммония между твердыми и жидкими фазами  $Kd$ .

На модифицированных образцах снимались изотермы сорбции. Исходная концентрация иона аммония варьировалась в пределах  $(0,5-3,0) \cdot 10^{-3}$  моль/л, время установления сорбционного равновесия составило два часа, соотношение твердой и жидкой фаз сохранялось при соотношении 1:50.

Анализ форм изотерм сорбции ионов аммония на исходной и модифицированной солями кобальта (II), кадмия, алюминия и меди (II) (формами опоки) показывает (рис. 1), что солевая пропитка не влияет на ход изотерм. Они идентичны и сходны с изотермами Фрейндлиха.

На рис. 1 видно, что ион-модификатор не-

однозначно влияет на величину сорбции ионов аммония. Так, обработка солью кобальта (II) способствует увеличению сорбционной активности образца (кривая 2), в то время как пропитка опоки солями алюминия (кривая 4) и меди (II) (кривая 5) существенно подавляет сорбцию ионов аммония, снижая величину практически до 0,025 ммоль/г. Такое различие влияния иона-модификатора на последующий процесс сорбции иона аммония на опоке обусловлен, вероятно, специфичностью их связей с поверхностными  $\equiv Si-OH$  – лигандами кремнезема, наличием сверхэквивалентной адсорбции аква- и гидроксокомплексов (в случае обработки опоки раствором соли меди (II)).

Как и следовало ожидать, ионы  $Co$  (II) продемонстрировали более слабую способность к специфическому взаимодействию с сорбентом. Напротив, ионы алюминия и меди (II) прочно удерживаются на поверхности сорбента, обеспечивая высокую плотность ее покрытия, что создает диффузионные затруднения для

**Таблица 1.** Адсорбционные характеристики природной и модифицированной форм опоки по ионам  $NH_4^+$

Сорбент	Величина адсорбции, а, ммоль/г	Коэффициент распределения, $K_d \cdot 10^{-2}$ , мл/г	Константа адсорбционного равновесия, $K_{адс}$	Коэффициент диффузии, $D \cdot 10^6$ , см <sup>2</sup> /с
Природная опока	0,100	5,0	0,88	1,00
$Co^{2+}$	0,150	12,0	1,15	1,50
$Cd^{2+}$	0,110	8,0	1,07	0,96
$Al^{3+}$	0,078	2,0	0,64	0,64
$Cu^{2+}$	0,025	2,5	0,32	0,32

дальнейшего протекания процесса адсорбции ионов аммония.

Расчитанные на основе изотерм величины  $K_d$ ,  $K_{адс}$  (табл. 1) так же, как и величина  $a_{макс.}$  уменьшаются в ряду:

$Co^{2+}$ -форма >  $Cd^{2+}$ -форма  $\geq$  природная >

$Al^{3+}$ -форма >  $Cu^{2+}$ -форма.

Интерпретация полученных экспериментальных данных по адсорбции ионов аммония делает вывод о том, что процесс сорбции идет по двум стадиям: внешне- и внутридиффузионной.

### Список литературы

1. Котомцев, В.В. Сорбция тяжелых металлов при очистке сточных вод / В.В. Котомцев, М.Э. Буряев, Л.П. Луцкая // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 11-2(77). – С. 28–29.
2. Кондрашова, А.В. Адсорбционные исследования дисперсного кремнезема – опоки / А.В. Кондрашова // II Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные процессы в области химико-педагогического и естественнонаучного образования». – Оренбург : Оренбургский государственный педагогический университет, 2012. – С. 141–142.
3. Лозинская, Е.Ф. Выбор природных сорбентов для очистки сточных вод от ионов меди (II) / Е.Ф. Лозинская, Т.Н. Митракова, Н.А. Жилыева // Auditorium: электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2014. – № 1. – С. 1–6.
4. Левкин, Н.Д. Очистка сточных вод природными сорбентами / Н.Д. Левкин, Н.Н. Афанасьева, А.А. Маликов, В.Л. Рыбак // Известия ТулГУ. Науки о Земле. – 2014. – Вып. 4. – С. 37–42.
5. Кондрашова, А.В. Физико-химические и адсорбционные свойства опоки и применение ее в очистке сточных вод / А.В. Кондрашова, Р.И. Кузьмина // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 6-2(60). – С. 94–99.
6. Кондрашова, А.В. Очистка сточных вод с применением природного минерала – опоки / А.В. Кондрашова, Р.И. Кузьмина, В.А. Буховец, М.К. Садыгова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2020. – № 7(116). – С. 106–110.

### References

1. Kotomtsev, V.V. Sorbtsiya tyazhelykh metallov pri ochistke stochnykh vod / V.V. Kotomtsev, M.E. Burayev, L.P. Lutskaya // Agrarnyy vestnik Urala. – 2010. – № 11-2(77). – S. 28–29.
2. Kondrashova, A.V. Adsorbtsionnyye issledovaniya dispersnogo kremnezema – opoki / A.V. Kondrashova // II Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Innovatsionnyye protsessy v oblasti khimiko-pedagogicheskogo i yestestvennonauchnogo obrazovaniya». – Orenburg : Orenburgskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet, 2012. – S. 141–142.
3. Lozinskaya, Ye.F. Vybory prirodnykh sorbentov dlya ochistki stochnykh vod ot ionov medi (II) /

Ye.F. Lozinskaya, T.N. Mitrakova, N.A. Zhilyayeva // Auditorium: elektronnyy nauchnyy zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2014. – № 1. – S. 1–6.

4. Levkin, N.D. Ochistka stochnykh vod prirodnymi sorbentami / N.D. Levkin, N.N. Afanas'yeva, A.A. Malikov, V.L. Rybak // Izvestiya TulGU. Nauki o Zemle. – 2014. – Vyp. 4. – S. 37–42.

5. Kondrashova, A.V. Fiziko-khimicheskiye i adsorbtsionnyye svoystva opoki i primeneniye yeye v ochistke stochnykh vod / A.V. Kondrashova, R.I. Kuz'mina // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2017. – № 6-2(60). – S. 94–99.

6. Kondrashova, A.V. Ochistka stochnykh vod s primeneniyyem prirodnogo minerala – opoki / A.V. Kondrashova, R.I. Kuz'mina, V.A. Bukhovets, M.K. Sadygova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2020. – № 7(116). – S. 106–110.

---

© А.В. Кондрашова, Р.И. Кузьмина, 2023

УДК 621

ЯН ЦЯН

ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «Военмех»  
имени Д.Ф. Устинова», г. Санкт-Петербург

## АНАЛИЗ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Ключевые слова:* анализ; инженерные расчеты; компьютерные программы; конечные элементы; машиностроение; применение.

*Аннотация.* В статье рассматриваются вопросы, связанные с анализом метода конечных элементов в машиностроении. Цель исследования – изучить метод конечных элементов и его применение в машиностроении. Основные методы исследования: метод анализа, сравнения, принятия решений, логического рассуждения и многие другие. Изучено определение понятия «метод конечных элементов». Автором статьи подчеркивается важность и основные преимущества использования данного метода на практике. Рассмотрены сферы применения данного метода в различных областях производства. Изучены основные этапы решения задач методом конечных элементов в машиностроении и их основное описание. Рассмотрен пример применения метода конечных элементов при расчете сварной конструкции секции магистрального трубопровода. В результате проведенного анализа с использованием различных компьютерных программ удалось выяснить, что в секции трубопровода имеется слабое место, что следует учитывать при проектировании конструкции. Значение рассчитанного коэффициента запаса прочности меньше единицы, что также указывает на необходимость привлечения повышенного внимания к данному изделию на указанном участке. Автор статьи делает вывод о том, что анализ методом конечных элементов представляет собой особую ценность для проведения расчетов, используемых в дальнейшем при проектировании конструкций изделий, испытании их на прочность и т.д.

Результаты: изучен метод конечных элементов и его применение в машиностроении. На примере рассмотрено использование данного

метода и сделаны соответствующие выводы по результатам исследования.

Выводы: проведенный анализ позволил путем использования метода конечных элементов выявить слабые места в секции трубопровода, сравнить полученные значения при использовании различных компьютерных программ и обобщить полученные результаты.

### Введение

Актуальность темы исследования заключается в том, что при выполнении большинства инженерных расчетов используются различные методы, такие как аналитические, численные и другие. Наибольшее распространение в машиностроении получил анализ методом конечных элементов.

Под методом конечных элементов (МКЭ) понимается современный метод на основе использования компьютерных программ для выполнения инженерных расчетов в машиностроении. Преимущество данного метода заключается в том, что он открывает новые возможности проведения качественного и количественного анализа, позволяющего решать самые сложные задачи. Так, например, посредством разбиения сложной конструкции на отдельные детали или узлы позволяет специалисту при помощи метода конечных элементов решать сложные задачи расчета и построения инженерной схемы или конечной модели. Следует отметить, что традиционные методы, применяемые для проведения аналогичных расчетов, имеют ограниченное применение по сравнению с данным. Еще одним преимуществом его использования является возможность получения точных расчетов. Все это делает его незаменимым при проведении процедуры анализа.

## Материалы и методы

При проведении данного исследования были использованы следующие методы: анализа, сравнения, принятия решений, логического рассуждения и многие другие.

## Литературный обзор

Вопросы, касающиеся проведения анализа методом конечных элементов в машиностроении, рассматривали многие ученые, такие как А.А. Котельников, К.И. Абышев, И.Н. Родионова и другие. В данной статье предпринята попытка комплексного изучения вопросов применения метода конечных элементов в машиностроении.

## Результаты

Отрасль машиностроения на сегодняшний день является самой важной, поскольку она обеспечивает потребности общества и государства, решает различные задачи производственного характера.

Следует отметить, что отрасли машиностроения выделены в четыре основные группы:

1) инвестиционное машиностроение, которое включает в себя различные отрасли, такие как химическое, энергетическое, транспортное и другое машиностроение, поддерживаемое в основном за счет инвестиций;

2) сельскохозяйственное машиностроение, которое занимается производством сельскохозяйственной техники, оборудования, тракторов;

3) автомобилестроение, ориентированное непосредственно на выпуск автомобилей;

4) станкостроение, представляющее собой совокупность отраслей, таких как приборостроение, электротехника, ориентированных в основном на запросы и потребности других отраслей народного хозяйства.

В целом, можно отметить, что общими признаками развития для данных видов отраслей являются: сложность и высокая интенсивность труда, необходимость проведения точных расчетов и обоснование экономической эффективности, использование различных методов для проведения анализа, ориентация на потребности смежных отраслей и т.д.

Основными факторами, оказывающими влияние на развитие данных отраслей, являются

следующие:

1) развитие научно-технического прогресса (чем активнее процессы развития науки и техники, тем сильнее стремление хозяйственных субъектов в обновлении парка машин, создании новых технологий, в том числе на основе использования искусственного интеллекта);

2) изменение общественных потребностей (например, рост спроса на сельскохозяйственную продукцию вызывает пересмотр отношений в структуре производства, изменении подхода к оценке качества выпускаемой продукции, расширении ассортимента);

3) темп развития народного хозяйства является фактором, стимулирующим производство (стремление идти в «ногу со временем» рождает желание товаропроизводителей искать новые идеи, создавать инновации и выводить их на рынок).

Предприятия среднего машиностроения занимаются специализированным производством продукции и ориентированы в основном на другие отрасли, а также районы потребления в связи с возникшим спросом на нее [2].

Значение машиностроения для народного хозяйства огромно. Во-первых, данная отрасль обеспечивает оборудованием все нуждающиеся комплексы региона и страны в целом. Во-вторых, отрасль машиностроения определяет экономический рост и развитие экономики в стране. От нее напрямую зависит доход, бюджеты страны, уровень конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках, а также обороноспособность. В-третьих, самая крупная отрасль обеспечивает трудоустройством большое количество людей. В-четвертых, данная отрасль является достаточно перспективной и имеет большие возможности для дальнейшего развития (на базе отдельных производств имеются различные научные промышленные лаборатории, проводятся научные исследования, создаются разработки и внедряются в производство). Также формируются целые научно-технические парки, представляющие собой огромный вклад в науку и производство.

Но, несмотря на отмеченные преимущества, существуют проблемы функционирования отрасли машиностроения, к которым можно отнести следующие:

1) недостаток финансовых средств, сдерживание развития производства, разработку новых технологий, оборудования, проведения ис-

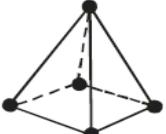
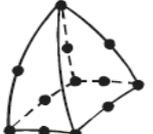
		Геометрия и функция аппроксимации		
		линейная	квадратичная	кубическая
Геометрия	1D			
	2D			
	3D			

Рис. 1. Геометрия и функция аппроксимации

следований;

2) высокая степень изношенности оборудования сказывается на качестве выпускаемой продукции, ее объемах, длительности производственного цикла, способах производства, росте затрат;

3) недостаточный спрос на внутреннем рынке, поскольку в основном покупателем продукции являются свои предприятия и комплексы, то объемы покупок невелики, что, в целом, затрудняет сбыт продукции и влияет на ценовые характеристики;

4) недостаток квалифицированных специалистов влияет на промышленное производство, ощущается дефицит инженеров, технических работников, следует отметить, что в последнее время в связи с широким использованием на многих предприятиях технологий искусственного интеллекта (роботов) повысился спрос на операторов;

5) недостаточный контроль производства, в связи с чем возникает вероятность ошибок в машиностроении, погрешностей расчетов;

6) макроэкономические факторы и причины, сдерживающие развитие отрасли машиностроения, например, политические, экономические, социальные условия в стране;

7) слабая кредитная привлекательность для отрасли машиностроения, недостаточная политика привлечения иностранных партнеров и капитала;

8) неэффективность экспортно-импортной политики;

9) неоднородность и неравномерность развития отраслей машиностроения (некоторые отрасли развиваются более быстро и успешно, другие наоборот);

10) неэффективность налоговой политики государства, влияющая на развитие отрасли машиностроения в целом и т.д.

Эти и другие проблемы являются сдерживающими на пути к развитию отрасли, снижают ее эффективность производства и экономического роста. Считаем, что необходимо проводить тщательный анализ, который поможет снизить риски и угрозы экономической, производственной безопасности и обеспечить стабильность развития в будущем.

Считаем, что важное значение при проведении анализа играет выбор метода.

Метод конечных элементов нашел свое широкое применение в машиностроении при решении различных задач вычислительного типа. Так, данный метод успешно применяется при:

1) определении конструкции на прочность путем подачи на нее статистических нагрузок;

2) проведении детального анализа (расчет колебаний, вибраций);

3) определении прочности изделия путем воздействия циклических нагрузок (то есть от начала цикла до его завершения);

Таблица 1. Технические параметры секции трубопровода

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Длина, см	21 611
2	Внешний диаметр, см	1 020
3	Толщина стенки, см	10
4	Общая масса секции, кг	12 858

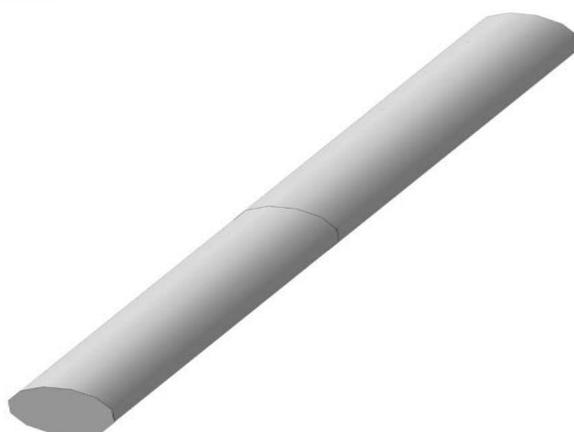


Рис. 2. Трехмерная модель секции

4) проведении теплового анализа (установление параметров теплового потока, разброса температур);

5) использовании в целях гидродинамики (при определении параметров жидкости) и т.д.

Таким образом, круг решаемых задач данного метода является достаточно широким, что позволяет его с успешностью применять на практике.

Далее изучим основные этапы решения задач методом конечных элементов в машиностроении. На первоначальном этапе осуществляется выделение конечных элементов. Очень часто разбивка элементов производится в несколько последовательных этапов, когда вначале выделяются подобласти, границы, а далее геометрия располагаемых элементов. На втором этапе осуществляется нумерация узлов элементов и деталей. Данная информация является определяющей для всех последующих выполняемых операций. Здесь требуется указать не только номер элемента, но и его координаты,

принадлежность к другим элементам. На третьем этапе осуществляется определение аппроксимирующей функции для каждого исследуемого элемента. С помощью данной функции предоставляется возможным включение всех элементов в базу данных библиотеки программного комплекса. В качестве аппроксимирующей функции элементов чаще всего используются полиномы, которые разбираются так, чтобы обеспечить непрерывность искомой функции в узлах и на границах элементов [4]. На рис. 1 наглядным образом представлены геометрия и функция аппроксимации.

На четвертом этапе осуществляется объединение конечных элементов в единый ансамбль или в систему алгебраических уравнений, при этом производится перенумерация узлов. Далее необходимо решить данную систему уравнений, провести сравнительный анализ и оценку эффективности полученных результатов.

Далее рассмотрим пример применения ме-

Таблица 2. Изменение напряжения в секции трубопровода в зависимости от давления

Показатель	Значение показателя				
	1	2	3	4	5
Давление, МПа	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Напряжение, МПа	40,29	80,59	120,88	161,18	201,47

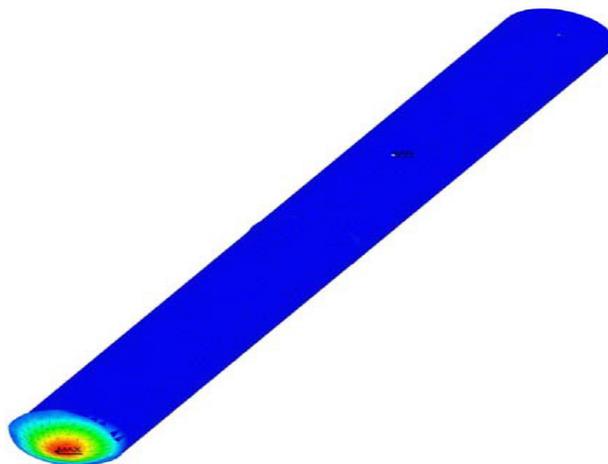


Рис. 3. Максимальное напряжение в секции трубопровода

тогда конечных элементов при расчете сварной конструкции секции магистрального трубопровода. Данная секция представлена в виде трубы со следующими техническими характеристиками (табл. 1).

Основное требование к сварной секции трубопровода состоит в том, что показатели напряжений от реального нагружения должны быть меньше допускаемых напряжений. На практике возникают сложности с испытанием нагрузки, поскольку не всегда удается ее произвести (особенно это касается крупногабаритных изделий). В этом случае прибегают к другим методам исследования. В нашем случае использование метода конечных элементов позволит создать достаточно четкую модель с высокой степенью нагружения, что позволит максимально определить напряжение, приближенное к реальным условиям [3].

На первоначальном этапе в компьютерной программе были созданы 3-D модели отдельных составных частей стойки и сборки готового изделия со сварными швами. На рис. 2 показана

трехмерная модель секции.

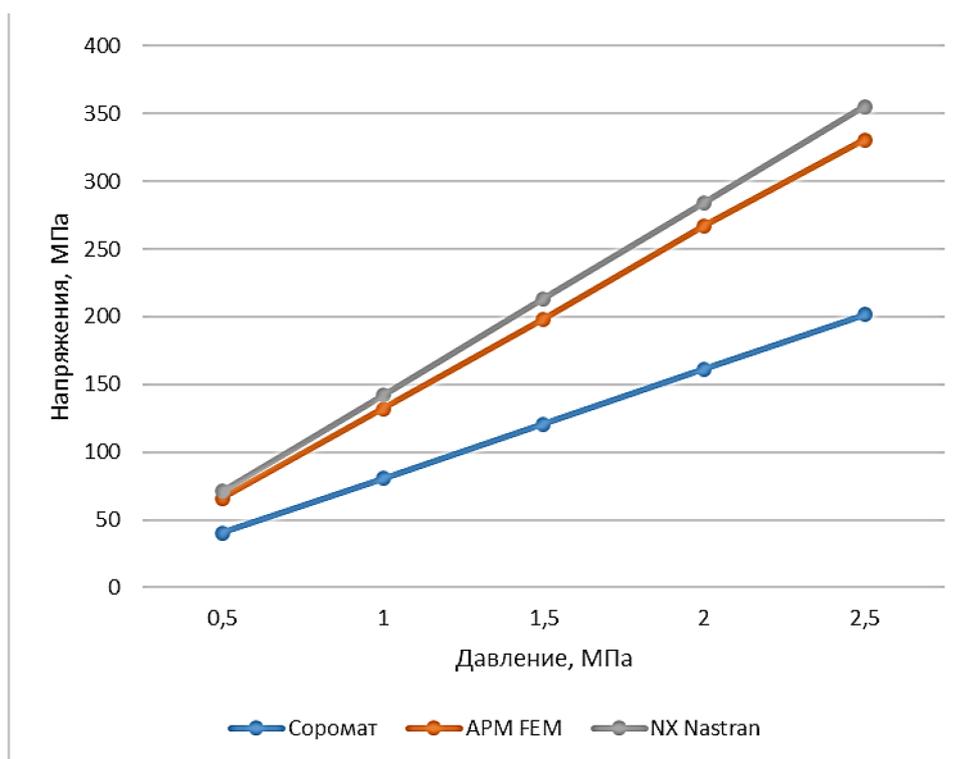
На втором этапе осуществили нагружение представленной детали (при допускаемом напряжении 245 МПа, допускаемом давлении 6,17 МПа), которое дало следующие показатели (табл. 2). В результате проведенного анализа выявили «узкое» место, которым является заглушка секции трубопровода, располагающаяся с торцевой стороны. Данный участок представляет интерес для проведения анализа методом конечных элементов.

Таким образом, путем проведенного анализа удалось выяснить, что нагружать данную конструкцию нагрузкой, превышающей предельно допустимую, не рекомендуется. Целесообразно использовать нагрузку под давлением, которое не превышает 5,17 Мпа [1].

Для подтверждения произведенных расчетов были созданы компьютерные модели в различных программах. Расчет анализируемых параметров в программе Компас – 3 D V 16 показал также, что самое высокое напряжение находится в торцевой заглушке

**Таблица 3.** Данные показателей напряжения в секции трубопровода в зависимости от подаваемого напряжения

Показатель	Значение показателя				
	1	2	3	4	5
Давление, МПа	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Напряжение, МПа	66,08	132,16	198,24	264,33	330,41



**Рис. 4.** Изменение напряжения при подаче давления в секции трубопровода

(рис. 3).

В табл. 3 представлены данные показателей напряжения в секции трубопровода (в зависимости от подаваемого напряжения).

На основе проведенного анализа с использованием метода конечных элементов можно увидеть реальную картину зависимости напряжения от подаваемого давления на секцию трубопровода (рис. 4).

Таким образом, проведенные расчеты подтвердили наличие слабого места в секции трубопровода, а также то, что при подаче максимальной нагрузки значение коэффициента запаса прочности меньше единицы.

### Обсуждение

Метод конечных элементов нашел свое широкое применение в машиностроении. Он имеет множество преимуществ применения. Однако существуют также определенные ограничения. Основной недостаток заключается в том, что он требует составления множества вычислительных программ, наличия современной компьютерной техники. Например, при решении задач повышенной сложности требуется техника с большим объемом памяти и скоростью вычислительных операций. Существуют также определенные риски допущения ошибок и по-

грешностей вычисления, что на практике может привести к нежелательным последствиям и искажениям.

Существует три основных типа рисков в машиностроении:

1) случайный риск – риск, возникновение которого обусловлено появлением случайных событий и факторов;

2) производственный риск – риск, связанный с ошибками производства, принятием решения;

3) неопределенный риск – риск, возникновение которого связывают с неопределенной природой событий или действий.

Используя различные методы оценки, возможно не только проанализировать коммерческие риски промышленных предприятий, но и провести процедуру их прогнозирования с имитацией всех возможных исходов и последствий для производственно-хозяйственной деятельности в целом. Например, одним из таких методов является экспертный способ оценки риска. Управлять им – значит минимизировать

возможность наступления неблагоприятных событий в будущем в производственно-хозяйственной деятельности.

Метод конечных элементов получил широкое распространение и популярность в машиностроении. Он сочетается с другими методами исследования и может использоваться в комплексе.

### Заключение

Можно сделать вывод о том, что анализ методом элементов в машиностроении представляет собой особую ценность при проектировании конструкций, испытании деталей и изделий на прочность и колебания. Данный метод успешно сочетается с другими аналитическими и числовыми методами, дополняя их и расширяя анализ. В целом, при проведении расчетов целесообразно использовать комплексный подход, сочетающий в себе различные методы и методики определения производственных показателей и технических параметров.

### Список литературы

1. Абышев, К.И. Применение метода конечных элементов при расчете сварных конструкций / К.И. Абышев, А.А. Котельников // Сварочное производство. – 2016. – № 2. – С. 3–6.
2. Мочалова, Я.В. Стратегия развития малого и среднего бизнеса в регионах РФ / Я.В. Мочалова // Пространственное развитие территорий : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Белгород, 22 ноября 2018 года / Ответственные редакторы Е.А. Стрябкова, И.В. Чистникова. – Белгород : Общество с ограниченной ответственностью «Эпицентр», 2018. – С. 393–396.
3. Евсигнеева, Н.А. Применение метода конечных элементов при расчете сварной конструкции / Н.А. Евсигнеева, А.А. Котельников, Д.Н. Романенко // Сварочное производство. – 2018. – № 3. – С. 45–48.
4. Котельников, А.А. Программное обеспечение машинной графики / А.А. Котельников // ЗАО «Университетская книга», 2019. – С. 232.
5. Иванов, Н.И. Проектирование вторичного контура бытового аппарата для контактной сварки / Н.И. Иванов, Г.С. Маслов, А.А. Шумаков // Современные материалы, техника и технологии. – 2016. – № 1(4). – С. 76–82.

### References

1. Aбышев, K.I. Primeneniye metoda konechnykh elementov pri raschete svarnykh konstruksiy / K.I. Aбышев, A.A. Kotel'nikov // Svarochnoye proizvodstvo. – 2016. – № 2. – S. 3–6.
2. Mochalova, YA.V. Strategiya razvitiya malogo i srednego biznesa v regionakh RF / YA.V. Mochalova // Prostranstvennoye razvitiye territoriy : Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Belgorod, 22 noyabrya 2018 goda / Otvetstvennyye redaktory Ye.A. Stryabkova, I.V. Chistnikova. – Belgorod : Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Epitsentr», 2018. – S. 393–396.
3. Yevsigneyeva, N.A. Primeneniye metoda konechnykh elementov pri raschete svarnoy

konstruktsii / N.A. Yevsigneyeva, A.A. Kotel'nikov, D.N. Romanenko // Svarchnoye proizvodstvo. – 2018. – № 3. – S. 45–48.

4. Kotel'nikov, A.A. Programmnoye obespecheniye mashinnoy grafiki / A.A. Kotel'nikov // ZAO «Universitetskaya kniga», 2019. – S. 232.

5. Ivanov, N.I. Proyektirovaniye vtorichnogo kontura bytovogo apparata dlya kontaktnoy svarki / N.I. Ivanov, G.S. Maslov, A.A. Shumakov // Sovremennyye materialy, tekhnika i tekhnologii. – 2016. – № 1(4). – S. 76–82.

---

© Ян Цян, 2023

УДК 65.014

А.Р. ГЛИНСКАЯ<sup>1</sup>, Д.В. ТИХОНЕНКО<sup>1</sup>, А.В. НИЗАМЕЕВА<sup>2</sup><sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск;<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

## СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

*Ключевые слова:* автоматизированная система; бизнес-процессы; развитие новых технологий.

*Аннотация.* В современных производственных условиях автоматизация играет ключевую роль в повышении эффективности и качества производства. Применение автоматизации процесса представлено на примере автоматизации одного из процессов, происходящих на деревообрабатывающем производстве. Целью исследования являются автоматизация процесса на участке производства лущения шпона, выявление информации об измерениях и вычислениях правильности подачи оцилиндрованного бревна в шпинделя, контроль температуры ядра бревна в лущильном станке, проектирование системы станка лущения (ССЛ). Будут рассмотрены основные принципы функционирования ССЛ и методы ее проектирования для достижения оптимальных результатов в процессе лущения шпона. Гипотеза исследования: автоматизация процесса лущения шпона с использованием ССЛ, спроектированной для измерения и вычисления правильности подачи оцилиндрованного бревна в шпинделя и контроля температуры ядра бревна, приведет к повышению производительности, снижению производственных затрат и улучшению качества лущеного продукта.

Информационные технологии улучшают нашу жизнь, делая ее более удобной и безопасной. Многие организации используют информационные технологии для своей работы. С их помощью деловые процессы становятся более эффективными и высокотехнологичными, что приводит к улучшению качества работы и ее конкурентности на рынке [1].

Актуальность автоматизации бизнес-про-

цессов на предприятиях позволяет значительно сократить количество ошибок, ускорить выполнение задач, уменьшить трудозатраты и снизить затраты на оплату труда. Она также способствует уменьшению рисков и принятию правильных управленческих решений на основе анализа больших объемов данных. Благодаря автоматизации на предприятии можно улучшить качество работы и повысить удовлетворенность клиентов, что, в свою очередь, повышает конкурентоспособность и прибыльность предприятия [2; 3]. Таким образом, автоматизация бизнес-процессов становится все более актуальной и важной для эффективного функционирования предприятий.

Существует компания, производящая высококачественную продукцию, а именно занимающаяся производством фанеры и топливных раф-брикетов. Особое внимание компания уделяет качеству продукции [4], обеспечению социальной ответственности и развитию региона, где она функционирует. В производстве используются дерево березы, ели, кедра, лиственницы, пихты и сосны. Схему пути создания фанеры можно увидеть на рис. 1.

Для обеспечения реализации каких-либо задач производство фанеры обеспечивается различными специальными этапами, предназначенными для правильного производства. Замедляет процесс на предприятии контроль качества бревна в лущильном станке, а именно измерения и вычисления оцилиндрованного бревна в шпинделя и температура ядра бревна. Исходя из этого, объектом автоматизации будет являться цех по производству шпона, посредством которого осуществляется данная задача. Контроль качества лущильного станка происходит ручным способом. В случае если норма отклонения от шпинделей оцилиндрованного бревна велика, то производятся расчеты вручную работником (лущильником шпона) и делается повтор-

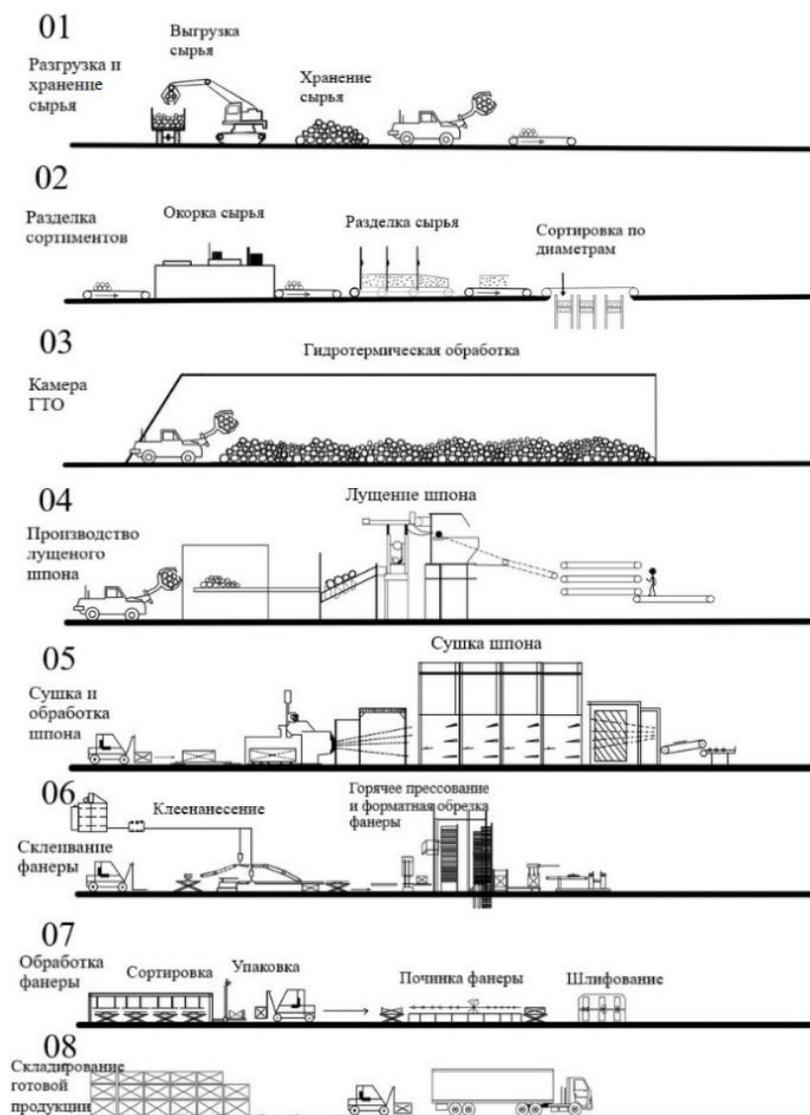


Рис. 1. Бизнес-процессы предприятия

ная проверка. А в ситуации, если происходят отклонения от диапазона температуры, которую проверяет лущильник шпона пирометром, то он оповещает об этом в камеру ГТО. Следствиями вышеперечисленных недостатков будут являться: большая трата времени на выявление неисправностей; большие затраты времени на подсчеты и на замеры температуры; сбой в технологическом процессе станка; отсутствие дистанционного контроля; уменьшение объема производства сырья; брак сырья из-за долгих выводов вручную [5–6].

Когда бревно подается в лущильный станок, он зажимается шпинделями, а работники линейкой замеряют отклонение от шпинделей

и производят вычисления на бумаге. Каждый день в начале смены делаются контрольные замеры и, если нужно, корректируются коэффициенты.

Требуется это для уменьшения показателя КРС – коэффициента расхода сырья. Если по какой-то причине происходит сбой центровки (износ оборудования, ослабевают крепежи, недостаточный зажим чураков и т.д.), то КРС увеличивается, падает полезный выход.

В настоящий момент в этом процессе контроля за подачей оцилиндрованного бревна и температуры ядра бревна нет программы, которая бы отслеживала и автоматически отображала работу лущильного станка. Следовательно,

нет всей необходимой информации о состоянии сырья в процессе работы.

Необходимо рассмотреть недостатки работы вручную.

1. Скорость работы – расчет информации ручным способом занимает много времени. Машины и компьютеры, как правило, функционируют быстрее, чем люди, что давало бы возможность работникам сконцентрироваться на других задачах.

2. Человеческая ошибка – ручная работа требует проверки расчетов (и не один раз), так как люди более подвержены ошибкам, чем компьютеры.

3. Ненадежность – хранение информации на бумажном носителе ненадежно, так как она изнашивается, что может привести к потере данных.

Это некоторые проблемы, которые возникают при производстве расчетов вручную, но их достаточно, чтобы нарушить технологический процесс.

Все эти недостатки могут быть преодолены с помощью автоматизации и модернизации лущильных станков.

Развитие новых технологий позволяет создавать все более совершенные системы автоматизации, которые могут решать самые сложные задачи. Но при этом важно учитывать, что автоматизация не решает всех проблем, поэтому требуется квалифицированный персонал для

правильной настройки и обслуживания систем автоматизации [7]. Таким образом, внедрение автоматизации на предприятиях является важным шагом для повышения эффективности бизнеса, но требует внимательного и аккуратного подхода к ее реализации.

Улучшение выполнения процессов контроля качества лущильного станка в цехе производства шпона на предприятии, а также повышение качества сбора, предоставления информации с датчика расчетов о температуре ядра бревна и расчет правильности подачи оцилиндрованного бревна в станок с камеры осуществляются посредством разработки автоматизированной системы.

Автоматизированная система контроля позволяет упростить работу с информацией и обезопасить ее обработку и хранение в рамках всей организации. Такая система обеспечивает быстрый и точный анализ данных, ускоряет процессы принятия решений и повышает эффективность работы организации в целом. Разработка такой системы позволяет организации существенно снизить риски возможных ошибок и недочетов, связанных с работой с информацией. В целом, автоматизированная система контроля качества является необходимым элементом современной бизнес-инфраструктуры, который позволяет повысить эффективность работы организации и обеспечить ее долгосрочный успех на рынке.

### Список литературы/References

1. Simulation-dynamic model for calculating the equipment leasing / A.A. Boyko, V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : The International Conference "Information Technologies in Business and Industry". – IOP Publishing : IOP Publishing. – 2019. – Vol. 1333. – P. 072003.

2. Simulation-dynamic model of the details manufacturing process in the workshop / O.V. Baryshnikova, V.S. Tynchenko, V.V. Kukartsev [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : 2020 International Conference on Information Technology in Business and Industry, ITBI 2020, Novosibirsk. – BRISTOL, ENGLAND : IOP Publishing Ltd. – 2020. – Vol. 1661. – P. 012208.

3. Dynamic simulation of calculating the purchase of equipment on credit / A.A. Boyko, V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : International Conference "Information Technologies in Business and Industry" – 2 – Mathematical Simulation and Computer Data Analysis, Novosibirsk. – Novosibirsk : Institute of Physics Publishing. – 2019. – Vol. 1333, 3. – P. 032009.

4. Approaches to solving the resource supply problem of the railway company based on intellectual data analysis / O.V. Baryshnikova, V.V. Kukartsev, V.V. Ivanenko [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : The 2020 International Conference on Transport and Infrastructure of the Siberian Region (SibTrans 2020), Irkutsk. – IOP Publishing Ltd : IOP Publishing Ltd, 2021. – P. 012041.

5. Methods of developing a competitive strategy of the agricultural enterprise / V.S. Tynchenko,

N.V. Fedorova, V.V. Kukartsev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited. – 2019. – Vol. 315. – P. 22105.

6. Methods of assessing the efficiency of the foundry industrial marketing / N.V. Fedorova, N.N. Dzhioeva, V.V. Kukartsev [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Krasnoyarsk / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Krasnoyarsk : Institute of Physics and IOP Publishing Limited. – 2020. – Vol. 734. – P. 12083.

7. Management modelling of the natural resources extraction station by agency modelling means / A.O. Stupin, V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : 2020 International Conference on Information Technology in Business and Industry, ITBI 2020, Novosibirsk. – BRISTOL, ENGLAND : IOP Publishing Ltd. – 2020. – Vol. 1661. – P. 012196.

8. Model of production resource management for manufacturing enterprise / V.V. Kukartsev, V.S. Tynchenko, V.E. Petrenko [et al.] // Journal of Physics: Conference Series : 2020 International Conference on Information Technology in Business and Industry, ITBI 2020, Novosibirsk. – BRISTOL, ENGLAND : IOP Publishing Ltd. – Vol. 1661. – 2020. – P. 012178

---

© А.Р. Глинская, Д.В. Тихоненко, А.В. Низамеева, 2023

УДК 331

В.Р. ГРИГОРЬЕВА, Д.Н. ЛЕОНТЬЕВ

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого», г. Санкт-Петербург

## ГОСУДАРСТВО В ФОРМИРОВАНИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА ГОСУДАРСТВЕННЫХ СЛУЖАЩИХ

*Ключевые слова:* государственные служащие; государство; людские ресурсы; развитие человеческого капитала.

*Аннотация.* В данной статье исследуется проблема развития человеческого капитала государственных служащих и участие органов власти в его становлении. Проводится анализ методов воздействия государства на формирование человеческого капитала, а также приводятся предложения для совершенствования этих методов. Цель исследования – анализ влияния государства на формирование и развитие человеческого капитала государственных служащих. Задача состоит в рассмотрении и оценке функционирования человеческого капитала на различных уровнях. Гипотеза исследования заключается в том, что необходимость формирования новой политики, где государство выступает в качестве инвестора в трудовые ресурсы, предполагает создание и поддержание условий устойчивого развития и функционирования кадрового резерва. Методы, такие как изучение источников информации, сбор материала, его анализ, обобщение, сравнение, дают возможность прийти к заключению о том, что исследуемый вопрос актуален и имеет значительный потенциал развития. В качестве вывода можно констатировать, что государство играет важную роль в формировании человеческого капитала, выступая основным каналом реализации накопленного потенциала.

В соответствии с определением Всемирного банка, «человеческий капитал включает знания, навыки и здоровье, в которые люди вкладывают средства и которые они аккумулируют в течение своей жизни, что позволяет им реали-

зовывать свой потенциал и быть полезными обществу» [1]. Необходимым условием является постоянное инвестирование в развитие и обучение персонала для повышения его профессионального уровня и увеличения эффективности работы. Агентами формирования человеческого капитала являются семья, школа, социум, медицина и т.д. Человеческий капитал в лице государственного служащего функционирует на трех уровнях: индивидуальный, групповой (т.е. капитал профессиональной группы, организации, общности) и общественный. Благодаря такому делению можно оценивать эффективность проводимой политики государства для формирования человеческого капитала служащих на уровне конкретного должностного лица, на уровне группы служащих и на уровне системы государственной службы в целом.

Государство участвует в формировании человеческого капитала госслужащих различными способами, которые представлены ниже. Во-первых, основным способом формирования, в котором ключевую роль играет государство, выступает обучение в вузах. Именно вузы выступают главным институтом профессиональной социализации человека. Одним из главных направлений такой подготовки можно назвать ГМУ (государственное и муниципальное управление).

Во-вторых, функционирование государственной службы обеспечивается при помощи нормативно-правовой составляющей, которая включает в себя Конституцию РФ, федеральные законы и нормативно-правовые акты, а также соответствующие нормативно-правовые акты субъектов РФ. Конституция РФ является высшим законом государства, содержащим в себе статьи, характеризующие возможности общества самостоятельно накапливать и фор-



Рис. 1. Квалификационный рост служащих исполнительных органов государственной власти Санкт-Петербурга (по данным [5])

мировать человеческий капитал. Государство оказывает прямое влияние на формирование человеческого капитала – об этом говорится в 43 статье Конституции РФ. Пункт первый устанавливает, что «каждый гражданин имеет право на бесплатное образование» [2]. Таким образом, государство обеспечивает общедоступную образовательную деятельность на безвозмездной основе. Гражданин вправе получить дошкольное, общее основное, среднее профессиональное и высшее (на конкурсной основе согласно п. 3 ст. 43 Конституции РФ) образование в государственных и муниципальных образовательных учреждениях, а также на предприятиях. Кроме того, государство не представляет каких-либо жестких стандартов преподавания, поскольку в первой части ст. 44 гарантируется свобода различных видов творчества и преподавания. Таким образом, мы можем отметить базовые основы формирования человеческого потенциала государственных служащих, нормативное регулирование их профессиональной подготовки, переподготовки, а также повышения квалификации.

В соответствии с Указом Президента «Об основных направлениях совершенствования системы государственного управления» имеется намерение внедрить следующие принципы, обеспечивающие устойчивое функционирование кадровой системы государственной службы [3].

1. Открытые и объективные механизмы конкурсного отбора специалистов на замещение должностей государственной службы.

2. Формирование кадрового резерва при помощи подготовки, обучения и профессионального развития кандидатов на замещение

должностей государственной гражданской службы, предоставление им возможности применять полученные навыки на практике для повышения квалификации.

3. Создание перечня квалификационных требований для соответствующих должностей государственной службы с использованием компетентного подхода – формирование перечня на основании принадлежности к соответствующей должностной группе, выполнения конкретных трудовых функций.

4. Внедрение и дальнейшее развитие института наставничества. Немаловажную роль играют акты Правительства РФ.

В соответствии с приказом Минобрнауки России № 1 567 от 10.12.2014 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 38.03.04 Государственное и муниципальное управление (уровень бакалавриата)» устанавливается единый образовательный стандарт, который определяет обобщенную характеристику направления подготовки, требования к уровню подготовки абитуриентов, а также к образовательному минимуму, общие требования к образовательной программе для вузов, к срокам освоения программы, к степени подготовки выпускников и условиям реализации полученных знаний на практике [4].

Таким образом, при помощи нормативно-правового регулирования определяется модель выпускника по данной специальности, а значит, и качество его человеческого капитала. Государство устанавливает конкретные виды госслужбы, определяет правила замещения определенной должности, устанавливает правовые, экономические, организационные основы

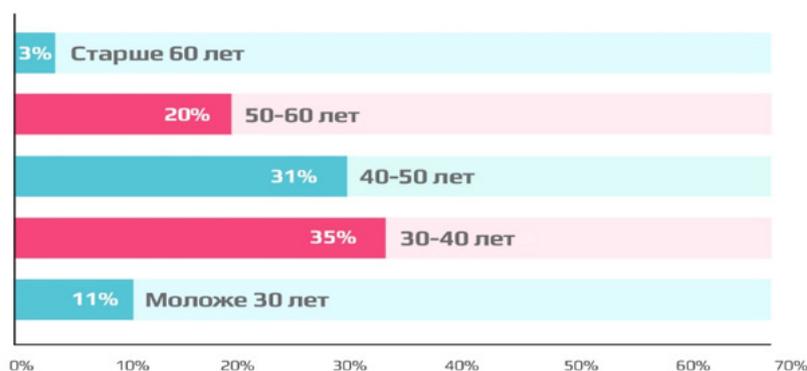


Рис. 2. Соотношение по возрасту государственных гражданских служащих Санкт-Петербурга (по данным [5])

федеральной гражданской службы и государственной гражданской службы в субъектах РФ. В данном случае предметом регулирования выступают отношения органа власти и человека, поступающего на госслужбу.

На примере Санкт-Петербурга рассмотрим деятельность органов власти для повышения качества человеческого капитала государственных служащих. Межрегиональный ресурсный центр Санкт-Петербурга реализует полномочия по организации дополнительного профессионального образования. На рис. 1 представлена динамика повышения квалификации государственных служащих исполнительных органов власти Санкт-Петербурга.

За последние несколько лет число специалистов, получивших дополнительное профессиональное образование растет, что говорит об эффективной деятельности государства в формировании человеческого капитала госслужащих.

Одной из важнейших задач является создание условий для применения полученных знаний. Именно поэтому в систему дополнительного профессионального образования привлекаются действующие госслужащие. Согласно статистике, представленной на рис. 2, каждый девятый государственный служащий Санкт-Петербурга моложе 30-и лет.

Данное соотношение по возрасту свидетельствует о том, что многие выпускники по специальности ГМУ уходят в теневой рынок и работают не по специальности, так как у них нет четкого представления о профессиональной среде. Кроме того, при поступлении на государственную службу для молодых специалистов

отсутствуют гарантии получения места на замещение желаемой должности, так как в результате конкурсного отбора «выигрывают» те специалисты, у которых больше опыта. Однако именно молодые госслужащие способны быстро принимать решения, а также они способны оценивать ситуацию в сфере государственного управления с точки зрения современности рынка. Несмотря на свежесть полученных знаний, отсутствие опыта становится ключевым фактором при замещении определенной должности.

Таким образом, эффективность деятельности государства в формировании человеческого капитала государственных служащих Санкт-Петербурга выросла, однако не может в полной мере обеспечивать реализацию человеческого потенциала выпускников по специальности ГМУ. Для решения этой проблемы в данной статье предлагаются рекомендации, которые улучшат взаимодействие вузов и органов власти, так как именно они являются основным каналом формирования и развития человеческого капитала при помощи государства.

Для решения вышеуказанных проблем необходимо применять комплексные методы, которые предполагают тесное взаимодействие государственных органов власти и вузов, ведущих подготовку специалистов по направлению ГМУ. Для этого следует сделать следующее.

1. Повысить эффективность различных видов практик для студентов и выпускников. Необходимо расширить количество мест для проведения практик, проводить анализ эффективности полученных практических навыков и взаимодействовать с новыми организациями (государственные учреждения и подведом-

ственные им организации). Государство в этом случае может развивать институт наставничества, формально закрепляя его формы и способы взаимодействия со студентами-выпускниками. Также наиболее успешные выпускники по направлению ГМУ могут быть включены в списки кадрового резерва.

2. Привлечение действующих государственных служащих к учебному процессу для совместной разработки и корректировки образовательных программ по специальности. Речь идет об участии специалистов при проверке важных контрольных точек (курсовых проектов, дипломов, отчетов по практике, бакалаврских работ и магистерских диссертаций) как научных руководителей. Также одним из эффективных способов улучшения взаимодействия государственных органов власти и вузов является внедрение таких форматов обмена опытом, как тренинги, мастер-классы, деловые игры с участием действующих специалистов.

3. Непрерывное обучение преподавательского состава и привлечение его к прохождению стажировок в различных органах исполнительной власти. Это является немаловажным фактором, так как при работе со студентами нужно учитывать специфику существующих

профессиональных условий и отслеживать динамику функционирования государственной службы.

4. Привлечение студентов к различным исследованиям, проводимым по заказу органов власти. Речь идет о проведении социальных опросов, ведении отчетности за какой-либо период, анализе статистических данных (т.е. выполнение реальных задач в процессе обучения). Возможно включение в образовательную программу таких дисциплин, которые напрямую связаны с проведением исследований в системе государственной власти.

Необходимость формирования новой политики, предполагающей создание и поддержание условий устойчивого развития и функционирования кадрового резерва, где государство выступает в качестве инвестора в трудовые ресурсы, обусловлена условиями современной экономики, где на первый план выходят развитие постиндустриального общества и глобализация. Наравне с развитием информационных технологий развитие человеческого капитала создает возможности для устойчивого развития мирового сообщества, которое способно быстро адаптироваться к условиям динамично меняющейся реальности.

### Список литературы

1. И. Рябова. Самый экономичный ресурс [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://econs.online/articles/ekonomika/samyu-tsennyu-ekonomicheskij-resurs>.
2. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28399](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399).
3. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2012 г. № 601 «Об основных направлениях совершенствования системы государственного управления» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/35265>.
4. Приказ Министерства образования науки России № 1 567 от 10.12.2014 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 38.03.04 Государственное и муниципальное управление (уровень бакалавриата)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/380304\\_gosmunupr.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/380304_gosmunupr.pdf).
5. Кадровый портал Администрации Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://hr.gov.spb.ru/statistika/14>.

### References

1. I. Ryabova. Samyy ekonomichnyy resurs [Electronic resource]. – Access mode : <https://econs.online/articles/ekonomika/samyu-tsennyu-ekonomicheskij-resurs>.
2. Konstitutsiya Rossiyskoy Federatsii [Electronic resource]. – Access mode : [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28399](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399).
3. Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 07.05.2012 g. № 601 «Ob osnovnykh napravleniyakh

sovershenstvovaniya sistemy gosudarstvennogo upravleniya» [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.kremlin.ru/acts/bank/35265>.

4. Prikaz Ministerstva obrazovaniya nauki Rossii № 1 567ot 10.12.2014 «Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 38.03.04 Gosudarstvennoye i munitsipal'noye upravleniye (uroven' bakalavriata)» [Electronic resource]. – Access mode : [https://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/380304\\_gosmunupr.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/380304_gosmunupr.pdf).

5. Kadrovyy portal Administratsii Sankt-Peterburga [Electronic resource]. – Access mode : <https://hr.gov.spb.ru/statistika/14>.

---

© В.Р. Григорьева, Д.Н. Леонтьев, 2023

УДК 004.67

Т.Г. ДОЛГОВА<sup>1</sup>, А.В. НИЗАМЕЕВА<sup>2</sup>, И.А. ПИНЧУК<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

## ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ГРУПП, СОЗДАВАЕМЫХ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИТ-ПРОЕКТА ПРЕДПРИЯТИЯ

*Ключевые слова:* аналитика; ИТ-проекты; деятельность предприятия; рабочие группы; стиль управления.

*Аннотация.* В данной работе рассматриваются основы формирования рабочих групп, которые создаются для успешной реализации и интеграции ИТ-проектов в структуру организации. Также рассматриваются деятельность людей в проектах и цели, которые они преследуют. Основной проблемой формирования рабочих групп на реализацию проекта является формирование критериев отбора работников, многообразие которых представлено в статье. Чтобы успешно сформировать рабочую группу, необходимо оценить стиль управления, учитывая индивидуальные особенности каждого проекта.

### Введение

В общем случае человеческие ресурсы проекта – это совокупность профессиональных, деловых, личностных качеств участников проекта и членов его команды и их возможностей (влияния, «веса», связей и т.п.), которые могут быть использованы при осуществлении проекта. Трудовые ресурсы являются частью человеческих ресурсов, рассматриваемых как измеримый ресурс в проекте.

Управление трудовыми ресурсами (трудовой менеджмент) проекта – это процесс управления человеческими ресурсами, которые участвуют в реализации проекта. Оно включает в себя определение требований к персоналу, планирование и распределение задач, оценку производительности, мотивацию и развитие персо-

нала [1].

Менеджмент человеческих ресурсов (HR-менеджмент) проекта – это управленческий подход, который помогает эффективно управлять человеческими ресурсами в рамках проекта. Он включает в себя планирование, организацию, управление и контроль ресурсов, связанных с людьми, таких как персонал, знания, опыт и технологии.

Оба подхода направлены на повышение эффективности использования ресурсов, обеспечение качества работы и удовлетворение потребностей всех заинтересованных сторон, включая клиентов, партнеров, инвесторов и сотрудников [2].

Важно наблюдать за трудовыми ресурсами и штатом проекта, то есть за теми объектами управления, которые «измеряемы» в основном в количественной форме.

Планирование проекта – это процесс определения целей и задач проекта, а также разработка плана действий для их достижения. В рамках организационного планирования проекта производятся расчет требуемых трудовых ресурсов и их загрузка. Это позволяет определить сроки и длительность выполнения работ, стоимость привлечения трудовых ресурсов, а также назначить персонал на определенные работы. Также производятся определение необходимых ресурсов для реализации проекта и распределение их между участниками проекта.

В современном мире управление проектами становится все более важным для успеха бизнеса.

Для того чтобы эффективно управлять проектами, необходимо иметь хорошо организованную систему управления штатом и трудовыми ресурсами.

### Блоки управления персоналом

В специализированных программных продуктах по управлению проектами, таких как *Microsoft Project*, *Primavera*, *OpenProject* и другие, есть блоки по управлению персоналом, которые позволяют:

- планировать и распределять задачи между сотрудниками;
- контролировать выполнение задач и сроки;
- оценивать эффективность работы сотрудников;
- управлять коммуникациями между сотрудниками и командой проекта.

Эти блоки позволяют улучшить совместную работу команды проекта и повысить эффективность работы. Кроме того, они помогают избежать конфликтов и недопонимания между сотрудниками, что может привести к задержкам и ошибкам в работе [3].

Таким образом, использование специализированных программных продуктов по управлению проектами позволяет эффективно управлять штатом и трудовыми ресурсами, что, в свою очередь, помогает успешно реализовывать проекты и достигать поставленных целей.

В данном контексте «управление человеческими ресурсами» может означать широкий спектр задач, связанных с управлением персоналом в организации. Однако не все задачи, связанные с управлением человеческими ресурсами, могут быть эффективно решены с помощью программных продуктов. Например, если речь идет о принятии решений на основе интуиции и опыта, то специализированные программные продукты не смогут заменить эти навыки.

Также некоторые задачи, такие как оценка эффективности работы персонала, требуют использования статистических методов и анализа данных, что также не может быть достигнуто с помощью программной автоматизации. В таких случаях необходимо использовать комбинацию программных и ручных методов для достижения максимальной эффективности [4].

Таким образом, понимание границ применимости программных продуктов является важным аспектом для успешного управления человеческими ресурсами. Необходимо определить, какие задачи могут быть автоматизированы, а какие требуют сочетания программных и руч-

ных методов.

Для создания команды необходимо выработать командную управленческую культуру. Командная управленческая культура – это набор правил и норм, которые определяют, как члены команды должны работать вместе. Она включает в себя такие элементы, как доверие, уважение, ответственность, коммуникация и т.д.

Чтобы создать командную управленческую культуру, необходимо проводить регулярные встречи, на которых члены команды будут обсуждать свои идеи и проблемы. Также важно установить четкие правила и процедуры работы, которые будут понятны всем членам команды.

Кроме того, необходимо обучать членов команды навыкам работы в команде и развивать их лидерские качества. Это поможет им стать более эффективными менеджерами и улучшить результаты работы команды.

Для создания эффективной команды необходимо гармонично соединить различные культуры и менталитеты, которые присутствуют в команде. Это может быть достигнуто путем установления общих ценностей и целей, а также путем создания атмосферы сотрудничества и взаимопонимания между членами команды [5].

### Эффективное взаимодействие рабочей группы

Одним из основных принципов эффективной командной работы является взаимное уважение и доверие между членами команды. Каждый член команды должен быть уверен в том, что его мнение учитывается и он может свободно выражать свои идеи и предложения.

Кроме того, для эффективной работы команды необходимо установить четкие правила и процедуры работы, которые будут понятны всем членам команды. Это поможет избежать конфликтов и недоразумений в процессе работы.

Также важно обеспечить командную коммуникацию, которая будет способствовать обмену информацией и идеями между членами команды. Для этого можно использовать различные методы коммуникации, такие как совещания, электронные письма, мессенджеры и т.д.

Наконец, для эффективной работы команды необходимо создавать условия для ее развития

и роста. Это может включать в себя обучение а также предоставление им возможностей для членов команды новым навыкам и технологиям, карьерного роста и развития.

### Список литературы

1. Антамошкин, О.А. Комбинированный метод принятия решений по воспроизводству основных производственных фондов / О.А. Антамошкин, В.В. Кукарцев // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2011. – № 2. – С. 56–60.
2. Кондрин, А.В. Стратегия внедрения CALS-технологии / А.В. Кондрин, В.В. Кукарцев // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. – 2011. – № 3(36). – С. 210–214.
3. Intellectual support system of administrative decisions in the big distributed geoinformation systems / O. Antamoshkin, V. Kukarcev, A. Pupkov, R. Tsarev // 14th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2014 : Conference Proceedings. – Albena, Bulgaria. – 2014. – Vol. 1. – P. 227–232.
4. Антамошкин, О.А. Модели и методы формирования надежных структур информационных систем обработки информации / О.А. Антамошкин, В.В. Кукарцев // Информационные технологии и математическое моделирование в экономике, технике, экологии, образовании, педагогике и торговле. – 2014. – № 7. – С. 51–94.
5. Kukartsev, A.V. Modeling as a tool for reengineering the enterprise production processes / A.V. Kukartsev // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing. – 2020. – Vol. 1661. – No. 1. – P. 012176.

### References

1. Antamoshkin, O.A. Kombinirovanny metod prinyatiya resheniy po vosproizvodstvu osnovnykh proizvodstvennykh fondov / O.A. Antamoshkin, V.V. Kukartsev // Problemy mashinostroyeniya i avtomatizatsii. – 2011. – № 2. – S. 56–60.
2. Kondrin, A.V. Strategiya vnedreniya CALS-tekhnologii / A.V. Kondrin, V.V. Kukartsev // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta imeni akademika M.F. Reshetneva. – 2011. – № 3(36). – S. 210–214.
4. Antamoshkin, O.A. Modeli i metody formirovaniya nadezhnykh struktur informatsionnykh sistem obrabotki informatsii / O.A. Antamoshkin, V.V. Kukartsev // Informatsionnyye tekhnologii i matematicheskoye modelirovaniye v ekonomike, tekhnike, ekologii, obrazovanii, pedagogike i trgovle. – 2014. – № 7. – S. 51–94.

---

© Т.Г. Долгова, А.В. Низамеева, И.А. Пинчук, 2023

УДК 303.6

И.С. ЖАРОВ

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

## О РЕЗУЛЬТАТАХ ОПЫТНОЙ НОСКИ БОТИНОК С ВЫСОКИМИ БЕРЦАМИ ОБЛЕГЧЕННЫМИ ДЛЯ СОТРУДНИКОВ УИС

*Ключевые слова:* анкетирование; ботинки с высокими берцами; вещевое имущество; опытная носка; предметы вещевого имущества.

*Аннотация.* Цель работы – оценить результаты опытной носки ботинок с высокими берцами женскими облегченными для сотрудников уголовно-исполнительной системы (УИС), проведенной во Владимирском юридическом институте Федеральной службы исполнения наказаний (ВЮИ ФСИН) России с целью выявления достоинств и недостатков вновь введенных предметов вещевого имущества. Методы исследования: использовались непосредственно опытная носка, анкетирование участников (респондентов) носки, анализ анкет. Результаты опытной носки показали, что ботинки с высокими берцами женские облегченные соответствуют основным требованиям, предъявляемым к данному вещевому имуществу. Опытная носка позволила оценить качество и удобство носки вновь введенных предметов вещевого имущества при эксплуатации курсантами ВЮИ ФСИН России. Проведенное исследование свидетельствует о целесообразности использования анкетирования как дополнительного инструмента формирования исходного массива данных, анализ которых способствует разработке новых качественных предметов вещевого имущества для сотрудников УИС.

В целях реализации постановления Правительства Российской Федерации от 10 февраля 2021 г. № 150 «О вещевом обеспечении сотрудников уголовно-исполнительной системы Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации»

Управлением тылового обеспечения ФСИН России проводится работа по разработке новых предметов вещевого имущества, включающая в себя мероприятия по утверждению нормативно-технической документации на вновь введенные предметы вещевого имущества.

В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 10 февраля 2021 г. № 150 для лиц рядового, начальствующего состава и курсантов уголовно-исполнительной системы Российской Федерации вводится новый предмет обуви – ботинки с высокими берцами облегченные. Нормы снабжения вещевым имуществом (ботинкам с высокими берцами, ботинками с высокими берцами облегченными) сотрудников УИС приведены в табл. 1.

Ботинки с высокими берцами для сотрудников УИС для различных сезонов носки могут быть изготовлены на хлопчатобумажной подкладке, подкладке из нетканого ворсованного материала, на подкладке из искусственного меха. Ботинки с высокими берцами облегченные для сотрудников УИС предназначены для ношения в летний период, а также в помещениях.

Как видно из табл. 1, всем сотрудникам УИС по нормам снабжения положены вновь введенные предметы вещевого имущества – ботинки с высокими берцами облегченные, в том числе и в качестве заменяемых предметов, при этом срок носки может составлять 2–3 года.

Важнейшим этапом в процессе разработки новых технических условий при производстве предметов вещевого имущества является испытание опытных образцов изделий в различных условиях эксплуатации [3].

**Таблица 1.** Норма снабжения вещевым имуществом (ботинками с высокими берцами, ботинками с высокими берцами облегченными) для сотрудников УИС

Наименование предмета, количество предметов на одного сотрудника	Срок носки (эксплуатации) для лиц высшего начальствующего состава	Срок носки (эксплуатации) для лиц среднего и старшего начальствующего состава	Срок носки (эксплуатации) для лиц рядового и младшего начальствующего состава	Срок носки (эксплуатации) для женщин рядового и начальствующего состава	Срок носки (эксплуатации) для курсантов образовательных организаций высшего образования Федеральной службы исполнения наказаний
Ботинки с высокими берцами, 1 пара	3 года <sup>1</sup>	2 года <sup>2</sup>	2 года	2 года <sup>3</sup>	2 года
Ботинки с высокими берцами облегченными, 1 пара	–	–	2 года	2 года <sup>4</sup>	2 года

Примечания:

1. Вместо ботинок с высокими берцами разрешается выдавать ботинки с высокими берцами облегченные.
2. Лицам, имеющим специальное звание полковника внутренней службы, срок носки (эксплуатации) ботинок с высокими берцами увеличивается на один год. Вместо ботинок с высокими берцами разрешается выдавать ботинки с высокими берцами облегченные.
3. Лицам высшего начальствующего состава и лицам, имеющим специальное звание полковника внутренней службы, срок носки (эксплуатации) ботинок с высокими берцами увеличивается на 1 год. Вместо ботинок с высокими берцами разрешается выдавать ботинки с высокими берцами облегченные.
4. Ботинки с высокими берцами облегченные выдаются лицам рядового и младшего начальствующего состава

В соответствии с указанием Управления тылового обеспечения ФСИН России для проверки эксплуатационных свойств вновь введенных предметов вещевого имущества во ВЮИ ФСИН России было организовано проведение опытной носки ботинок женских с высокими берцами (средней полноты) облегченных для лиц рядового, начальствующего состава и курсантов УИС с материалом подошвы:

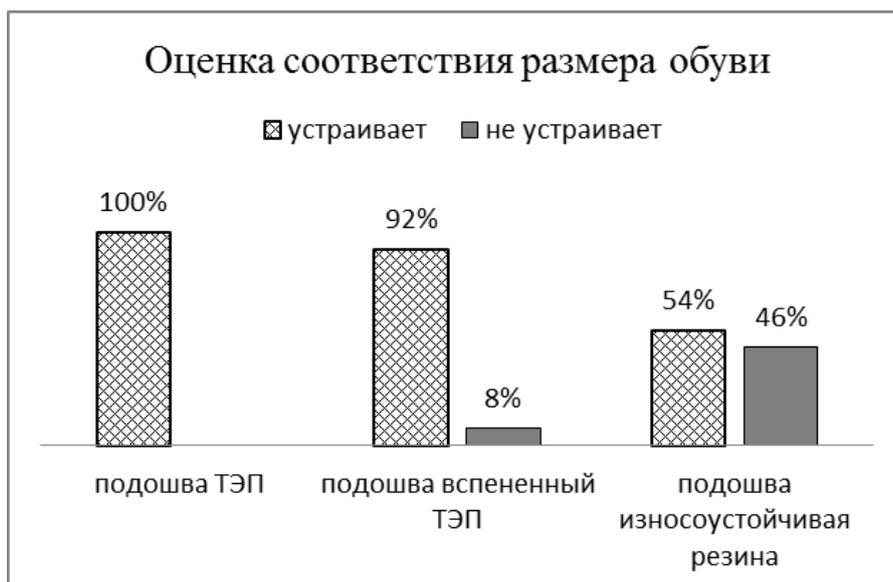
- термоэластопласт (ТЭП) в количестве четырех пар;
- вспененный ТЭП в количестве 13 пар;
- износостойчивая резина в количестве 13 пар.

Исследование было проведено на базе ВЮИ ФСИН России в 2021–2022 гг. и состояло из трех этапов: непосредственно опытная носка, анкетирование участников (респондентов) носки, анализ анкет [1]. Опытная носка положительно влияет на качество изготов-

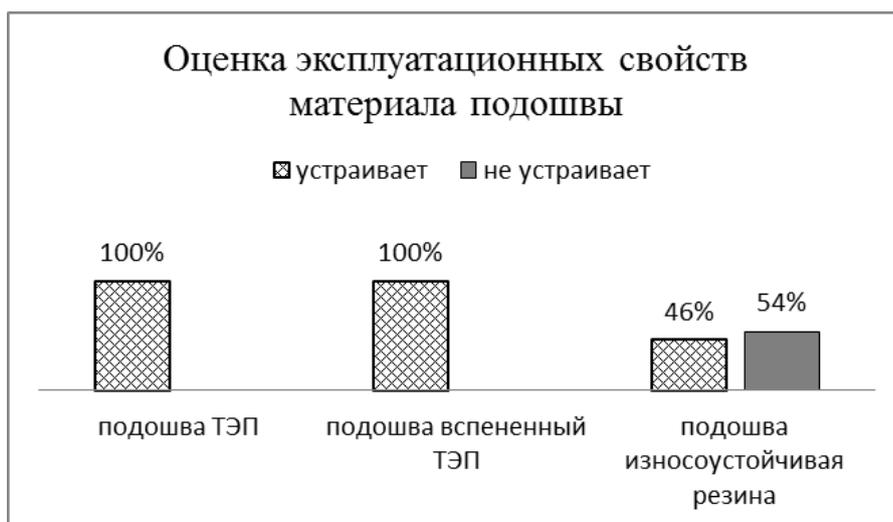
ляемого вещевого имущества, т.к. позволяет своевременно устранять выявленные в ходе опытной носки недостатки путем внесения дополнительных усовершенствований как в конструкцию изделий, так и в применяемые материалы.

Для определения степени износостойчивости материала подошвы и объективной оценки конструкции ботинок с высокими берцами облегченных в условиях максимальных физических нагрузок опытная носка ботинок осуществлялась курсантами младших курсов, в связи с тем, что у них данное вещевое имущество подвергается наиболее сильному износу из-за интенсивной эксплуатации в служебной деятельности (занятия по строевой подготовке, тактико-специальные (полевые) занятия). Продолжительность опытной носки составила три месяца.

При опытной носке данных образцов бо-



**Рис. 1.** Оценка респондентами соответствия размера обуви параметрам стопы (обувь велика/мала, широка/узкая)



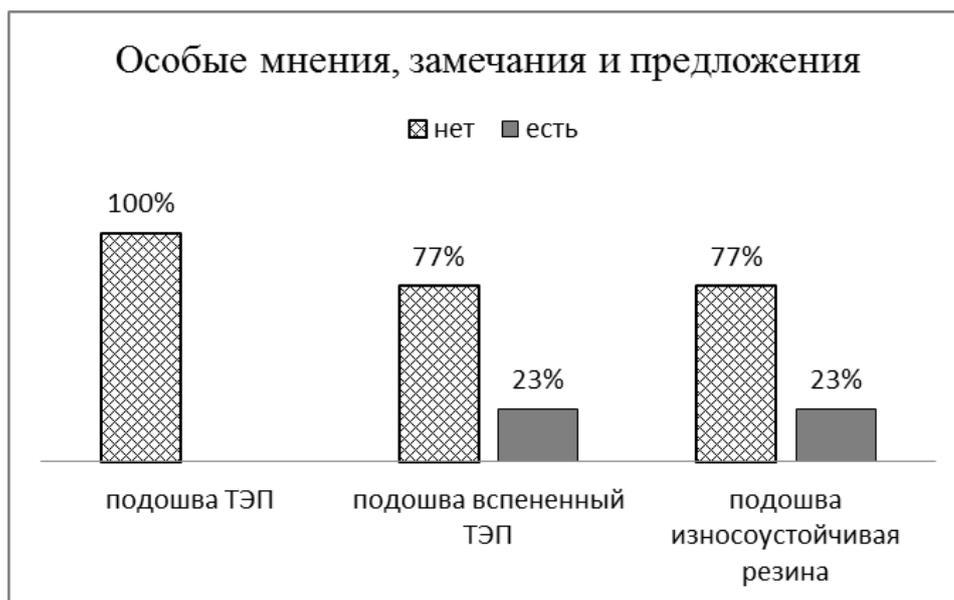
**Рис. 2.** Оценка респондентами эксплуатационных свойств материала подошвы (устойчивость к истиранию, гибкость, устойчивость к появлению трещин и т.д.)

тинок соблюдались следующие условия: мокрая обувь просушивалась при температуре не выше 40 °С вдали от отопительных приборов и источников тепла, обувь очищалась от грязи и пыли сухой щеткой, чистка кожаного верха обуви производилась обувным кремом, при надевании использовался специальный рожок, исключались случаи снятия обуви путем наступания на задник.

Для проведения анкетирования о резуль-

татах проведения опытной носки вновь разрабатываемых предметов вещевого имущества использовались опросные листы, подготовленные Ивановским филиалом ФКУ ЦНТЛ ФСИН России.

В результате проведенного методом анкетирования исследования выявлены отдельные незначительные недостатки обуви, что позволило на основе заполнения респондентами опросных листов построить соответствующие диаграммы



**Рис. 3.** Особые мнения, замечания и предложения респондентов по результатам носки обуви

(рис. 1–3).

Так, один из респондентов пожаловался, что ботинки с высокими берцами с материалом подошвы «вспененный ТЭП» велики на один размер, а шесть респондентов указали на то, что у ботинок с высокими берцами с материалом подошвы из износостойчивой резины узкий нос (рис. 1).

Пять респондентов, носивших ботинки с высокими берцами с материалом подошвы из износостойчивой резины указали на то, что у ботинок подошва оставляет следы на напольном покрытии, а двое респондентов отметили жесткость подошвы (рис. 2).

Согласно опросным данным всех респондентов полностью устроили: высота обуви; ширина обуви по верхнему краю; количество, вид, расположение фурнитуры для шнуровки; количество, вид, расположение сквозной перфорации; эксплуатационные свойства материала верха текстильного голенища (плотность, прочность, устойчивость окраски, водонепроницаемость), сетчатого подкладочного материала (стойкость к истиранию и гигроскопичность), вкладной кожаной стельки. Всех респондентов полностью устроил текстильный материал верха, который легко очищается от грязи без ухудшения внешнего вида после ношения во время дождливой, слякотной погоды. Однако респонденты отметили, что сквозная перфорация мо-

жет пропускать воду и грязь внутрь обуви после ношения во время дождливой, слякотной погоды.

Также в опросных листах была предусмотрена возможность дописать особые мнения, замечания и предложения по результатам носки обуви, не включенные в опросный лист. При этом трое респондентов, носивших ботинки с высокими берцами с материалом подошвы «вспененный ТЭП», и трое респондентов, носивших ботинки с высокими берцами с подошвой из износостойчивой резины, указали на то, что у ботинок жесткий задник (рис. 3).

У ботинок с высокими берцами с подошвой из износостойчивой резины респондентами выявлены следующие недостатки: узкий нос (46 % респондентов), подошва оставляет следы на напольном покрытии и жесткость подошвы (54 % респондентов), жесткий задник обуви (23 % респондентов). У ботинок с высокими берцами с материалом подошвы «вспененный ТЭП» респондентами выявлен недостаток – жесткий задник обуви (23 % респондентов).

Такой недостаток ботинок, как узкий нос, отмеченный рядом респондентов, связан с необходимостью правильной подгонки обуви. Подгонка обуви имеет целью хорошо подобрать по ноге (по ее форме и размерам) нужный размер

обуви. В перечне мероприятий, обеспечивающих правильную эксплуатацию обуви, подгонка занимает центральное место. Значение ее настолько велико, что можно без преувеличения сказать: хорошая подгонка на 90 % решает все вопросы рациональной эксплуатации обуви. Правильно подогнанная обувь легко надевается и не сдавливает стопу при передвижении. Между большим пальцем и носком обуви должен прощупываться зазор в 10–15 мм, но при этом стопа должна достаточно хорошо фиксироваться [2].

В опытной носке использовались ботинки с высокими берцами средней полноты, чем и были вызваны замечания на узкий нос для отдельных моделей ботинок у курсантов, имеющих стопу широкой полноты. Следовательно, при проведении закупок обуви в заключаемых государственных контрактах на поставку необходимо указывать в спецификации не только размер обуви, но и полноту обуви (среднюю, узкую, широкую) на основании фактических значений размерных параметров стопы у сотрудников УИС. При отсутствии сведений о фактических размерных параметрах сотрудников УИС (курсантов образовательных организаций ФСИН России, зачисляемых на первый курс, и граждан, впервые принятых на службу в УИС) необходимо применять размерно-ростовочные параметры в соответствии с требованиями приказа ФСИН России от 22.12.2022 № 894 «О размерно-ростовочных параметрах вещевого имущества (довольствия) для нужд уголовно-исполнительной системы Российской Федерации».

Основным недостатком обуви, как отметили респонденты, является сквозная перфорация, которая может пропускать воду и грязь внутрь обуви после ношения во время дождливой, сырой погоды. По нашему мнению, это связано с тем, что сквозная перфорация расположена близко к подошве (на нижней накладной детали берцев).

Недостатки подошвы из износостойчивой резины (оставление следов на напольном покрытии и жесткость подошвы) связаны со специфическими свойствами материала подошвы. Данный недостаток можно устранить выбором подошвы с оптимальным составом компонентов резиновой смеси.

Анкетирование респондентов показало, что в отдельных случаях отмечен такой недостаток,

как жесткость задника обуви, что может вызвать дискомфорт. Это связано с тем, что необходимо некоторое время для изнашивания обуви, при дальнейшей эксплуатации детали обуви под воздействием нагрузок и благодаря пластическим характеристикам обувных материалов смягчаются, а жесткость их уменьшится.

Опросные листы о результатах опытной носки обуви были направлены в Ивановский филиал ФКУ ЦНТЛ ФСИН России и данная информация учитывалась при разработке технических условий ТУ 15.20.13-322-08946314-2022 «Ботинки с высокими берцами облегченные женские для сотрудников учреждений и органов уголовно-исполнительной системы Российской Федерации».

Данные технические условия распространяются на изделие ведомственного назначения – ботинки с высокими берцами облегченные женские для сотрудников учреждений и органов уголовно-исполнительной системы Российской Федерации и курсантов образовательных организаций высшего образования Федеральной службы исполнения наказаний.

Согласно техническим условиям ТУ 15.20.13-322-08946314-2022 «Ботинки с высокими берцами облегченные женские для сотрудников учреждений и органов уголовно-исполнительной системы Российской Федерации» конструкция верха обуви представляет собой кожаные детали: союзку, фигурную задинку (наружную и внутреннюю), удлиненный задний наружный ремень, заканчивающийся петлей, нижнюю накладную деталь берцев (наружную и внутреннюю), надблочки; текстильные детали: беред (наружный и внутренний), удлиненный язычок. Верхний край обуви с мягким кантом, оформленным наружной кожаной отделочной деталью. На удлиненных частях фигурной задинки выполнена сквозная перфорация: два ряда отверстий круглой формы диаметром 1,5–3 мм. Обувь закрепляется на ноге с помощью шнуровки, проходящей через семь рядов металлической фурнитуры. Обувь выполнена на подкладке.

Анализируя конструкцию ботинок с высокими берцами облегченными женскими, можно отметить, что сквозная перфорация отверстиями круглой формы диаметром 1,5–3 мм позволяет обеспечить дополнительную вентиляцию внутриобувного пространства, при этом их

размещение на удлиненных частях фигурной задинки предотвратит попадание воды и грязи внутрь обуви.

В соответствии с ТУ 15.20.13-322-08946314-2022 ботинки с высокими берцами облегченные женские (в зависимости от применяемых материалов для подошвы) могут изготавливаться двух видов:

- для лиц рядового и начальствующего состава с подошвой из ТЭП;
- для курсантов с подошвой из износостойчивой резины.

Подошва из износостойчивой резины по сравнению с подошвой из ТЭП обладает следующими преимуществами: повышенным сопротивлением истиранию, повышенным сопротивлением многократному изгибу, что обеспечивает долговечность и надежность этой подошвы (прочность и стойкость к истиранию), а значит, возможность ее применения в условиях интенсивной эксплуатации для курсантов (занятия по строевой подготовке, тактико-специальные (полевые) занятия), особенно младших курсов.

Так, в 2016 и 2018 гг. в процессе носки ботинок с высокими берцами курсантами очного обучения первого курса юридического факультета ВЮИ ФСИН России у ботинок произошли повреждения подошвы (изготовленной из ТЭП) в течение гарантийного срока эксплуатации (решение Арбитражного суда Саратовской области от 4 сентября 2017 г. по делу № А57-26727/2016, решение Арбитражно-

го суда Владимирской области от 21 октября 2019 г. по делу № А11-2744/2019). Применение для курсантов образовательных организаций ботинок с высокими берцами с подошвой из износостойчивой резины будет способствовать устранению случаев преждевременного износа данных предметов вещевого имущества.

В целом, результаты опытной носки показали, что ботинки с высокими берцами облегченные соответствуют основным требованиям, предъявляемым к данному вещевому имуществу. Проведенное исследование свидетельствует о целесообразности использования анкетирования как дополнительного инструмента формирования исходного массива данных, анализ которых способствует разработке новых качественных предметов вещевого имущества для сотрудников УИС.

Представляется интересным продолжить работу по проведению опытной носки вновь введенных предметов вещевого имущества, в частности с продолжительностью опытной носки, равной сроку носки (эксплуатации), с целью определения степени износа элементов (деталей) и выявления элементов, наиболее подверженных износу. При этом данную опытную носку целесообразно проводить с учетом специфики службы – в исправительных учреждениях, следственных изоляторах, подразделениях специального назначения, образовательных организациях ФСИН России и других подразделениях.

### Список литературы

1. Жаров, И.С. Анкетирование респондентов по результатам опытной носки ботинок с высокими берцами / И.С. Жаров // StudNet. – 2022. – Т. 5. – № 6. – С. 178.
2. Ноздрачев, А. В. Экипировка : учеб. пособие / А.В. Ноздрачев, В.П. Сальников, М.В. Сильников, В.А. Химичев / под общ. ред. В.П. Сальникова, М.В. Сильникова. – СПб : Санкт-Петербургский университет МВД России, Академия права, экономики и безопасности жизнедеятельности, Фонд «Университет», 2001. – 272 с.
3. Цибульская, Г.З. Организация вещевого обеспечения подразделений ФСИН России : учеб. пособие / Г.З. Цибульская, А.Ф. Каленик, С.Г. Везломцева / под общ. ред. А. Ф. Каленика / Академия ФСИН России. Рязань, 2015. – 385 с.

### References

1. Zharov, I.S. Anketirovaniye respondentov po rezul'tatam opytnoy noski botinok s vysokimi bertsami / I.S. Zharov // StudNet. – 2022. – Т. 5. – № 6. – С. 178.

2. Nozdrachev, A. V. Ekipirovka : ucheb. posobiye / A.V. Nozdrachev, V.P. Sal'nikov, M.V. Sil'nikov, V.A. Khimichev / pod obshch. red. V.P. Sal'nikova, M.V. Sil'nikova. – SPb : Sankt-Peterburgskiy universitet MVD Rossii, Akademiya prava, ekonomiki i bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti, Fond «Universitet», 2001. – 272 s.

3. Tsibul'skaya, G.Z. Organizatsiya veshchevogo obespecheniya podrazdeleniy FSIN Rossii : ucheb. posobiye / G.Z. Tsibul'skaya, A.F. Kalenik, S.G. Vezlomtseva / pod obshch. red. A. F. Kalenika / Akademiya FSIN Rossii. Ryazan', 2015. – 385 s.

---

© И.С. Жапов, 2023

УДК 658.562.64

О.Ю. ОРЛОВА<sup>1</sup>, Т.И. ЛЕОНОВА<sup>2</sup>, Н.В. ВАЛЕБНИКОВА<sup>2</sup>

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

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

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА НЕПРЕРЫВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

*Ключевые слова:* кризисное управление; менеджмент непрерывности деятельности; система менеджмента качества.

*Аннотация.* Цель – сформулировать рекомендации по формированию и реализации плана обеспечения непрерывности деятельности организации, основанного на требованиях современных стандартов в области системы менеджмента качества и системы менеджмента непрерывности деятельности.

Задачи исследования: определить принципы разработки комплексных мероприятий в системе менеджмента качества организации, реализация которых позволит обеспечить бесперебойное функционирование предприятия и разработать современный инструментарий для управления рисками остановки производственной деятельности.

Гипотеза исследования состоит в том, что управление вероятными угрозами нарушения ключевых производственных процессов в системе менеджмента качества невозможно без разработки и внедрения документированных планов по обеспечению непрерывности деятельности, которые должны включать четкий и согласованный алгоритм действий членов корпоративной команды, направленных на своевременное выявление подобных рисков и угроз, а также устранение последствий их реализации. Методы исследования включают логические методы анализа и экономического наблюдения.

Достигнутые результаты исследования могут быть взяты за основу для разработки мер, направленных на повышение качества управления рисками нарушения производственных процессов организациями, для которых обеспечение непрерывности деятельности и без-

опасности людей является основополагающим принципом поддержания целостности экономических связей и сотрудничества.

Глобальные вызовы и потрясения последних лет диктуют новые правила управления предприятиями, в том числе управления рисками, реализация которых может нанести непоправимый урон ключевым производственным процессам, логистическим цепочкам и налаженным каналам сбыта продукции. Применение нового инструментария или трансформация существующих подходов к управлению рисками в системе менеджмента качества организации становятся абсолютно необходимыми для того, чтобы смягчить или преодолеть их разрушительные последствия в условиях возрастающей неопределенности и санкционного давления. Особое внимание в этой части следует уделять обеспечению бесперебойной деятельности предприятий, работающих с государственным оборонным заказом и по программам импортозамещения. Это является актуальной практической задачей.

Понятие непрерывности деятельности определено в стандарте ГОСТ Р ISO 22301–2021 «Системы менеджмента непрерывности деятельности» и основывается на следующих основополагающих принципах:

- бесперебойное функционирование;
- реализация;
- регулярное совершенствование внутрикорпоративной системы менеджмента непрерывности деятельности организации.

Качество непрерывности деятельности неразрывно связано со степенью соответствия характеристик непрерывности с требованиями ор-

ганизации, государства, общества, поставщиков и всех заинтересованных сторон.

Процессы: управление непрерывностью бизнеса в соответствии с требованиями стандартов определяется как целостный процесс управления, ключевыми элементами которого выступают следующие подпроцессы:

- процесс идентификации потенциальных рисков и угроз, которым подвергается организация;

- процесс оценки потенциального влияния на организацию в случае реализации выявленных угроз;

- процесс формирования корпоративной платформы для обеспечения способности организации восстанавливать свою деятельность в случае реализации кризисных сценариев, что позволило бы обеспечить соблюдение интересов всех заинтересованных сторон, которые принимают участие в совместной деятельности и создании добавленной стоимости производственных процессов и деловой репутации.

Корпоративные решения по обеспечению качества непрерывности деятельности должны быть основаны на следующих принципах менеджмента качества: лидерство; ориентация на потребителя; персонал; процессный подход; решения, построенные на фактах; постоянное улучшение; партнерство.

Целью мероприятий по качеству обеспечения непрерывности деятельности являются:

- безопасность сотрудников, чтобы избежать травмы или гибель людей;

- продолжение деловой активности до восстановления и запуска нормального функционирования бизнес-процесса или деятельности в целом;

- защита репутации предприятия перед сотрудниками, акционерами, регулируемыми органами, контрагентами и всеми заинтересованными сторонами.

Для предприятий, которые работают с государственным оборонным заказом и выполняют программы импортозамещения непрерывность деятельности в современных условиях приобретает особое значение, поскольку от бесперебойной работы зависит выполнение договорных обязательств с контрагентами-покупателями продукции и выполнение установленных планов в целях обеспечения роста экономики Российской Федерации.

Для обеспечения непрерывности деятельности и подготовки организации к работе в

случае возникновения критически неблагоприятных ситуаций необходимо формирование на корпоративном уровне команд управления и обеспечения непрерывности деятельности, в состав которых могут быть включены:

- антикризисный штаб (руководство, сотрудники, принимающие ответственные решения);

- группа по управлению кризисной/рисковой ситуацией (ответственный сотрудник риск-подразделения (риск-координатор), представители структурных подразделений, исполняющие решения антикризисного штаба и координирующие процессы);

- группа по оповещению (сотрудники, ответственные за оповещения о необходимых действиях в случае возникновения кризисной/рисковой ситуации (могут быть руководители структурных подразделений, либо единое подразделение коммуникаций);

- сотрудники предприятия (все, на кого повлияла угроза непрерывности).

Руководители структурных подразделений/центров ответственности обязаны:

- проводить оценку влияния кризисной ситуации на операционную деятельность структурного подразделения/центра ответственности;

- координировать действия команды соответствующего структурного подразделения в случае возникновения кризисной ситуации;

- обеспечивать осведомленность всех членов соответствующего структурного подразделения/центра ответственности о конкретных мероприятиях и действиях, а также связанных с ними индивидуальных обязанностей;

- способствовать обучению всех подчиненных сотрудников, включенных в план;

- участвовать в подготовке и актуализации плана по своему структурному подразделению и своевременно информировать членов соответствующего структурного подразделения о наличии каких-либо изменений;

- содействовать в повышении уровня непрерывности деятельности предприятия в целом.

В ходе выполнения своих функциональных обязанностей владельцы потенциальных рисков должны иметь право вовлекать в процесс выполнения разработанного плана необходимых специалистов организации, в том числе сотрудников других функциональных подразделений, чье участие требуется в управлении возникши-

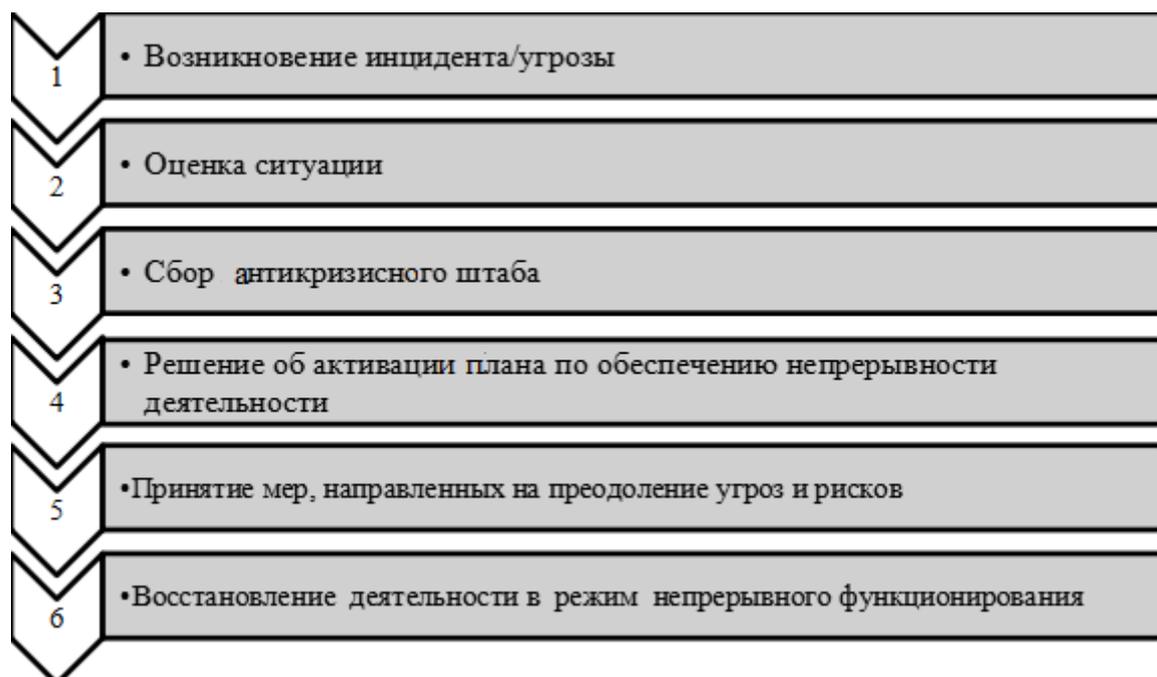


Рис. 1. Алгоритм решения о введении плана обеспечения непрерывности деятельности

ми рисками и угрозами, что требует скоординированных усилий для предотвращения рисков. Алгоритм решения о введении плана в общем виде представлен схематично (рис. 1).

При разработке плана риск-координатор предприятия (ответственный сотрудник риск-подразделения) должен совместно с другими подразделениями выявить критические виды деятельности при наступлении кризисной ситуации. Общепринятыми кризисными ситуациями для любого предприятия являются: недоступность ИТ-систем, недоступность ресурсов (разрушение, сбой), недоступность персонала (пандемия, война и т.д). Для каждой кризисной ситуации у разных подразделений критически важные функции могут отличаться.

Основными этапами анализа влияния на непрерывность деятельности можно назвать следующие:

- выявление и ранжирование критических видов деятельности каждым структурным подразделением/центром ответственности;
- определение критических сроков и целей восстановления бизнеса для каждого центра ответственности (оценка масштаба инцидента, времени нарушения работы бизнес-процесса, оперативные действия в случае возникновения события, которое влияет на сбой текущей деятельности);

- выявление критичности события для каждого подразделения/центра ответственности, финансовых и временных последствий;
- поиск решений для резервных процессов;

– выявление ключевых зависимостей и взаимозаменяемости, порядка взаимодействия при возникновении критических ситуаций между центрами ответственности/структурными подразделениями.

Важно, чтобы план оставался актуальным и соответствовал своему назначению для защиты критически важных видов деятельности в случае сбоя в работе предприятия. Документация по непрерывности деятельности должна пересматриваться и обновляться не реже одного раза в год или чаще по мере возникновения изменений в бизнес-процессах, технологиях, организационной структуре. Решения по обеспечению непрерывности деятельности должны в обязательном порядке проходить мониторинг службой внутреннего аудита на периодической основе.

Особое внимание следует уделить подготовке сотрудников к мероприятиям по обеспечению непрерывности деятельности. Структурные подразделения риск-менеджмента и внутреннего контроля должны проводить разъяснительные и обучающие программы с целью

Таблица 1. Типовые критически важные варианты, угрожающие непрерывности деятельности

Вариант	Период	Описание
1. Недоступность ресурсов	Краткосрочный (менее одного дня)	Пример: отключение электроэнергии, локальный пожар, приводящие к невозможности использования рабочих помещений или оборудования. Этот вариант должен учитывать, какие оперативные мероприятия и действия следует принять для продолжения бизнес-процессов в кратчайшей перспективе
	Долгосрочный (более одного дня)	Пример: пожар, поломка критически важного оборудования. Этот вариант должен учитывать, какие мероприятия и действия следует принять для продолжения бизнес-процессов в реалистичной перспективе (заключение договоров с ремонтными организациями, страхование оборудования и т.д.)
2. Недоступность ИТ-систем	Краткосрочный (менее одного дня)	Пример: сбой локальной ИТ-инфраструктуры. Восстановление возможно при наличии высококвалифицированного ИТ-персонала
	Долгосрочный (более одного дня)	Пример: внешние кибератаки. Восстановление возможно через определенный временной интервал. Необходимо вручную поддерживать ряд процессов
3. Недоступность персонала	Краткосрочный (менее пяти дней)	Пример: краткосрочная недоступность (болезнь). Решение – передача функций другим сотрудникам
	Долгосрочный (более пяти дней)	Пример: длительная недоступность (болезнь, травма, смерть). Решение – своевременный поиск персонала

формирования действий в случае возникновения кризисных и чрезвычайных ситуаций. Кроме того, для тестирования плана необходимо регулярно проводить обучающие мероприятия и кейсы. Таким образом, на регулярной основе по решению координирующего подразделения выбирается рабочая группа, для которой предлагается симуляционная ситуация. Например, будучи в закрытом конференц-зале они оповещаются о том, что на ИТ-системы предприятия совершена хакерская атака, она более недоступна. И в заданные временные рамки рабочая группа должна детально спроектировать (спрогнозировать) свои дальнейшие действия. Важно соблюдать конфиденциальность, чтобы рабочая группа заранее не была оповещена о предстоящей симуляции и работала в условиях, максимально приближенных к реальным.

В случае возникновения чрезвычайной ситуации и принятия решения об активации плана следует немедленно довести до всех сотрудников организации информацию, используя различные средства коммуникации (через электронную почту, устное оповещение, обзвон сотрудников и т.д.).

Требования к непрерывности деятельности для предприятий, выполняющих государственный оборонный заказ, могут быть определены в следующих базовых критически важных вариантах.

Определение критически важного вида деятельности для каждого структурного подразделения/центра ответственности в зависимости от варианта развития критического события целесообразно периодически актуализировать. Пример шаблона для предприятия представлен в табл. 2.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что решение проблем, связанных с преодолением непрерывности деятельности, должно быть одной из первостепенных и неотложных задач современного предприятия, работающего с государственным оборонным заказом и по программам импортозамещения. Целевым ориентиром управления рисками нарушения производственных процессов должно стать не столько предотвращение рисков, сколько их сглаживание. Для повышения качества обеспечения непрерывности деятельности требуется научно-обоснованный подход (инстру-

**Таблица 2.** Определение критически важных видов деятельности структурного подразделения/центра ответственности и потребностей для восстановления деятельности

Структурное подразделение/ центр ответственности	Критически важный вид деятельности	Потребность в персонале	Ключевой персонал	Требуемые ресурсы	Место-расположение	Комментарии (взаимозависимость, взаимозаменяемость, дополнительные ресурсы)
--------------------------------------------------	------------------------------------	-------------------------	-------------------	-------------------	--------------------	-----------------------------------------------------------------------------

ментарий) оценки рисков, анализа ситуаций, определение критически важных видов деятельности, чтобы в минимально сжатые сроки в случае возникновения угроз восстановить деятельность и избежать финансовых и репутационных потерь. Вовлечение квалифицированных специалистов в процесс обеспечения

непрерывности деятельности открывает новые возможности решений и снижения угроз. Заблаговременно выявленное понимание взаимодействия и взаимозаменяемости, отраженное в плане обеспечения непрерывности деятельности, обеспечит в критической ситуации устойчивость и стабильность предприятия.

### Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО Р ISO 22301–2021 «Системы менеджмента непрерывности деятельности».
2. Пятов, М.Л. Принципы непрерывности в современной бухгалтерской отчетности / М.Л. Пятов // Вестник профессиональных бухгалтеров. – 2020. – №1.
3. Леонова, Т.И. Развитие риск-ориентированного подхода в системе менеджмента качества организации / Т.И. Леонова, Э.Э. Мамедов, О.Ю. Орлова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2018. – № 12(90). – С. 170–174.
4. Орлова, О.Ю. Цели и задачи системы менеджмента непрерывности деятельности организации в условиях высокой неопределенности рыночной среды. / О.Ю. Орлова, Н.В. Валебникова // Финансовый бизнес. – 2023.– № 3.

### References

1. GOST R ISO P ISO 22301–2021 «Sistemy menedzhmenta nepreryvnosti deyatel'nosti».
2. Pyatov, M.L. Printsipy nepreryvnosti v sovremennoy bukhgalterskoy otchetnosti / M.L. Pyatov // Vestnik professional'nykh bukhgalterov. – 2020. – №1.
3. Leonova, T.I. Razvitiye risk-orientirovannogo podkhoda v sisteme menedzhmenta kachestva organizatsii / T.I. Leonova, E.E. Mamedov, O.YU. Orlova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2018. – № 12(90). – S. 170–174.
4. Orlova, O.YU. Tseli i zadachi sistemy menedzhmenta nepreryvnosti deyatel'nosti organizatsii v usloviyakh vysokoy neopredelennosti rynochnoy sredy. / O.YU. Orlova, N.V. Valebnikova // Finansovyy biznes. – 2023.– № 3.

© О.Ю. Орлова, Т.И. Леонова, Н.В. Валебникова, 2023

УДК 65.011.56:316.628

*Д.В. ХАРИТОНОВ, А.Н. СИЛКИН, И.С. АТРОХИН*  
*АО «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология»*  
*имени А.Г.Ромашина», г. Обнинск*

## АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ УЧЕТА РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОТРУДНИКОВ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*Ключевые слова:* научно-производственная организация; организация производства; результаты интеллектуальной деятельности (РИД); управление предприятиями; учет научной деятельности.

*Аннотация.* Целью исследования являются выработка рекомендаций по улучшению систем учета научной деятельности на основе анализа эффективности использования в научно-производственной организации и дальнейшее создание дополнительных рычагов мотивации сотрудников на их основе.

В данном материале рассмотрены актуальность использования учета научной деятельности на основе существующих потребностей и возможностей системы, а также условия и возможность их применения для решения проблем, связанных с оценкой результативности работы сотрудников.

Представлен анализ тенденций, разобран понятийный аппарат разновидностей систем учета, сформулированы потребности и возможные проблемы в процессе применения, предложены варианты развития в рамках научно-производственного предприятия.

Наступившая эпоха информационного общества в контексте технологически-значимых событий человечества имеет ряд особенностей, в числе которых отведено место цифровизации результатов научной деятельности в организациях, обладающих интеллектуальным потенциалом, достаточным для достижения нового технологического прорыва. РИД – это творческие произведения, созданные в результате

интеллектуальной деятельности, включающие научные открытия, изобретения, программы для электронной вычислительной машины (ЭВМ), дизайн и т.д. РИД являются одним из основных продуктов научной деятельности и служат основой для развития науки и технологий [1]. Процесс развития обуславливает важность повышения контроля над фиксацией результатов интеллектуальной деятельности организаций-новаторов.

Научно-техническая революция формирует новые основы экономики знаний. Социально-экономические преобразования определяют новые вызовы научному сообществу и, как следствие, требуют реформирования рабочих взаимоотношений между субъектами инновационного труда по всем направлениям деятельности.

Современная система развития кадрового потенциала научных работников, существующая в изменяющихся условиях экономики страны, требует применения особых подходов к поиску и применению эффективных технологий мотивации персонала.

В таких условиях возрастают значение исследования возможностей учета научно-технического творчества и необходимость его включения в инновационные стратегии, разработанные в рамках направлений промышленной политики. Помимо финансового и административного обеспечения подобных проектов, реализация поставленных задач может быть достигнута на основе систематизации текущих методов учета с помощью мотивации научного персонала к этой деятельности.

Фиксация инноваций выступает необходимым условием конкурентоспособности орга-

низации. Концепция перехода России на цифровую экономику не является единственным условием для развития системного учета, этому процессу должны способствовать мероприятия по формированию условий, стимулирующих подобную деятельность.

Системы учета научной деятельности – это специальные программы и инструменты, которые позволяют учитывать и оценивать результаты интеллектуальной деятельности с целью повышения научной продуктивности сотрудников, а также для ускорения процесса принятия решений и оптимизации использования интеллектуальных ресурсов организации. Системы учета включают в себя функции сбора, хранения, анализа, визуализации и отчетности научной информации и обеспечивают удобный доступ к ней.

Интеллектуальная деятельность считается созданной, только если процесс создания или итоговый результат будут учтены во внутренних или общедоступных автоматизированных системах. Публикация статей или тезисов докладов, равно как и опубликование патентов или научных отчетов, является фиксацией интеллектуальной деятельности сотрудников и предприятия в целом.

Системы учета РИД могут быть различными по своим функциям и характеристикам, в зависимости от специфики научно-производственной организации и ее потребностей. Наиболее распространенные виды систем учета научной деятельности включают в себя [2] следующее.

1. Системы учета публикаций ориентированы на сбор, хранение и анализ научных публикаций, включая научные статьи, книги, диссертации и т.д.

2. Системы учета проектов предназначены для учета научных проектов и программ, включая их финансовые и организационные аспекты.

3. Системы учета патентов и изобретений обеспечивают сбор и анализ информации о зарегистрированных патентах и изобретениях, включая их описание и правовые аспекты.

4. Системы учета цитирования ориентированы на отслеживание и анализ цитирования научных публикаций, что позволяет оценить научную продуктивность и влияние научных исследований.

5. Системы учета научных мероприятий

позволяют учитывать и анализировать информацию о научных конференциях, семинарах, выставках и других мероприятиях, связанных с научной деятельностью.

6. Интегрированные системы учета научной деятельности объединяют в себе функции различных видов систем учета научных данных, что позволяет обеспечить более полный и эффективный учет результатов и ресурсов.

В литературе существует множество мнений о сущности категории РИД и ее значении для развития научно-производственной сферы. Часть исследователей считает, что системы учета научной деятельности помогают повысить эффективность исследований и улучшить конкурентоспособность организаций, другие же ученые указывают на риски негативного влияния таких систем на мотивацию сотрудников, их свободу и креативность [3]. Кроме того, системы учета научной деятельности могут стать причиной дополнительной бюрократической нагрузки для сотрудников, что может отвлекать их от основных задач.

Дополнительным фактором в повышении эффективности систем учета научной деятельности является квалифицированная экспертиза, основанная на количественных показателях и индикаторах. Однако при этом необходимо учитывать не только количество, но и качество научных работ и их социальный эффект.

В России существуют проблемы с действующей системой мониторинга и оценки результативности научной деятельности, связанные с недоработками в методическом обеспечении сбора и анализа данных, несвязностью систем экспертного и наукометрического оценивания, а также возрастающей бюрократической нагрузкой на организации [4]. Для развития системы оценки результативности научной и научно-технической деятельности необходимо определить место и роль информационных ресурсов в системе государственного управления научно-технической политикой, создать систему целеполагания для научных организаций и сформировать эффективный механизм сбора данных о научной деятельности.

Проведенное ранее исследование по цифровой трансформации процессов в АО «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина» (ОНПП «Тех-



Рис. 1. Этапы цифрового развития учета РИД

нология») позволило эффективно решить задачу повышения производительности предприятия с помощью применения ИТ-технологий в части получения объективной и актуальной информации, являющейся фундаментом для принятия качественных управленческих решений. Было доказано, что данные о производстве, собираемые устным и письменным образом, в силу естественных причин не обеспечивают требуемый уровень достоверности и актуальности [5].

С целью дальнейшей организации научной деятельности и систематизации РИД авторами статьи был проведен анализ текущих видов учета, используемых в настоящее время сотрудниками ОНПП «Технология».

ОНПП «Технология» имеет статус Государственного научного центра. Одним из индикаторов, подтверждающих этот статус, является публикационная активность сотрудников, однако данную активность необходимо фиксировать системами учета.

Базовым видом фиксации учета можно считать заключение, выданное организацией для возможности открытого опубликования материалов. Предполагается, что каждый научный работник должен направить свои научные труды, планируемые к опубликованию, в отдел защиты государственной тайны (ОЗГТ).

Данный вид учета имеет только одно преимущество – это упорядоченность сбора информации, сам учет не имеет системного характера, авторы могут не опубликовать работу вообще или опубликовать в другой отчетный период времени. Поэтому в момент получения информации не указана полная библиография публикации, известно только намерение опубликовать материал, а дальнейшая «судьба» публикации собирается в ручном режиме. Также присут-

ствуют случаи проведения соответствующих экспертиз в организациях соавторов. Но, несмотря на все сказанное, самым главным минусом является тот факт, что информация о публикации не поступает в общий доступ, поэтому учет может происходить только в ручном режиме сотрудниками, имеющими допуск к работе с информацией ограниченного доступа.

Обратив внимание на существующие проблемы в 2021 г., руководством ОНПП «Технология» было утверждено положение о выплате работникам научно-производственных комплексов надбавки к должностному окладу за опубликование произведения науки и компенсации расходов, произведенных при оплате публикаций подобных произведений. Для подтверждения опубликования материалов авторам необходимо подать заявление на выплату, которое должно содержать исчерпывающую информацию о публикации. Однако данный вид учета добавляет только одно преимущество: становится доступна полная библиография публикации.

С учетом того, что учет не имеет системного характера, невозможно осуществлять контроль за авторами и их публикационной активностью. Информация передается только о тех публикациях, за которые предусмотрена доплата, то есть если опубликованный материал входит в список Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Информация о публикации не поступает в общий доступ в полном объеме, а формирование отчетов также осуществляется в ручном режиме.

Однако на фоне внедрения нормативного документа был замечен рост публикационной активности сотрудников предприятия.

После возросшей активности авторов, а также получения полноценной библиографии

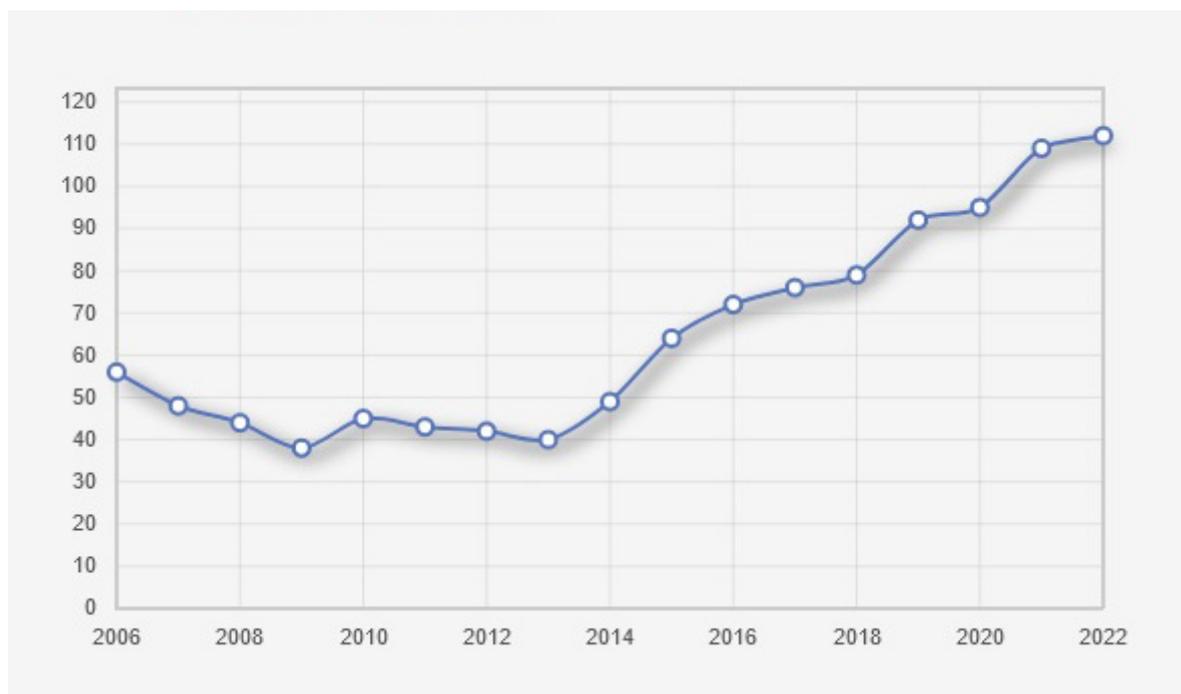


Рис. 2. Публикационная активность сотрудников ОНПП «Технология по годам»

появилась необходимость вносить данные в автоматизированную систему учета. В случае научной организации существует доступ к такому информационному инструменту, как «1С.Бит.наука» – программа для автоматизации научных подразделений.

В данном случае по сравнению с учетом в ОЗГТ можно наблюдать значительное увеличение плюсов в сборе информации. Во-первых, это системный источник сбора информации, позволяющий контролировать публикационную активность по средствам формирования отчетов (по периодам, подразделениям, отдельным авторам, изданиям). Во-вторых, доступна интеграция с бухгалтерской системой «1С.Зарплата и управление персоналом», где указаны такие параметры сотрудников, как ученые степени и звания, должности и подразделения, а также возраст.

Важны распределение долей авторов, импакт-факторы изданий (показатель значимости издания, определяемый количеством ссылок на материал) и многие другие параметры, позволяющие оценить уровень вклада конкретной публикации и актуальность работы.

Минусом использования системы «1С.Бит.наука» в организациях оборонно-промышленного комплекса является тот факт, что система

не может быть общедоступной. В связи с отсутствием подключения к сети интернет у программы сильно урезан функционал, в связи с чем затруднено обновление информации об изданиях.

Следующий этап развития учета публикаций в ОНПП «Технология» начался в 2022 г. В тестовом режиме был опробован общедоступный портал научной электронной библиотеки РИНЦ и были выявлены следующие плюсы:

- системный источник для сбора, учета, хранения и распространения информации о публикациях, диссертациях и книгах;
- возможность формирования отчетов (по периодам, подразделениям, отдельным авторам, изданиям);
- распределение публикаций по темам и числу цитирований (общему и РИНЦ);
- разделение публикаций по другим наукометрическим параметрам (ВАК, РИНЦ, Scopus);
- просмотр ссылок на публикации других авторов (сводные показатели по каждому автору);
- актуальные импакт-факторы изданий, DOI публикации, библиометрические показатели, аннотации и полные тексты статей.

За шесть месяцев использования выделен



Рис. 3. График учета публикаций ОНПП «Технология» 2020–2022 гг.

только один существенный минус – это отсутствие понятного интерфейса работы системы, но данная проблема находится на стадии доработки.

Так как использование электронной библиотеки проводилось в пробном режиме, то было принято решение начать с публикаций сотрудников только одного из направлений ОНПП «Технология» – «Керамика». Был проведен анализ всех опубликованных статей по тематикам деятельности за последние 25 лет. Выяснилось, что за данный период времени было опубликовано более 250 статей в изданиях, входящих в российские и международные базы данных. После обнародования информации в структурных подразделениях направления «Керамика» выявился важный факт, что, как правило, коллеги, работающие в одном научном блоке, не знают о деталях проведенных ранее исследований и зачастую в своей повседневной деятельности могли повторять ошибки прошлого.

Проанализировав все вышеуказанные источники системного сбора информации, мы поняли, что самый подробный учет данных сконцентрирован в автоматизированных системах. Тем не менее остается открытым вопрос подтверждения фактического опубликования данных работ в системе «IC:Бит.наука», так как в отчете присутствуют данные о публикациях, не имеющих библиографическое описание.

На рис. 3 показаны количественные данные

о фиксации публикаций (статей в журналах, тезисов докладов и статей в сборниках конференций) в трех видах учета за трехлетний период после апробирования использования автоматизированных систем учета РИД в ОНПП «Технология»:

- 854 публикации в автоматизированной системе;
- 620 публикаций по заключениям отдела защиты государственной тайны;
- 104 публикации по заявлениям на выплату.

С учетом изложенного предлагается прекратить использование информации о публикациях по заключениям отдела защиты государственной тайны и продолжить использование автоматизированных систем учета, обязав авторов передавать своему непосредственному руководителю полную библиографию публикаций, или обучить соответствующий персонал новым возможностям учета, показав все преимущества работы системы.

Очевидно, что использование материального стимулирования активизировало публикационную активность ученых, но остается открытым вопрос по установлению целевых показателей и контролю за их исполнением для сохранения статуса Государственного научного центра ОНПП «Технология», а также внедрения дополнительного соревновательного аспекта между сотрудниками и подразделениями с целью разработки дополнительных инструмен-

тов мотивации.

Обучить и смотивировать научно-производственный персонал работать по-новому – непростая задача, решение которой зависит в том числе от производственного менеджмента предприятия, который реализует проекты по обучению работников и привлечению новых молодых специалистов с учетом специфики предприятия [6].

Профессиональная мотивация инноваторов, изучение технико-экономических условий к систематизации учета научно-производственной деятельности определяются сложным соотношением различных факторов и побуждений, являющихся относительно новыми тенденциями научно-производственного сообщества, поэтому это будет рассмотрено в дополнительных материалах по теме.

### Список литературы

1. Федорова, Е.А. Особенности организации деятельности научно-производственного комплекса / Е.А. Федорова, А.Ю. Горбачев // МНИЖ. – 2017. – № 10-2(64).
2. Алехина, Е.И. Информационная система учета научно-исследовательской деятельности сотрудников вуза / Е.И. Алехина // Инновационная наука. – 2018. – Т. 1. – № 5. – С. 9–12.
3. Кабакова, Е.А. Автоматизированная система учета результатов интеллектуальной деятельности как инструмент комплексного учета результатов научной деятельности организации (на примере АСУ РИД ВолНЦ РАН) / Е.А. Кабакова // Вопросы территориального развития. – 2019. – № 4(49).
4. Мониторинг и оценка результатов научно-технической деятельности: зарубежный опыт и российская практика / А.Б. Гусев, Е.Г. Доронина, И.В. Вершинин, В.А. Малахов // Наука. Инновации. Образование. – 2018. – Т. 13/ – № 1. – С. 65–91.
5. Харитонов, Д.В. Цифровая трансформация оборонно-промышленного комплекса: на примере наукоемкого производства керамических изделий / Д.В. Харитонов, А.В. Грошев // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 7. – С. 93–99.
6. Обучение будущих и нынешних работников ОПК как инструмент активизации развития / Д.В. Харитонов, И.Ш. Шарафеев, А.Н. Блинов, Д.А. Анашкин // Современные технологии композиционных материалов : Материалы VII Всероссийской научно-практической молодежной конференции с международным участием, Уфа, 13–14 апреля 2022 года / Отв. редактор У.Ш. Шаяхметов. – Уфа: Башкирский государственный университет, 2022. – С. 332–339.

### References

1. Fedorova, Ye.A. Osobennosti organizatsii deyatel'nosti nauchno-proizvodstvennogo kompleksa / Ye.A. Fedorova, A.YU. Gorbachev // MNIZH. – 2017. – № 10-2(64).
2. Alekhina, Ye.I. Informatsionnaya sistema ucheta nauchno-issledovatel'skoy deyatel'nosti sotrudnikov vuza / Ye.I. Alekhina // Innovatsionnaya nauka. – 2018. – Т. 1. – № 5. – С. 9–12.
3. Kabakova, Ye.A. Avtomatizirovannaya sistema ucheta rezul'tatov intellektual'noy deyatel'nosti kak instrument kompleksnogo ucheta rezul'tatov nauchnoy deyatel'nosti organizatsii (na primere ASU RID VolNTS RAN) / Ye.A. Kabakova // Voprosy territorial'nogo razvitiya. – 2019. – № 4(49).
4. Monitoring i otsenka rezul'tatov nauchno-tekhnicheskoy deyatel'nosti: zarubezhnyy opyt i rossiyskaya praktika / A.B. Gusev, Ye.G. Doronina, I.V. Vershinin, V.A. Malakhov // Nauka. Innovatsii. Obrazovaniye. – 2018. – Т. 13/ – № 1. – С. 65–91.
5. Kharitonov, D.V. Tsifrovaya transformatsiya oboronno-promyshlennogo kompleksa: na primere naukoymkogo proizvodstva keramicheskikh izdeliy / D.V. Kharitonov, A.V. Groshev // Sovremennyye

naukoyemkiye tekhnologii. – 2022. – № 7. – S. 93–99.

6. Obucheniye budushchikh i nyneshnikh rabotnikov OPK kak instrument aktivizatsii razvitiya / D.V. Kharitonov, I.SH. Sharafeyev, A.N. Blinov, D.A. Anashkin // Sovremennyye tekhnologii kompozitsionnykh materialov : Materialy VII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy molodezhnoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, Ufa, 13–14 aprelya 2022 goda / Otv. redaktor U.SH. Shayakhmetov. – Ufa: Bashkirskiy gosudarstvennyy universitet, 2022. – S. 332–339.

---

© Д.В. Харитонов, А.Н. Силкин, И.С. Атрохин, 2023

УДК 338.2

Л.Н. РИДЕЛЬ<sup>1</sup>, Т.В. ДУБРОВСКАЯ<sup>1</sup>, И.В. ШАДРИНА<sup>2</sup>, Е.В. КОСТОУСТОВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

## АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МИРОВОЙ ПРАКТИКЕ

*Ключевые слова:* анализ; искусственный интеллект; мировая экономика; расходы; сферы применения; финансирование; эффективность.

*Аннотация.* Цель исследования – провести сравнительный анализ использования искусственного интеллекта в мировой практике. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи: выявить основные направления научных исследований в области искусственного интеллекта, выявить сферы его применения, оценить уровень расходов на создание технологий искусственного интеллекта. Гипотеза исследования: одним из быстрорастущих рынков является рынок систем и технологий искусственного интеллекта. В ходе исследования были использованы методы статистического анализа: оценка на соответствие закону нормального распределения, корреляционный анализ. Выводы и рекомендации, полученные по результатам исследования, позволят оценить уровень развития рынка систем и технологий искусственного интеллекта.

В настоящее время одним из быстрорастущих рынков является рынок систем и технологий искусственного интеллекта. Он развивается колоссальными темпами. Искусственный интеллект – это создание интеллектуальных машин и компьютерных программ, которые используются для понимания человеческого интеллекта.

Искусственный интеллект применяется во всех сферах жизнедеятельности человека.

В табл. 1 представлены основные коммер-

ческие сферы применения наиболее значимых разработок искусственного интеллекта.

Как видно из таблицы, применение искусственного интеллекта охватывает многие сферы жизнедеятельности человека.

Цифровизация экономики приводит к тому, что интерес к искусственному интеллекту растет с каждым годом, что подтверждается статистическими данными.

В табл. 2 приведены основные направления научных исследований создания искусственного интеллекта в странах с наибольшим числом компаний, занимающихся его разработкой.

Многие из вышеперечисленных стран претендуют на лидерство в области искусственного интеллекта.

Расходы на технологии искусственного интеллекта занимают все больший процент в общих расходах государства.

В табл. 3 представлена информация по странам с наибольшими расходами на технологии искусственного интеллекта.

Как видно из таблицы, наибольшие расходы на технологии искусственного интеллекта несут Китай и Соединенные Штаты Америки. В 2021 г. лидером по расходам на технологии искусственного интеллекта стал Китай.

Наибольшие темпы роста расходов на технологии искусственного интеллекта у Индии, хотя в миллиардах долларов она уступает лидерам, расходуя почти в семь раз меньше, чем тратят США и Китай.

Россия по расходам на технологии искусственного интеллекта в 2021 г. находилась на восьмом месте, упрочив свои позиции по сравнению с 2015 г. (десятое место). Несмотря на высокие темпы роста расходов на технологии

Таблица 1. Сферы применения искусственного интеллекта

Основные коммерческие сферы применения искусственного интеллекта	Технологии искусственного интеллекта
1. Финансовые услуги	Системы распознавания лиц; мобильное использование финансовых услуг
2. Автомобильная индустрия	Автономное вождение (беспилотный транспорт)
3. Образование	Робототехника; дистанционное обучение
4. Торговля	Распознавание образов; виртуальные собеседники
5. Туризм	Консьерж-сервис
6. Производство часов	Функции навигатора, переводчика и ассистента с голосовым управлением
7. Производство смартфонов	Голосовые помощники
8. Судебная система	Роботы-судьи
9. Медицина	Перепрограммирование пораженных клеток; помощь слабовидящим людям

Таблица 2. Основные направления исследований по созданию искусственного интеллекта

Страна	Области экономики
1. Великобритания	Медицина, биология, информационные телекоммуникационные технологии, машиностроение и другие
2. Германия	Машиностроение, электротехника, медицина, химия, технологии программного обеспечения и другие
3. Израиль	Сельское хозяйство, компьютерные науки, электроника, генетика, медицина, оптика, энергетика и различные отрасли техники и другие
4. Индия	Информационные технологии и другие
5. Испания	Сельское хозяйство и другие
6. Канада	Транспорт, связь, оборудование для горнодобывающей, лесной промышленности, гидротехники, ядерной энергетике и пищевой промышленности и другие
7. Китай	Технологические разработки в большинстве сферах жизнедеятельности
8. Россия	Информационные технологии (создание нейронной сети по поиску информации в интернете, технологии распознавания лиц, область безопасности, решение задач с логической составляющей), компьютерные науки
9. США	Обучающие системы, военно-промышленный комплекс и другие
10. Франция	Правосудие, видеонаблюдение, геодезия, технологии программного обеспечения и другие
11. Швеция	Транспорт, энергетика, медицина, информационные телекоммуникационные технологии и другие
12. Япония	Прогнозирование событий на основе пространственно-временного анализа массива данных в режиме реального времени, прогнозирование развития рынка и другие

**Таблица 3.** Расходы на технологии искусственного интеллекта, млрд долл.

Страна	2015 год	2021 год	Отклонение	
			млрд долл.	%
1. Бразилия	38,1	38,2	+0,1	+0,3
2. Великобритания	46,3	51,6	+5,3	+11,4
3. Германия	114,0	127,3	+13,3	+11,7
4. Индия	50,3	93,5	+43,2	+85,9
5. Китай	408,0	621,5	+213,5	+52,3
6. Россия	37,3	60,6	+23,3	+62,5
7. США	502,0	598,7	+96,7	+19,2
8. Франция	50,8	67,0	+16,2	+31,9
9. Южная Корея	74,1	91,5	+17,4	+23,5
10. Япония	170,0	182,4	+12,4	+7,3

искусственного интеллекта (62,5 %), Россия в десять раз меньше, чем тратит США, и в все-таки значительно уступает лидерам: почти десять раз больше Китая.

### Список литературы

1. Исследование процесса оценки инновационного потенциала / Т.В. Дубровская, Л.Н. Ридель, И.В. Шадрина, Е.В. Костоустова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 11(137). – С. 44–46.
2. Вальков, К.В. Трансформация цифровой экономики / К.В. Вальков, А.С. Сидоров, А.А. Золотуев // Экономика и право в России и мире : сборник статей II Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 06 декабря 2022 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2022. – С. 130–133.
3. Моисеева, К.А. Анализ использования искусственного интеллекта в российском бизнесе / К.А. Моисеева, И.А. Проворных, Л.Н. Ридель // Региональная научно-практическая конференция «Современные проблемы и тенденции развития экономики и управления бизнес-процессами». – Красноярск, 2022. – С. 21–25.
4. Ридель, Л.Н. Искусственный интеллект в управлении бизнес-процессами / Л.Н. Ридель, И.В. Ильина, Моисеева К.А., И.А. Проворных // Глобальный научный потенциал. – 2022. – № 11(140). – С.130–132.

### References

1. Issledovaniye protsessa otsenki innovatsionnogo potentsiala / T.V. Dubrovskaya, L.N. Ridel', I.V. Shadrina, Ye.V. Kostoustova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 11(137). – S. 44–46.
2. Val'kov, K.V. Transformatsiya tsifrovoy ekonomiki / K.V. Val'kov, A.S. Sidorov, A.A. Zolotuyev // Ekonomika i pravo v Rossii i mire : sbornik statey II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, Petrozavodsk, 06 dekabrya 2022 goda. – Petrozavodsk: Mezhdunarodnyy tsentr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka» (IP Ivanovskaya I.I.), 2022. – S. 130–133.

3. Moiseyeva, K.A. Analiz ispol'zovaniya iskusstvennogo intellekta v rossiyskom biznese / K.A. Moiseyeva, I.A. Provornykh, L.N. Ridel' // Regional'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sovremennyye problemy i tendentsii razvitiya ekonomiki i upravleniya biznes-protsessami». – Krasnoyarsk, 2022. – S. 21–25.

4. Ridel', L.N. Iskusstvennyy intellekt v upravlenii biznes-protsessami / L.N. Ridel', I.V. Il'ina, Moiseyeva K.A., I.A. Provornykh // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2022. – № 11(140). – S.130–132.

---

© Л.Н. Ридель, Т.В. Дубровская, И.В. Шадрина, Е.В. Костоустова, 2023

---

## Abstracts and Keywords

*A.P. Bagaeva, A.V. Nizameeva, A.R. Glinskaya*

### **The Development of AIS of Quality Control of a Manufacturing Enterprise**

*Keywords:* quality; information processing automated system; design; enhancement.

*Abstract.* The paper presents the development of an automated information system for quality control of a woodworking enterprise. The paper covers key aspects such as selection and integration of sensors and transducers, data collection and analysis, creation of monitoring and control system. Special attention is paid to the possibilities and advantages of using artificial intelligence (AI) for automatic diagnosis and classification of defects, which helps to reduce scrap and improve production efficiency.

---

*K.R. Bitkulov, S.A. Zalizny, E.A. Kislova, D.D. Umurzakov*

### **The Development of a Dynamic Model of a Three-Circuit Pumped Storage Hydropower**

*Keywords:* modeling; EESS; PSH; ternary PSH; hydraulic short circuit.

*Abstract.* The purpose of this work is to present a dynamic structural model of a pumped storage hydropower (PSH) with ternary units. A hypothesis has been put forward about the effectiveness of using this type of PSH as a “system” of energy storage devices. The current situation of energy storage systems in Russia is reviewed, the technology of a ternary PSH is described and the results of the model development are presented. Methods of mathematical modeling and structural analysis are applied. As a result, a block diagram describing the dynamics of the ternary unit is obtained.

---

*A.A. Медведев, А.И. Посеренин*

### **Применение сурьмяно-бериллиевых источников нейтронов для решения задач трековой радиографии**

*Ключевые слова:* бериллий; бор; литий; предел определения; сурьмяно-бериллиевый источник; трековая радиография.

*Аннотация.* Целью исследований является определение локальных концентраций и пространственного распределения бора, лития и бериллия в образцах горных пород. Исследования проводились с применением источника гамма квантов  $^{124}\text{Sb}$  активностью 500–1 000 Кюри и  $^{124}\text{Sb-Be}$  источника нейтронов с выходом  $10^8$ – $10^{10}$  н/с методом трековой радиографии.

Рассмотрено одно из направлений радиографии, основанное на регистрации специальным твердым детектором альфа частиц, образовавшихся в результате различных ядерных реакций, с последующим выявлением соответствующих следов (треков) в регистрирующей среде детектора. В результате исследований получены пределы определения бора и лития  $n * 10^{-5} \%$  и  $n * 10^{-4} \%$ , а бериллия  $n * 10^{-1} \%$ , что удовлетворяет целям изучения пространственного распределения указанных элементов в рудах и минералах.

---

*D.V. Tikhonenko, V.A. Ushakov, P.S. Suprun*

### **Designing of information system of processing enterprise**

*Keywords:* information system design; automated system; modernization; information processing.

*Abstract.* This article is devoted to the issues of designing an information system for a processing enterprise engaged in woodworking activities. The purpose of the work is to design an automated

quality control system, which will reduce the time of information processing and increase the speed of management decision-making. The need to develop such an automated quality control system was that the methods and means of storing and processing information used in the work of the organization were not automated and required large time and labor costs when working with data, and this can lead to errors, delays and other negative consequences.

---

*E.V. Filyushina, V.A. Vasileva, V.V. Boldyrev, D.V. Tikhonenko*

### **IT Project Management Tools and Techniques for Successful Project Implementation**

*Keywords:* IT projects; analytics; software; project management; enterprise operations.

*Abstract.* The purpose of this paper is to analyze IT project management tools that will help to implement IT projects correctly and successfully. The methods of project management are considered, as well as the factors on which the choice of method depends. The most popular IT project management schemes that can be used depending on the type of project are also considered. The article is devoted to the problem of choosing a combination of methods and schemes, as successful IT project management allows reducing the time and costs of information technology implementation and improving the quality of enterprise performance.

---

*A.A. Chepiga, S.V. Petrenko*

### **A Mathematical Model and Algorithm for Controlling the Rotary Device of a Service Complex for a Set of Spatially Distributed Groups of Air Objects to Implement Its Trajectory in Minimal Time**

*Keywords:* spatially distributed groups; detection and tracking complex; rotary device; the law of displacement.

*Abstract.* One of the ways to increase the efficiency of the functioning of ground-based service complexes for spatially distributed groups of air objects (**SDGAO**) is the creation and improvement of automatic and semi-automatic control systems that ensure the maximum realization of the capabilities of the detection and tracking complex. The purpose of this article is to develop a mathematical model and an algorithm for controlling the rotary device of a service complex to realize its trajectory of movement when accompanied by a set of SDGAO in a minimum time. The synthesized algorithm and models, the correctness of which was tested in SimInTech, allowed us to obtain a relative gain in time when the universal law of movement of the rotary device of the detection and tracking complex was optimal at the most common movement interval of  $1^{\circ}$ – $5^{\circ}$  35 %, and at the interval of  $10^{\circ}$ – $17^{\circ}$  40 %

---

*M.G. Shayakhmetov, R.G. Vildanov*

### **A Digital Twin for a Training Laboratory Installation to Study Methods and Means of Control and Pressure Regulation**

*Keywords:* pressure measurement; digital twin; virtual model; laboratory simulator; software; rendering; scripts.

*Abstract.* The purpose of this research is to develop and use a virtual laboratory simulator to study methods and means of control and pressure regulation. Within the framework of this goal, the following tasks were solved: studying the process of monitoring and regulating pressure; development of a digital twin to study methods and means of pressure control and regulation. The research hypothesis is that the use of a virtual laboratory simulator to study methods and means of control and pressure regulation will optimize the learning process for students, increase the economic efficiency and stability of oil and gas production. Methods used in the study include literature and data analysis, mathematical modeling. As a result of the research, a digital twin was developed to study methods and means of control and pressure

---

regulation, which is applicable for training students and improving the skills of specialists in the oil and gas industry.

---

*A.V. Saifutdinov*

### **Application of Game Theory for Modeling Information Security Problems**

*Keywords:* security; databases; game theory; cyber-attack; differential game.

*Abstract.* The purpose of the study is to investigate the features of using the game theory to model information security problems. It is noted that the main emphasis in protection is on ensuring the protection of nodes, databases, etc. However, cyber-attacks are becoming more frequent and more complex, which indicates the need to develop new approaches to their minimization. Scientific sources on game theory are analyzed to develop adaptive approaches to protecting information systems. A description of game-theoretic approaches and areas of their application for modeling information security problems is given. The possibilities of using differential games in modeling information security problems are considered.

---

*D.O. Popov, A.N. Volkov*

### **Research on Charging Modes of Mobile Transport Robots**

*Keywords:* mobile transport robot is a robotic transport system; a mathematical model; battery operation mode; power consumption.

*Abstract.* The paper considers a way to increase the performance of the RTS by optimizing the battery operation mode. The goal is to increase the performance of the RTS by changing the charging mode of the battery (battery). The task is to study the dependence of the RTS performance on the battery operation mode. As a result of the study, using the approximating formula, the battery operation mode was optimized according to the criterion of maximum performance.

---

*T.D. Ilinov, F.N. Semakin, A.A. Spiridonova, E.A. Belikova, E.G. Khomutova*

### **From Design to Operation: How to Create an Effective Clean Room**

*Keywords:* aseptic production; clean rooms; cleanliness class; design of clean rooms; GMP.

*Abstract.* The aim of this article is to develop the recommendations for the design of clean rooms focusing on the distinctive features of the clean room parameters in aseptic production from other areas. The hypothesis of the study is to confirm clean room will be properly performed its functions with proper design and compliance with all recommendations. Scientific methods used in this article: analysis, generalization. Special attention was paid to specifying the conditions and requirements are necessary to create effective clean rooms.

---

*A.V. Kondrashova, R.I. Kuzmina*

### **Water Treatment by an Adsorption Method**

*Keywords:* adsorption properties; natural sorbent; purification; waste water; flask; silica; ammonium ions; modification; sorption capacity.

*Abstract.* This article is devoted to the study of the adsorption properties of natural silica flask of the Saratov deposit in the processes of water purification from ammonium ions. The authors proposed one of the ways to improve the adsorption properties and sorption capacity - modification of the surface of this sorbent (fraction 1–2 mm) by treatment with solutions of salts of transition metals: Co (II), Cd (II),

---

Al (III), Cu (II). The authors of the article conclude that the sorption process proceeds in two stages: external and internal diffusion.

---

*Yang Qiang*

### **Finite Element Analysis in Mechanical Engineering**

*Keywords:* analysis; finite elements; mechanical engineering; application; computer programs; engineering calculations.

*Abstract.* The paper deals with the issues related to the analysis of finite element method in mechanical engineering. The aim of the study is to examine the finite element method and its application in mechanical engineering. The main methods of the study are: method of analysis, comparison, decision making, logical reasoning and many others. The definition of finite element method is studied. The author of the article emphasizes the importance and main advantages of using this method in practice. The spheres of application of this method in different areas of production are considered. The main stages of solving problems by the finite element method in mechanical engineering and their basic description are studied. An example of application of the finite element method in the calculation of welded structure of a section of a trunk pipeline is considered. As a result of the analysis with the use of various computer programs it was found out that there is a weak point in the pipeline section, which should be taken into account when designing the structure. The value of the calculated safety factor is less than one, which also indicates the need for increased attention to this product in the specified section. The author of the article concludes that finite element analysis is of particular value for carrying out calculations used later in the design of product structures, testing them for strength, etc.

*Objective:* The aim of the study is to investigate the finite element method and its application in mechanical engineering.

*Methods:* The main methods of the study are: method of analysis, comparison, decision making, logical reasoning and many others.

*Findings:* The finite element method and its application in mechanical engineering were studied. The use of this method is examined using an example and appropriate conclusions are drawn from the results of the study.

*Conclusions:* The analysis carried out has made it possible through the use of the finite element method to identify weaknesses in a pipe section. To compare the values obtained by using different computer programs and to justify the results obtained.

---

*A.R. Glinscaya, D.V. Tikhonenko, A.V. Nizameeva*

### **Structural Analysis of the Organization of the Processing Complex**

*Keywords:* automated system; development of new technologies; business processes.

*Abstract.* In modern production conditions, automation plays a key role in increasing the efficiency and quality of production. The application of process automation is presented on the example of automation of one of the processes occurring in woodworking production. The purpose of the study is to automate the process at the production site of veneer husking about the measurements and calculations of the correctness of feeding the cylindrical log in the spindle and control the temperature of the core of the log in the husking machine and to design a system of husking machine. This paper will discuss the basic principles of the husking machine and its design methods to achieve optimal results in the veneer peeling process. Hypothesis of the study: automation of the veneer peeling process using the husking machine designed to measure and calculate the correctness of feeding the cylindrical log into the spindle and control the temperature of the log core will lead to increased productivity, reduced production costs and improved quality of the peeled product.

### **The State in the Formation of Human Capital of Civil Servants**

*Keywords:* human capital development; civil servants; state; human resources.

*Abstract.* This article explores the problems of the development of human capital of state servants and the participation of authorities in its formation. An analysis of the methods of state influence on the formation of human capital is carried out, and proposals are made to improve these methods. The purpose of the study is to analyze the influence of the state on the formation and development of the human capital of civil servants. The task is to review and evaluate the functioning of human capital at various levels. The research hypothesis is that the need to form a new policy, where the state acts as an investor in labor resources, involves the creation and maintenance of conditions for sustainable development and the functioning of the personnel reserve. Methods such as studying sources of information, the collection of material, its analysis, generalization, comparisons, make it possible to conclude that the issue under consideration relevant and has a certain development potential. As a conclusion, it can be stated that the state plays an important role in the formation of human capital, acting as the main channel for realizing the accumulated potential.

---

*T.G. Dolgova, A.V. Nizameeva, I.A. Pinchuk*

### **Basics of Formation of Working Groups Created for Realization of the Enterprise IT Project**

*Keywords:* IT projects; analytics; workgroups; management style; enterprise operations.

*Abstract.* This paper discusses the basics of forming workgroups that are created to successfully implement and integrate IT projects into the structure of an organization. It also considers the activities of people in the projects and the goals they pursue. The main problem of forming workgroups for project implementation is the formation of criteria for selecting employees, the variety of which is presented in the paper. To successfully form a working group it is necessary to evaluate the management style, taking into account the individual characteristics of each project.

---

*I.S. Zharov*

### **The Results of an Experimental Wearing of Lightweight High-Top Boots for Penitentiary Officers**

*Keywords:* clothing items; experimental wear; questioning; items of clothing items; high-top boots.

*Abstract.* The purpose of the research is to evaluate the results of the experimental wearing of lightweight high-top boots for female employees of the penitentiary system conducted at the Vladimir Law Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia in order to identify the advantages and disadvantages of newly introduced items of clothing. The research methods of direct experimental wear, a survey of wear participants (respondents), and analysis of questionnaires were used. The results of experimental wear showed that lightweight women's high-top boots meet the basic requirements for this clothing item. The experimental wear made it possible to evaluate the quality and convenience of wearing the newly introduced items of clothing when used by cadets of the Vladimir Law Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia. The conducted research testifies to the expediency of using the questionnaire as an additional tool for the formation of the initial data array, the analysis of which contributes to the development of new high-quality items of clothing for the employees of the penitentiary system.

---

*O.Yu. Orlova, T.I. Leonova, N.V. Valebnikova*

### **Quality Assurance of the Organization's Business Continuity**

*Keywords:* quality management system; business continuity management; crisis management.

*Abstract.* The study aims to formulate recommendations on the formation and implementation of the Business Continuity Plan of the organization, based on the requirements of modern standards in the field of quality management system and business continuity management system. The research objectives are to determine the principles for the development of complex measures in the organization's quality management system, the implementation of which will ensure the smooth functioning of the enterprise and develop modern tools for managing the risks of stopping production activities. The hypothesis of the study is that the management of probable threats of disruption of key production processes in the quality management system is impossible without the development and implementation of documented business continuity plans, which should include a clear and consistent algorithm of actions for corporate team members aimed at timely identification of such risks and threats, as well as eliminating the consequences of their implementation. The research methods include logical methods of analysis and economic observation.

The results of the study can be taken as a basis for developing measures aimed at improving the quality of risk management of disruption of production processes by organizations for which ensuring business continuity and people's safety is a fundamental principle of maintaining the integrity of economic ties and cooperation.

---

*D.V. Kharitonov, A.N. Silkin, I.S. Atrokhin*

### **The Relevance of the Use of Accounting Systems for the Results of Intellectual Activity of Employees of a Research and Production Enterprise**

*Keywords:* company management; organization of production; results of intellectual activity; accounting systems of scientific activity; scientific and production enterprise.

*Abstract.* The purpose of the study is to develop recommendations for improving the accounting systems of scientific activity based on the analysis of the effectiveness of use in a scientific and production organization and further creation of additional levers of employee motivation based on them. This article examines the relevance of using the accounting of scientific activity based on the existing needs and capabilities of the system, as well as the conditions and the possibility of their use to solve problems related to the evaluation of the performance of employees. The analysis of trends is presented, possible problems in the process of application, development options are proposed within the framework of a research and production enterprise.

---

*L.N. Ridel, T.V. Dubrovskaya, I.V. Shadrina, E.V. Kostoustova*

### **The Analysis of the Use of Artificial Intelligence in the World Practice**

*Keywords:* analysis; artificial intelligence; global economy; areas of application; financing; costs; efficiency.

*Abstract.* The purpose of the study is to conduct a comparative analysis of the use of artificial intelligence in world practice. To achieve the goal, it is necessary to complete the following tasks: to

---

identify the main areas of scientific research in the field of artificial intelligence, to identify the areas of its application, to assess the level of costs for the creation of artificial intelligence technologies. The research hypothesis is based on the assumption that one of the fastest growing markets is the market for artificial intelligence systems and technologies. In the course of the study, methods of statistical analysis were used: assessment for compliance with the law of normal distribution, correlation analysis. The conclusions and recommendations obtained from the results of the study will allow us to assess the level of development of the market for artificial intelligence systems and technologies.

---

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ List of Authors

<b>А.П. БАГАЕВА</b> кандидат технических наук, доцент кафедры информационных экономических систем Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> bap_0855@mail.ru	<b>A.P. BAGAEVA</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Economic Systems, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> bap_0855@mail.ru
<b>А.В. НИЗАМЕЕВА</b> студент Сибирского федерального университета, г. Красноярск <b>E-mail:</b> can_sel@yandex.ru	<b>A.V. NIZAMEEVA</b> Student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> can_sel@yandex.ru
<b>А.Р. ГЛИНСКАЯ</b> студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> anna_glinskaja@rambler.ru	<b>A.R. GLINSKAYA</b> Student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> anna_glinskaja@rambler.ru
<b>К.Р. БИТКУЛОВ</b> магистрант Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва <b>E-mail:</b> BitkulovKR@mpei.ru	<b>K.R. BITKULOV</b> Master's Student, National Research University "MPEI", Moscow <b>E-mail:</b> BitkulovKR@mpei.ru
<b>С.А. ЗАЛИЗНЫЙ</b> магистрант Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва <b>E-mail:</b> ZaliznySA@mpei.ru	<b>S.A. ZALIZNY</b> Master's Student, National Research University "MPEI", Moscow <b>E-mail:</b> ZaliznySA@mpei.ru
<b>Е.А. КИСЛОВА</b> магистрант Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва <b>E-mail:</b> KislovaYA@mpei.ru	<b>E.A. KISLOVA</b> Master's Student, National Research University "MPEI", Moscow <b>E-mail:</b> KislovaYA@mpei.ru
<b>Д.Д. УМУРЗАКОВ</b> магистрант Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Москва <b>E-mail:</b> UmurzakovDD@mpei.ru	<b>D.D. UMURZAKOV</b> Master's Student, National Research University "MPEI", Moscow <b>E-mail:</b> UmurzakovDD@mpei.ru
<b>А.А. МЕДВЕДЕВ</b> кандидат технических наук, доцент кафедры геофизики Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе; доцент кафедры математики Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва <b>E-mail:</b> medvedev747@yandex.ru	<b>A.A. MEDVEDEV</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Geophysics, Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University; Associate Professor, Department of Mathematics, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow <b>E-mail:</b> medvedev747@yandex.ru

<p><b>А.И. ПОСЕРЕНИН</b> старший преподаватель кафедры геофизики Российского государственного геологораз- ведочного университета имени Серго Орджоникидзе, г. Москва <b>E-mail:</b> poserenin83@gmail.com</p>	<p><b>A.I. POSERENIN</b> Senior Lecturer, Department of Geophysics, Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University, Moscow <b>E-mail:</b> poserenin83@gmail.com</p>
<p><b>Д.В. ТИХОНЕНКО</b> кандидат технических наук, доцент кафедры информационных экономических систем Си- бирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решет- нева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> tikhonenko_d_v@mail.ru</p>	<p><b>D.V. TIKHONENKO</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Economic Systems, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> tikhonenko_d_v@mail.ru</p>
<p><b>В.А. УШАКОВ</b> преподаватель кафедры ракетных войск стратегического назначения Сибирского го- сударственного университета науки и тех- нологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> cansel.v@yandex.ru</p>	<p><b>V.A. USHAKOV</b> Lecturer, Department of Strategic Missile Forces, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> cansel.v@yandex.ru</p>
<p><b>П.С. СУПРУН</b> доцент, преподаватель кафедры системного анализа и управления Сибирского госу- дарственного университета науки и тех- нологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> s07paweln@gmail.com</p>	<p><b>P.S. SUPRUN</b> Associate Professor, Lecturer at the Department of System Analysis and Management, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetneva, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> s07paweln@gmail.com</p>
<p><b>Е.В. ФИЛЮШИНА</b> кандидат технических наук, доцент кафедры информационных экономических систем Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> tikhonenko_d_v@mail.ru</p>	<p><b>E.V. FILYUSHINA</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Economic Systems, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> tikhonenko_d_v@mail.ru</p>
<p><b>В.А. ВАСИЛЬЕВА</b> студент Сибирского государственного уни- верситета науки и технологий имени акаде- мика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> vika.vasya6@gmail.com</p>	<p><b>V.A. VASILIEVA</b> Student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> vika.vasya6@gmail.com</p>
<p><b>В.В. БОЛДЫРЕВ</b> магистрант Сибирского федерального уни- верситета, г. Красноярск <b>E-mail:</b> vladimir.boldyrev.2003@mail.ru</p>	<p><b>V.V. BOLDYREV</b> Master's Student, Reshetnev Siberian Federal University, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> vladimir.boldyrev.2003@mail.ru</p>

<p><b>А.А. ЧЕПИГА</b> аспирант Научно-производственного объединения «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина, г. Москва <b>E-mail:</b> andreychepiga@yandex.ru</p>	<p><b>A.A. CHEPIGA</b> Postgraduate student, Almaz Research and Production Association named after Academician A.A. Raspletin, Moscow <b>E-mail:</b> andreychepiga@yandex.ru</p>
<p><b>С.В. ПЕТРЕНКО</b> доктор технических наук Научно-производственного объединения «Алмаз» имени академика А.А. Расплетина, г. Москва <b>E-mail:</b> andreychepiga@yandex.ru</p>	<p><b>S.V. PETRENKO</b> Doctor of Engineering, Scientific and Production Association "Almaz" named after Academician A.A. Raspletin, Moscow <b>E-mail:</b> andreychepiga@yandex.ru</p>
<p><b>М.Г. ШАЯХМЕТОВ</b> магистрант Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават <b>E-mail:</b> marat99s@yandex.ru</p>	<p><b>M.G. SHAYAKHMETOV</b> Master's Student, Institute of Oil Refining and Petrochemistry of the Ufa State Petroleum Technical University (branch), Salavat <b>E-mail:</b> marat99s@yandex.ru</p>
<p><b>Р.Г. ВИЛЬДАНОВ</b> доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования и автоматизации промышленных предприятий Института нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиала), г. Салават <b>E-mail:</b> vildanov.rauf@yandex.ru</p>	<p><b>R.G. VILDANOV</b> Doctor of Engineering, Professor, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises, Institute of Oil Refining and Petrochemistry, Ufa State Petroleum Technical University (branch), Salavat <b>E-mail:</b> vildanov.rauf@yandex.ru</p>
<p><b>А.В. САЙФУТДИНОВ</b> инженер-программист Suol Innovations Ltd, Кипр <b>E-mail:</b> Anatoliy.sayfutdinov@gmail.com</p>	<p><b>A.V. SAYFUTDINOV</b> software engineer, Suol Innovations Ltd, Cyprus <b>E-mail:</b> Anatoliy.sayfutdinov@gmail.com</p>
<p><b>Д.О. ПОПОВ</b> инженер Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> popov.dan.edu@gmail.com</p>	<p><b>D.O. POPOV</b> engineer, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> popov.dan.edu@gmail.com</p>
<p><b>А.Н. ВОЛКОВ</b> доктор технических наук, профессор Высшей школы автоматизации и робототехники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> popov.dan.edu@gmail.com</p>	<p><b>A.N. VOLKOV</b> Doctor of Engineering, Professor, Higher School of Automation and Robotics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> popov.dan.edu@gmail.com</p>
<p><b>Т.Д. ИЛЬИНОВ</b> инженер по валидации ООО «ВалидЛаб», г. Москва <b>E-mail:</b> tdi@validlab.ru</p>	<p><b>T.D. ILINOV</b> Validation Engineer, ValidLab LLC, Moscow <b>E-mail:</b> tdi@validlab.ru</p>

<p><b>Ф.Н. СЕМАКИН</b> руководитель центра валидации Московского эндокринного завода, г. Москва <b>E-mail:</b> f_n_semakin@endopharm.ru</p>	<p><b>F.N. SEMAKIN</b> Head of the Validation Center of the Moscow Endocrine Plant, Moscow <b>E-mail:</b> f_n_semakin@endopharm.ru</p>
<p><b>А.А. СПИРИДОНОВА</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры метрологии и стандартизации МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва <b>E-mail:</b> al.spiridonova@gmail.com</p>	<p><b>A.A. SPIRIDONOVA</b> <b>Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Metrology and Standardization MIREA – Russian Technological University, Moscow</b> <b>E-mail:</b> al.spiridonova@gmail.com</p>
<p><b>Э.А. БЕЛИКОВА</b> магистрант МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва <b>E-mail:</b> al.spiridonova@gmail.com</p>	<p><b>E.A. BELIKOVA</b> Master's Student, MIREA – Russian Technological University, Moscow <b>E-mail:</b> al.spiridonova@gmail.com</p>
<p><b>Е.Г. ХОМУТОВА</b> кандидат химических наук, доцент кафедры метрологии и стандартизации МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва <b>E-mail:</b> khomutova@mail.ru</p>	<p><b>E.G. KHOMUTOVA</b> Candidate of Science (Chemistry), Associate Professor of the Department of Metrology and Standardization MIREA – Russian Technological University, Moscow <b>E-mail:</b> khomutova@mail.ru</p>
<p><b>А.В. КОНДРАШОВА</b> кандидат химических наук, доцент кафедры общеобразовательных дисциплин Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов <b>E-mail:</b> angela70-03@mail.ru</p>	<p><b>A.V. KONDRASHOVA</b> Candidate of Science (Chemistry), Associate Professor, Department of General Educational Disciplines, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov <b>E-mail:</b> angela70-03@mail.ru</p>
<p><b>Р.И. КУЗЬМИНА</b> доктор химических наук, профессор кафедры нефтехимии и техногенной безопасности Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов <b>E-mail:</b> kuzminaraisa@mail.ru</p>	<p><b>R.I. KUZMINA</b> Doctor of Science (Chemistry), Professor, Department of Petrochemistry and Technogenic Safety, Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov <b>E-mail:</b> kuzminaraisa@mail.ru</p>
<p><b>ЯН ЦЯН</b> магистрант Балтийского государственного технического университета Военмех имени Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> 2228958812@qq.com</p>	<p><b>YANG QIANG</b> Master's Student, Baltic State Technical University Voennmekh named after D.F. Ustinov, St. Petersburg <b>E-mail:</b> 2228958812@qq.com</p>
<p><b>В.Р. ГРИГОРЬЕВА</b> магистрант Высшей школы административного управления Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> grigorieva.vr@edu.spbstu.ru</p>	<p><b>V.R. GRIGORIEVA</b> Master's Student, Higher School of Administrative Management of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> grigorieva.vr@edu.spbstu.ru</p>

<p><b>Д.Н. ЛЕОНТЬЕВ</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры Высшей школы административного управления Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> alain2000@mail.ru</p>	<p><b>D.N. LEONTIEV</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of the Higher School of Administrative Management of Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> alain2000@mail.ru</p>
<p><b>Т.Г. ДОЛГОВА</b> кандидат технических наук, доцент кафедры информационных экономических систем Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> dtg_ntg@mail.ru</p>	<p><b>T.G. DOLGOVA</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Economic Systems, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> dtg_ntg@mail.ru</p>
<p><b>А.В. НИЗАМЕЕВА</b> магистрант Сибирского федерального университета, г. Красноярск <b>E-mail:</b> Alen4a_bo4a@mail.ru</p>	<p><b>A.V. NIZAMEEVA</b> Master's Student, Reshenev Siberian Federal University, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> Alen4a_bo4a@mail.ru</p>
<p><b>И.А. ПИНЧУК</b> магистрант Сибирского федерального университета, г. Красноярск <b>E-mail:</b> pinchuk.ivan@yandex.ru</p>	<p><b>I.A. PINCHUK</b> Master's Student, Reshenev Siberian Federal University, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> pinchuk.ivan@yandex.ru</p>
<p><b>И.С. ЖАРОВ</b> кандидат технических наук, доцент кафедры специальной техники и информационных технологий Владимирского юридического института Федеральной службы исполнения наказаний, г. Владимир <b>E-mail:</b> viaduc@mail.ru</p>	<p><b>I.S. ZHAROV</b> Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Special Equipment and Information Technologies, Vladimir Law Institute of the Federal Penitentiary Service, Vladimir <b>E-mail:</b> viaduc@mail.ru</p>
<p><b>О.Ю. ОРЛОВА</b> доктор экономических наук, профессор кафедры банков, финансовых рынков и страхования Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> oorlova@mail.ru</p>	<p><b>O.Yu. ORLOVA</b> Doctor of Economics, Professor, Department of Banks, Financial Markets and Insurance, St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg <b>E-mail:</b> oorlova@mail.ru</p>
<p><b>Т.И. ЛЕОНОВА</b> доктор экономических наук, профессор кафедры проектного менеджмента и управления качеством Санкт-Петербургского государственного экономического университета, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> leonova58585@mail.ru</p>	<p><b>T.I. LEONOVA</b> Doctor of Economics, Professor of the Department of Project Management and Quality Management, St. Petersburg State University of Economics, St. Petersburg <b>E-mail:</b> leonova58585@mail.ru</p>

<p><b>Н.В. ВАЛЕБНИКОВА</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург <b>E-mail:</b> na0903@gmail.com</p>	<p><b>N.V. VALEBNIKOVA</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economic Theory, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg <b>E-mail:</b> na0903@gmail.com</p>
<p><b>Д.В. ХАРИТОНОВ</b> доктор технических наук, заместитель директора научно-производственного комплекса по производственной деятельности, начальник цеха Обнинского научно-производственного предприятия «Технология» имени А.Г. Ромашина, г. Обнинск <b>E-mail:</b> i.atrokhin@bk.ru</p>	<p><b>D.V. KHARITONOV</b> Doctor of Engineering, Deputy Director of the Research and Production Complex for Production Activities, Head of the Workshop, Obninsk Research and Production Enterprise "Technology" named after A.G. Romashin, Obninsk <b>E-mail:</b> i.atrokhin@bk.ru</p>
<p><b>А.Н. СИЛКИН</b> генеральный директор Обнинского научно-производственного предприятия «Технология» имени А.Г. Ромашина, г. Обнинск <b>E-mail:</b> i.atrokhin@bk.ru</p>	<p><b>A.N. SILKIN</b> General Director, Obninsk Research and Production Enterprise "Technology" named after A.G. Romashin, Obninsk <b>E-mail:</b> i.atrokhin@bk.ru</p>
<p><b>И.С. АТРОХИН</b> специалист по организации научной деятельности Обнинского научно-производственного предприятия «Технология» имени А.Г. Ромашина, г. Обнинск <b>E-mail:</b> i.atrokhin@bk.ru</p>	<p><b>I.S. ATROKHIN</b> Specialist in Organizing Scientific Activities, Obninsk Scientific and Production Enterprise "Technology" named after A.G. Romashin, Obninsk <b>E-mail:</b> i.atrokhin@bk.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 М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> tvd2005@mail.ru</p>	<p><b>T.V. DUBROVSKAYA</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Organization of Forestry Industries, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> tvd2005@mail.ru</p>
<p><b>Л.Н. РИДЕЛЬ</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и организации отраслей лесного комплекса Сибирского государственного университета науки и технологий имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск <b>E-mail:</b> ridell@mail.ru</p>	<p><b>L.N. RIDEL</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Organization of Forestry Industries, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> ridell@mail.ru</p>
<p><b>И.В. ШАДРИНА</b> кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнес-информатики и моделирования бизнес-процессов Сибирского федерального университета, г. Красноярск <b>E-mail:</b> ivshadrina@mail.ru</p>	<p><b>I.V. SHADRINA</b> Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Business Informatics and Business Process Modeling, Siberian Federal University, Krasnoyarsk <b>E-mail:</b> ivshadrina@mail.ru</p>

---

**Е.В. КОСТОУСТОВА**

старший преподаватель кафедры бизнес-информатики и моделирования бизнес-процессов Сибирского федерального университета, г. Красноярск

**E-mail:** Kost-elen@yandex.ru

**E.V. KOSTOUSTOVA**

Senior Lecturer, Department of Business Informatics and Business Process Modeling, Siberian Federal University, Krasnoyarsk

**E-mail:** Kost-elen@yandex.ru

---

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

---

---

**НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ**  
**SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS**  
**№ 9(147) 2023**  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

---

Подписано в печать 23.09.2023 г.  
Формат журнала 60×84/8  
Усл. печ. л. 13,48. Уч.-изд. л. 6,93.  
Тираж 1000 экз.