

ISSN 2221-5182

Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 7(133) 2022

Главный редактор

Тарандо Е.Е.

Редакционная коллегия:

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

В ЭТОМ НОМЕРЕ:

МАШИНОСТРОЕНИЕ:

- Технология машиностроения
- Организация производства
- Стандартизация и управление качеством

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

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

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ:

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:

- Экономика и управление
- Мировая экономика

Москва 2022

«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 РАН, г. Санкт-Петербург; тел.: 8(981)972-09-93; E-mail: nauka-bisnes@mail.ru

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

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

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

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

Беднаржевский Сергей Станиславович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности Сургутского государственного университета, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, академик РАН 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

Системы автоматизации проектирования

- Агаханова К.А.** Управление стоимостью проектов в условиях использования BIM 10
- Егорова Д.В., Попова А.В., Муромский В.Р.** Создание единого информационного пространства управления производством и жизненным циклом выпускаемых изделий..... 14

Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети

- Артемьев В.С., Хакимов А.А., Баширова Э.М.** Совершенствование автоматического управления компенсирующего устройства в системах электроснабжения на предприятиях нефтегазовой отрасли 17
- Орешенко Т.Г., Лобанов Д.К., Федоров М.С., Широков А.Д.** Реализация беспроводных сенсорных сетей на базе микроконтроллера ATtiny13 22
- Шувалов В.П., Квиткова И.Г.** Техническое обслуживание сетей доступа большого радиуса действия, ориентированное на обеспечение надежности 26

Математическое моделирование и численные методы

- Балакин А.И., Копп В.Я., Балакина Н.А.** Имитационное моделирование асинхронной автоматизированной линии с возвратом продукции на повторное обслуживание по результатам измерений 31
- Пальмов С.В., Апарин А.В.** Распознавание лиц на изображениях средствами Python..... 38

Информационная безопасность

- Коданев В.Л., Трофимова Е.А., Алисов А.А., Полежарова А.Я.** Разработка архитектуры защищенной автоматизированной системы дистанционного обучения сотрудников коммерческого банка..... 42
- Юдина А.М.** К вопросу о применении принципа интероперабельности в реализации информационной безопасности в киберинформационной среде 47
- Юдина А.М.** Новые возможности государственного регулирования кибербезопасности в России 50

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Технология машиностроения

- Иванычев Д.А., Левина Е.Ю., Подболотов А.Ю., Малявин Е.А.** Моделирование напряженно-деформированного состояния анизотропных тел в задачах от действия

массовых сил..... 54

Организация производства

Артамонова П.Л., Кузина Е.Л., Василенко М.А., Панкова В.В. Влияние правовых ограничений на эффективность международных транспортных коридоров..... 58

Болдырев В.С. Выбор адекватных алгоритмов оптимизации химико-технологических систем при инжиниринге многоассортиментных малотоннажных лакокрасочных производств средствами экспертной системы..... 62

Стандартизация и управление качеством

Васецкая Н.О. Особенности управления документацией в системе менеджмента качества в техническом вузе 69

Винников И.А. Стандартизация методов оценки выходных параметров операционных усилителей..... 73

Глебова Е.В., Лаптева Е.П. Практические аспекты поддержания актуальности системы менеджмента безопасности пищевой продукции..... 76

Кислякова Е.В. Концепция «Дом качества» как инструмент комплексной оценки и улучшения качества продукции..... 81

Кузьменко В.П. Применение алгоритма адаптивной многоимпульсной позиционной модуляции для повышения качества связи в области видимого света при управлении светодиодным освещением 85

Орешенко Т.Г., Лобанов Д.К., Федоров М.С., Радионова К.В. Подтверждение показателей ресурса бортовой аппаратуры космических аппаратов 89

Халилюлина Н.Б., Черемухина Ю.Ю. Проблематика внедрения цифровых технологий в процессе внутреннего аудита системы менеджмента качества предприятия радиоэлектронной отрасли 93

Чувашов М.В. Задачи и направления информатизации здравоохранения..... 97

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Экономика и управление

Гончаров Г.А. Глобальный конфликт и контуры нового миропорядка в современной гуманитарной научной мысли. (по итогам XX Международных Лихачевских научных чтений).. 101

Куликова Е.С. Социальные медиа как инструмент продвижения территории 105

Лобачева Е.Н., Кузнецова Т.И., Кузнецов М.А. Новые системы контроля современного высокотехнологического производства..... 108

Первушина Т.Л., Галиутинова Е.И. Инновационная инфраструктура региона и ее совершенствование 111

Салаватова Ю.А., Сапожникова Ю.О. Информационные технологии обеспечения процесса кредитования в банках.....	115
Сулимин В.В., Шведов В.В. Анализ технологий для экологии умного города	119
Тодор Н.А., Васильев А.С. К вопросу повышения безопасности дорожного движения на территории Республики Карелия	122

Мировая экономика

Ху Лиян, Ван Хуань Исследование китайского перевода российских документов по развитию Северного морского пути с точки зрения теории переводческой компенсации	125
---	-----

МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ «ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МАШИНОСТРОЕНИИ» САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (СПБПУ)

О конференции.....	131
--------------------	-----

Технология машиностроения

Арслан Х., Коротких М.Т. Расчетное обоснование термомеханических зажимных устройств для станочных приспособлений.....	133
Егорова Ю.Б., Челпанов А.В., Давыденко Л.В. О классификации титановых сплавов в зависимости от эквивалентов по алюминию и молибдену	138
Ковеленов Н.Ю., Грибанов А.А. Повышение эффективности финишных операций обработки сегментов торцовых уплотнений	143
Хрусталева И.Н., Гасюк Д.П., Черных Л.Г., Степанов С.Н., Лаптев А.А. Повышение эффективности технологического процесса сборки на основе имитационного моделирования	147
Левашова Е.Л., Радкевич М.М., Яковицкая М.В. Повышение точности размеров сложно-профильных изделий из листового металла методом свободной гибки.....	153
Макарова Т.А., Савинов З.С. Проблемы проектирования технологической оснастки для обработки зубчатых колес на зубозакругляющих станках	158
Теплухин В.Г., Попов А.И., Кудрявцев В.Н., Яковицкая М.В. Металлографические исследования с применением струйной электролитно-плазменной обработки поверхности	161

Инновационные технологии электро-физических и электрохимических методов обработки материалов

Белянов И.А., Осипов А.А. Применение методов машинного обучения для оптимизации параметров процессов синтеза покрытий ИТО	164
---	-----

Contents

INFORMATION TECHNOLOGY

Design Automation Systems

- Agakhanova K.A.** Using BIM Technologies for Project Cost Management 10
- Egorova D.V., Popova A.V., Muromsky V.R.** Creation of a Unified Information Space for Management of Production and the Life Cycle of Manufactured Products 14

Computers, Software and Computer Networks

- Artemyev V.S., Khakimov A.A., Bashirova E.M.** Improving Automated Control of the Compensating Device in Power Supply Systems at Oil and Gas Industry Enterprises 17
- Oreshenko T.G., Lobanov D.K., Fedorov M.S., Shirokov A.D.** Implementation of Wireless Sensor Networks Based on the ATtiny13 Microcontroller 22
- Shuvalov V.P., Kvitkova I.G.** Maintenance of Long-Reach Access Networks Focused on Ensuring Dependability..... 26

Mathematical Modeling and Numerical Methods

- Balakin A.I., Kopp V.Ya., Balakina N.A.** Simulation of an Asynchronous Automated Line with the Return of Products for Re-Service Based on Measurement Results 31
- Palmov S.V., Aparin A.V.** Human Face Recognition from Images with Python 38

Information Security

- Kodanev V.L., Trofimova E.A., Alisov A.A., Polezharova A.Ya.** The Development of Architecture of a Secure Automated System of Distance Learning for Commercial Bank Employees 42
- Yudina A.M.** The Application of the Interoperability Principle for the Implementation of Information Security in the Cyberinformation Environment..... 47
- Yudina A.M.** New Opportunities for State Regulation of Cybersecurity in Russia 50

MECHANICAL ENGINEERING

Engineering Technology

- Ivanychev D.A., Levina E.Yu., Podbolotov A.Yu., Malyavin E.A.** Simulation of the Stress-Strain State of Anisotropic Bodies in Problems from the Action of Body Forces..... 54

Organization of Manufacturing

- Artamonova P.L., Kuzina E.L., Vasilenko M.A., Pankova V.V.** Modeling Method in the

Economic Assessment of Transport Services.....	58
Boldyrev V.S. The Choice of Adequate Optimization Algorithms of Chemical-Technological Systems in the Engineering of Multi-Assortment Low-Capacity Painting Production by Means of an Expert System.....	62

Standardization and Quality Management

Vasetskaya N.O. Document Management Peculiarities in Quality Management System at Technical Universities.....	69
Vinnikov I.A. Standardization of Methods for Evaluating the Output Parameters of Operational Amplifiers.....	73
Glebova E.V., Lapteva E.P. Practical Aspects of Keeping Updated the Safety Management System of Food Products	76
Kislyakova E.V. The Concept of the “House of Quality” as a Tool of Comprehensive Assessment and Improvement of Product Quality.....	81
Kuzmenko V.P. Application of the Adaptive Multi-Pulse Positional Modulation Algorithm to Improve the Quality of Communication in the Visible Light Area When Controlling LED Lighting	85
Oreshenko T.G., Lobanov D.K., Fedorov M.S., Radionova K.V. Confirmation of the Resource Indicators of the Onboard Equipment of Space Vehicles	89
Khalilulina N.B., Cheremukhina Yu.Yu. The Problem of Introducing Digital Technologies in the Process of Internal Audit of the Quality Management System of an Enterprise in the Radio-Electronic Industry	93
Chuvashov M.V. Tasks and Directions of Informatization of Health Care.....	97

ECONOMIC SCIENCES

Economics and Management

Goncharov G.A. Global Conflict and the Outlines of the New World Order in Modern Humanitarian Scientific Thought (based on the results of the 20th International Likhachev Scientific Readings).....	101
Kulikova E.S. Social Media as a Tool for Territory Promotion	105
Lobacheva E.N., Kuznetsova T.I., Kuznetsov M.A. New Control Systems for Modern High-Tech Production.....	108
Pervushina T.L., Galiutinova E.I. Innovative Infrastructure of the Region and Its Improvement.....	111
Salavatova Yu.A., Sapozhnikova Yu.O. Information Technologies for Providing the Lending	

Process In a Bank	115
Sulimin V.V., Shvedov V.V. The Analysis of Technologies for Smart City Environment	119
Todor N.A., Vasilyev A.S. To the Question of Improving Road Safety in the Territory of the Republic of Karelia	122

World Economics

Hu Liyang, Wang Huan A Study of the Chinese Translation of Russian Documents on the Development of the Northern Sea Route in the Context of the Theory of Translation Compensation	125
---	-----

**MATERIALS OF THE ALL-RUSSIAN SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE OF YOUNG SCIENTISTS «INNOVATIVE IDEAS IN MECHANICAL ENGINEERING» OF PETER THE GREAT
ST. PETERSBURG STATE POLYTECHNIC UNIVERSITY (SPBPU)**

About the Conference	131
-----------------------------------	-----

Engineering Technology

Arslan H., Korotkikh M.T. Calculation Substantiation of Thermo-Mechanical Clamping Devices for Machine Devices	133
Egorova Yu.B., Chelpanov A.V., Davydenko L.V. On the Classification of Titanium Alloys Depending on Aluminum and Molybdenum Equivalents.....	138
Kovelenov N.Yu., Gribanov A.A. Increasing the Efficiency of Finish Machining of Segments for Mechanical Seals	143
Khrustaleva I.N., Gasyuk D.P., Chernykh L.G., Stepanov S.N., Laptev A.A. Improving the Efficiency of the Assembly Process Based on Simulation	147
Levashova E.L., Radkevich M.M., Yakovitskaya M.V. Increasing the of Size Accuracy for Complex Profile Products from Sheet Metal by the Air Bending Method.....	153
Makarova T.A., Savinov Z.S. Problems of Design of Technological Tooling for Processing Gears on Gear Rounding Machines.....	158
Teplukhin V.G., Popov A.I., Kudryavtsev V.N., Yakovitskaya M.V. Metallographic Investigations Using Jet Electrolyte-Plasma Surface Treatment.....	161

Innovative technologies of electro-physical and electrochemical methods of material processing

Belianov I.A., Osipov A.A. Application of Machine Learning Methods to Optimize the Parameters of ITO Coating Synthesis Processes	164
---	-----

УДК 721.021.23

К.А. АГАХАНОВА

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

УПРАВЛЕНИЕ СТОИМОСТЬЮ ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ BIM

Ключевые слова: строительная отрасль; цифровизация; цифровые инновации; BIM-технологии.

Аннотация. Целью работы является анализ влияния BIM-технологий на управление стоимостью проектов, задачей – формирование конкретных направлений для оптимизации стоимости строительства. Гипотеза: традиционные и существующие способы проектных решений устарели и требуют изменений. В результате использования BIM-технологий станет возможным добиться наибольшего эффекта, то есть сократить бюджет, количество ошибок и сроки, при этом не ухудшая качество проекта.

ет достаточно сложную структуру стоимости, которую необходимо обосновать. Структура стоимости включает внушительное количество статей затрат на всех стадиях жизненного цикла: от предпроектной стадии до стадии ликвидации объекта (рис. 1).

Внедрение цифрового программного обеспечения позволит решить существующие проблемы проектных решений. Цифровые технологии применяются в проектах урбанизации, индустриализации и гражданского строительства, чтобы повысить эффективность производства, обеспечить рост производительности, оптимизировать затраты, а также снизить риски.

Основная часть

Введение

Любой инвестиционно-строительный проект должен предполагать возврат вложенных средств и их эффективность. Завершение проекта в срок, обеспечение высокого качества проекта и точное определение стоимости являются основными целями всех инвестиционно-строительных проектов. Однако на практике для большинства участников реализация данных целей является трудноосуществимой.

Традиционные и существующие способы проектных решений устарели и требуют изменений. Большинство отслеживаемых проектов, использующих традиционный подход, страдают от нехватки времени, превышения смет и бюджетов, наличия большого объема получаемых данных, необходимости постоянного контроля процессов, привлечения большого количества участников.

Реализация объекта капитального строительства требует существенные денежные и временные ресурсы. Это, как результат, означа-

Цифровизация строительства – это актуальная тенденция развития строительной отрасли, в которой все больше информации носит цифровой вид. В соответствии со Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации в ближайшие 10–15 лет переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта являются приоритетом научно-технологического развития Российской Федерации.

Кроме того, согласно Постановлению Правительства РФ № 331 от 5 марта 2021 г. «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства» государственные заказчики должны формировать и вести ин-



Рис. 1. Структура стоимости строительства объекта



Рис. 2. Этапы управления затратами

и устранение проектных изменений на этапе проектирования, а не на этапе строительства. Управление стоимостью с использованием технологии информационного моделирования позволит специалистам по количественной оценке затрат преодолеть проблемы, с которыми они столкнулись при традиционном подходе и ограниченном бюджете проекта, поскольку технология информационного моделирования позволяет формировать более точную оценку затрат, спецификацию материалов и т.д.

Эффективное управление стоимостью проекта гарантирует, что проект будет выполнен в рамках бюджета и в соответствии с запланированным объемом. Поскольку успех проекта оценивается, по крайней мере частично, по

включает четыре этапа (рис. 2):

- планирование ресурсов;
- оценка затрат;
- бюджетирование затрат;
- контроль затрат.

Затраты на проект играют жизненно важную роль в контроле затрат и максимизации экономических выгод. Как следствие, наложить разумный контроль затрат на проект остается критически важным для всего инвестиционно-строительного проекта. Таким образом, технология *BIM* должна применяться ко всему процессу строительного проекта для управления затратами, что способствует контролю всего проекта и получению желаемых экономических выгод.

На сегодняшний день технология *BIM* широко применяется для управления затратами. Его основные функции включают в себя: изучение проектных чертежей и строительной документации; использование технологии *BIM* для консолидации и сбора количественных изменений в проекте с целью управления затратами; анализ *BIM*-моделей об изменениях, происходящих в проекте в режиме реального времени; оценка и обмен информацией в режиме реального времени на платформах совместного управления.

Для управления сроками проекта на этапе планирования выполняется автоматическая разработка графика производства работ на основе данных об объемах работ и их трудоемкости, интенсивности использования ресурсов, материалов и механизмов. В структуре информационной модели с использованием цифровых технологий собираются фактические данные о готовности объекта на контрольную дату во всех возможных разрезах: по объемам, ресурсам, срокам. В случае отклонений в автоматическом режиме корректируется расписание проекта. Также внедрение информационного моделирования позволяет решать трудоемкую задачу по составлению исполнительной документации, так как все данные автоматически фиксируются при заполнении акта о приемке выполненных работ на основании параметров *BIM*-модели.

Требования к проектированию и уровень детализации документации оказывают прямое влияние на точность проектной бюджетной сметы. Стоимость проекта можно контролировать за счет поставки технологий и материалов. Цены на материалы, конструкции должны поддерживаться на разумном уровне, это особенно актуально в настоящее время в связи с подорожанием стоимости материалов. Основные строительные материалы в России подорожали с начала года на 15–30 %. Это требует проведения предварительных исследований цен на материалы, необходимые в течение всего периода строительства. Одна из самых ярких характеристик, которыми обладают *BIM*-визуализация и информатизация, – это отображение моделями, которые становятся более конкретными с

большим количеством информации и постоянно обновляются в соответствии с последней информацией. Модели проекта, созданные с использованием технологии *BIM*, могут в любое время обновлять свою общую информацию в соответствии с графиками строительства.

При определении содержания проекта можно воспользоваться программным обеспечением *Revit* либо *Renga*. Программное обеспечение *Microsoft Project* дает эффект при установлении сроков проекта. Сроки реализации проекта, причем в увязке с конкретными работами, можно посмотреть в *Navisworks*. *Navisworks*, одно из флагманских решений *BIM*, предоставляет возможность целостного анализа интегрированных моделей и данных для лучшего контроля над планированием проекта и его результатами. Возможности программного обеспечения для координации и обнаружения коллизий обеспечивают высокую рентабельность инвестиций для строительных проектов, что делает его широко применяемым инструментом для *BIM*.

При использовании сразу всех перечисленных инструментов технологий информационного моделирования участники инвестиционно-строительного проекта смогут добиться наибольшего эффекта, то есть допустить минимум ошибок, потратить минимум ресурсов, сократить время, при этом не ухудшая качество проекта.

Заключение

Таким образом, проанализировав представление и характеристики информационного моделирования зданий, актуальность их применения в инвестиционно-строительных проектах, а также отличительные преимущества, можно сделать вывод не только о том, что информационное моделирование зданий – это современный инструмент в области управления инвестиционно-строительными проектами, но и то, что их внедрение является важнейшим компонентом информации и связи в инвестиционно-строительных проектах за счет огромных возможностей, оказывающих влияние на эффективность и успешность реализации проектов.

Список литературы

1. Кузина, О.Н. Информационное моделирование стоимости объекта строительства на каждом этапе жизненного цикла / О.Н. Кузина // Научно-технический вестник Поволжья. – 2019. –

№ 1. – С. 107–111.

2. План мероприятий по совершенствованию ценообразования в строительной отрасли Российской Федерации (утв. Правительством РФ 10.12.2020 № 11789п-П16).

3. Постановление от 5 марта 2021 г. № 331 «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202103100026>.

4. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».

References

1. Kuzina, O.N. Informatsionnoye modelirovaniye stoimosti ob»yekta stroitel'stva na kazhdom etape zhiznennogo tsikla / O.N. Kuzina // Nauchno-tekhnicheskij vestnik Povolzh'ya. – 2019. – № 1. – S. 107–111.

2. Plan meropriyatiy po sovershenstvovaniyu tsenoobrazovaniya v stroitel'noy otrasli Rossiyskoy Federatsii (utv. Pravitel'stvom RF 10.12.2020 № 11789p-P16).

3. Postanovleniye ot 5 marta 2021 g. № 331 «Ob ustanovlenii sluchaya, pri kotorom zastroyshchikom, tekhnicheskim zakazchikom, litsom, obespechivayushchim ili osushchestvlyayushchim podgotovku obosnovaniya investitsiy, i litsom, otvetstvennym za ekspluatatsiyu ob»yekta kapital'nogo stroitel'stva, obespechivayutsya formirovaniye i vedeniye informatsionnoy modeli ob»yekta kapital'nogo stroitel'stva» [Electronic resource]. – Access mode : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202103100026>.

4. Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii ot 01.12.2016 g. № 642 «O Strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii».

© К.А. Агаханова, 2022

УДК 005.92

Д.В. ЕГОРОВА, А.В. ПОПОВА, В.Р. МУРОМСКИЙ
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

СОЗДАНИЕ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ И ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ВЫПУСКАЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ключевые слова: автоматизированная система; входной контроль; документы качества; жизненный цикл изделия; ракетно-космическая техника.

Аннотация. Ведение процесса входного контроля и запуска в производство материалов в «бумажном» виде приводит к многочисленным ошибкам в оформлении сопроводительной документации, создает предпосылки для пересорта материалов при производстве изделий, увеличивает трудоемкость процесса входного контроля, не добавляющего ценности продукции, а также существенно усложняет процесс формирования фактических затрат для предъявления фиксированной цены изделия заказчику.

Целью данной статьи является описание проблематики и постановка задачи автоматизации процесса управления жизненным циклом изделий ракетно-космической техники.

Задачи: описать требования к единому информационному пространству управления производством и жизненным циклом выпускаемых изделий и продуктов на предприятии ракетно-космической отрасли.

Гипотеза: существующие автоматизированные системы класса *SCM, ERP, MES* не позволяют учитывать особенности процесса входного контроля и запуска в производство материалов.

Достигнутые результаты: представлены требования к автоматизированной системе управления жизненным циклом изделий ракетно-космической техники, позволяющей оперативно получить нужную информацию о сданном заказчику изделии на всех этапах производства в разрезе списанных в изделие мате-

риалов и покупных комплектующих изделий.

Введение

Жизненный цикл изделия ракетно-космической техники включает в себя совокупность различных этапов, начиная с проведения научно-исследовательских работ и заканчивая ремонтом и утилизацией изделия [1].

При этом на этапе производства одним из ключевых подэтапов, влияющих на последующий жизненный цикл изделия, является процесс закупки материалов и покупных комплектующих изделий, их входной контроль, выдача и запуск в производство. Обеспечение идентификации и прослеживаемости материалов на данном подэтапе жизненного цикла позволяет обеспечить заданный заказчиком уровень качества изделия [2].

Требования к единому информационному пространству

На данный момент в ракетно-космической отрасли отсутствуют автоматизированные системы класса *SCM, ERP, MES*, которые позволяют учитывать особенности процесса входного контроля и запуска в производство материалов для ракетно-космической и боевой ракетной техники в части формирования партионности при проведении контрольно-выборочных испытаний деталей, изготовленных из металла одной плавки, коэффициентов трудноуправляемых процессов и прочего.

При этом данная система должна позволять фиксировать все отступления на входном

контроле и в процессе производства, принимаемые по ним решения (в том числе проведение рекламационной работы) и обеспечить возможность прослеживаемости при дальнейшей комплектации деталей в составе сборочных единиц.

Таким образом, в целях создания единого информационного пространства управления производством и жизненным циклом выпускаемых изделий и продуктов, направленного на повышение качества выпускаемой продукции и оказываемых услуг, необходимо разработать систему, позволяющую в цифровом виде [3–5]:

- осуществлять учет материалов и покупных комплектующих изделий на складах и в кладовых подразделениях;
- фиксировать в системе все сертификатные данные из документа качества на закупленный материал;
- фиксировать все отступления, выявленные на входном контроле, а также принятые по ним решения;
- осуществлять выдачу материала со склада в производство с учетом требований конструкторской и нормативной документации для конкретной детали;
- запускать в производство партии деталей и сборочных единиц из полученного со склада материала;
- отслеживать движение деталей и сборочных единиц на последующих технологи-

ческих переделах;

- отслеживать комплектацию деталей и сборочных единиц в изделиях.

При этом все сопроводительные документы, оформляемые на вышеперечисленных операциях, должны печататься из системы и иметь штрих-код, позволяющий оперативно их обрабатывать на рабочем месте. Согласование также должно производиться в электронном виде с бюро технического контроля, отделом снабжения, отделом главного технолога и другими ответственными исполнителями по принадлежности.

В то же время в системе должны иметься все данные, позволяющие оперативно получить нужную информацию о сданном заказчику изделии (в том числе на этапе эксплуатации, ремонта и утилизации изделия) в разрезе списанных в изделие материалов и покупных комплектующих изделий, их партий, плавков, заводских номеров, гарантийных сроков, имеющихся отступлений и решений по ним.

Заключение

В результате данная система должна существенно сократить сроки проведения входного контроля материалов, выдачи и запуска их в производство, при этом также учитывать особенности требований отраслевой документации на производство ракетно-космической и боевой ракетной техники.

Список литературы

1. Stark, J. Product lifecycle management : 21st century paradigm for product realisation / J. Stark. – London : Springer, 2005. – 441 p.
2. Судов, Е.В. Интегрированная информационная поддержка жизненного цикла машиностроительной продукции. Принципы. Технологии. Методы. Модели / Е.В. Судов. – М. : ООО Издательский дом «МВМ», 2003. – 264 с.
3. Ильенкова, С.Д. Управление качеством: учебник / под ред. С.Д. Ильенковой. – М. : ЮНИТИ, 2001. – 198 с.
4. Пономарев, С.В. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества: учебное пособие / С.В. Пономарев. – М. : РИА Стандарты и качество, 2005. – 248 с.
5. Доросинский, Л.Г. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия / Л.Г. Доросинский, О.М. Зверева. – Ульяновск : ИП Кеньшенская Виктория Валерьевна (издательство «Зебра»), 2016. – 243 с.

References

2. Sudov, Ye.V. Integrirovannaya informatsionnaya podderzhka zhiznennogo tsikla mashinostroitel'noy produktsii. Printsipy. Tekhnologii. Metody. Modeli / Ye.V. Sudov. – M. : ООО

Izdatel'skiy dom «MVM», 2003. – 264 s.

3. Il'yenkova, S.D. Upravleniye kachestvom: uchebnyy / pod red. S.D. Il'yenkovoy. – M. : YUNITI, 2001. – 198 s.

4. Ponomarev, S.V. Upravleniye kachestvom produktsii. Instrumenty i metody menedzhmenta kachestva: uchebnoye posobiye / S.V. Ponomarev. – M. : RIA Standarty i kachestvo, 2005. – 248 s.

5. Dorosinskiy, L.G. Informatsionnyye tekhnologii podderzhki zhiznennogo tsikla izdeliya / L.G. Dorosinskiy, O.M. Zvereva. – Ul'yanovsk : IP Ken'shenskaya Viktoriya Valer'yevna (izdatel'stvo «Zebra»), 2016. – 243 s.

© Д.В. Егорова, А.В. Попова, В.Р. Муромский, 2022

УДК 681.51

В.С. АРТЕМЬЕВ, А.А. ХАКИМОВ, Э.М. БАШИРОВА
 Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
 технический университет», г. Салават

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОМПЕНСИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Ключевые слова: автоматическое управление устройством компенсации реактивной мощности; батарея конденсаторов; высшие гармоники.

Аннотация. При выполнении проекта использовались теоретические и экспериментальные методы исследования. Теоретические исследования выполнялись на основе изучения теории компенсации реактивной мощности, принципов работы автоматического управления и моделирования. В экспериментальных исследованиях с целью улучшения качества автоматического управления компенсирующим устройством использовалась математическая имитационная модель, построенная на основе исходных данных, полученных с выбранного объекта, реализованная в *Matlab Simulink*.

Цель – улучшение качества автоматического управления компенсирующим устройством, повышение эффективности и надежности системы электроснабжения с использованием модели системы управления автоматической установкой компенсации реактивной мощности (АУКРМ).

Компенсация реактивной мощности на предприятиях нефтегазовой отрасли с различными видами нагрузки с точки зрения экономии электроэнергии становится актуальной в связи с введением в действие Приказа Министерства энергетики Российской Федерации от 23 июня 2015 г. № 380. Этот документ определяет соотношение потребления активной и реактивной мощности для отдельных групп потребителей. Согласно Приказу в договоре оказания услуг по передаче электрической энергии оговариваются максимальные и минимальные значения

коэффициента реактивной мощности, устанавливаемые отдельно для часов больших и (или) малых суточных нагрузок электрической сети. В случае нарушения условий договора поставщик электроэнергии имеет право применять повышающий коэффициент к тарифу на электроэнергию.

Несомненно нагрузка любого предприятия является нестабильной: происходит как суточное, так и сезонное изменение нагрузки. Также возможны варьирования нагрузки, определяемые случайными событиями. При этом коэффициент мощности зависит от режима работы предприятия и может находиться в пределах 0,7–0,9 и менее [1]. В результате потребление реактивной мощности меняется в широких пределах. В этом случае применение нерегулируемых конденсаторных батарей (БК) не позволяет обеспечить значение коэффициента реактивной мощности, регламентируемого Приказом № 380. Довольно часто на предприятиях с большим разбросом параметров энергопотребления используется АУКРМ – изменение генерируемой реактивной мощности в зависимости от параметров потребления электроэнергии (иногда времени суток и сезона) [2].

На рис. 1 показаны графики, поясняющие работу такого устройства на разных ступенях компенсации. Рабочие зоны ступеней находятся между прямыми $Q_{ст} = f(P_{нг})$, построенными с учетом предельно допустимых значений коэффициентов реактивной мощности на вводе предприятия $tg\varphi = 0$ и $tg\varphi_{норм}$ [3].

Для того чтобы исключить случаи перекompенсации при минимальной нагрузке и недокомпенсации при максимальной нагрузке, необходимо предусмотреть компенсацию реактивной мощности в минимальном режиме нагрузки с наибольшим значением коэффициента

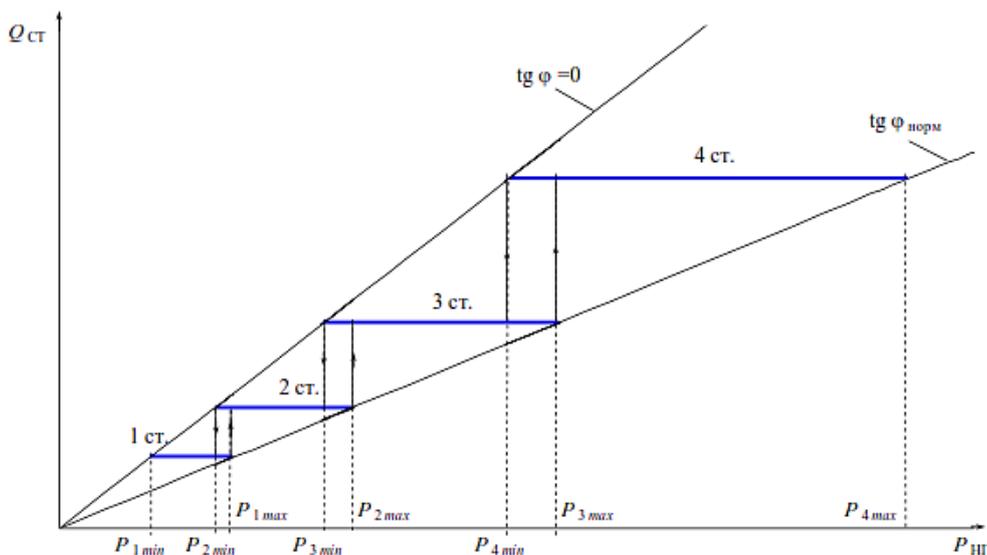


Рис. 1. Работа АУКРМ на разных ступенях компенсации реактивной мощности

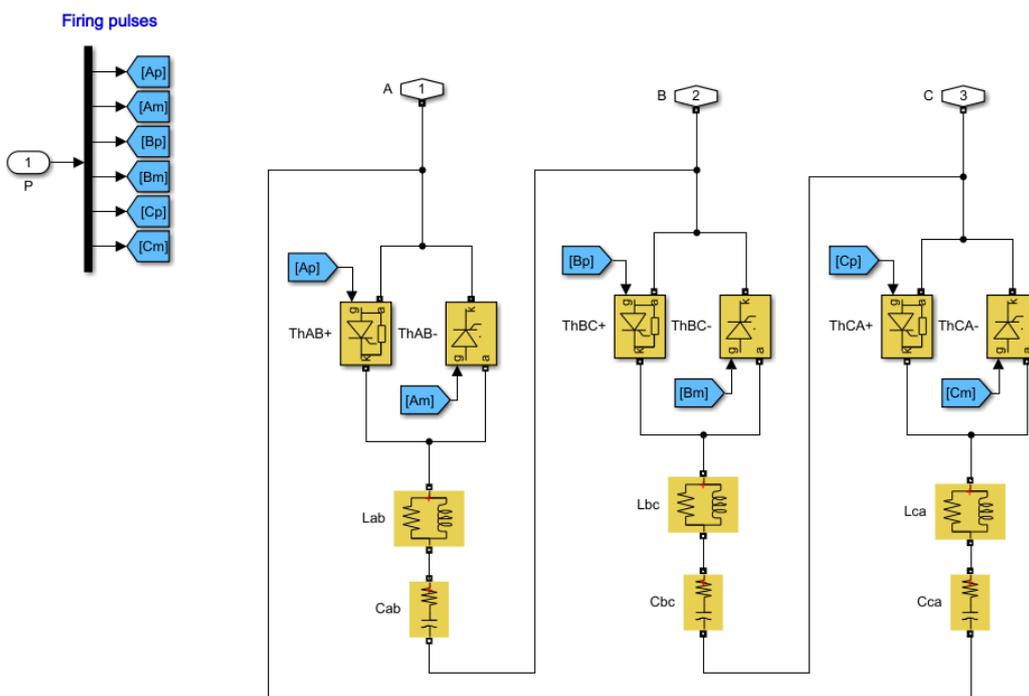


Рис. 2. Модель конденсаторной батареи

мощности и в максимальном режиме с наименьшим значением коэффициента мощности.

Помимо перекомпенсации и недокомпенсации реактивной мощности, бывают ложные срабатывания АУКРМ из-за наличия высших гармоник тока и напряжения, а также резонанс-

ной частоты.

Согласно вышесказанному было принято решение усовершенствовать систему управления компенсирующего устройства.

Смоделировать компенсацию реактивной мощности (КРМ) в *Simulink* возможно при по-

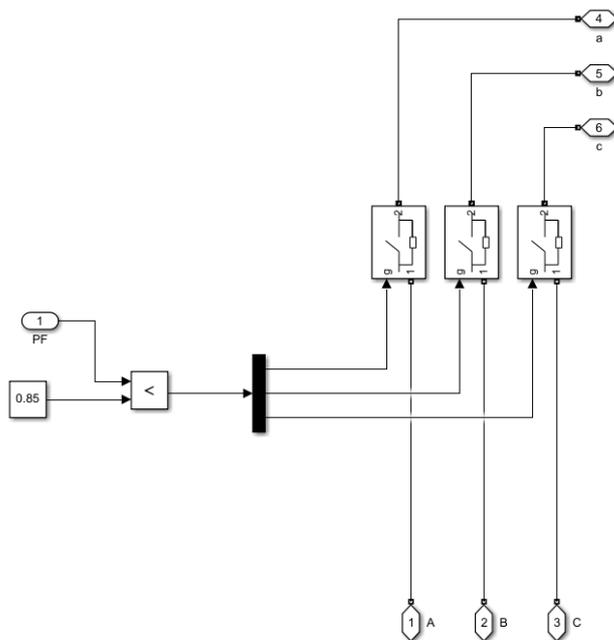


Рис. 3. Система автоматического включения/отключения конденсаторных батарей

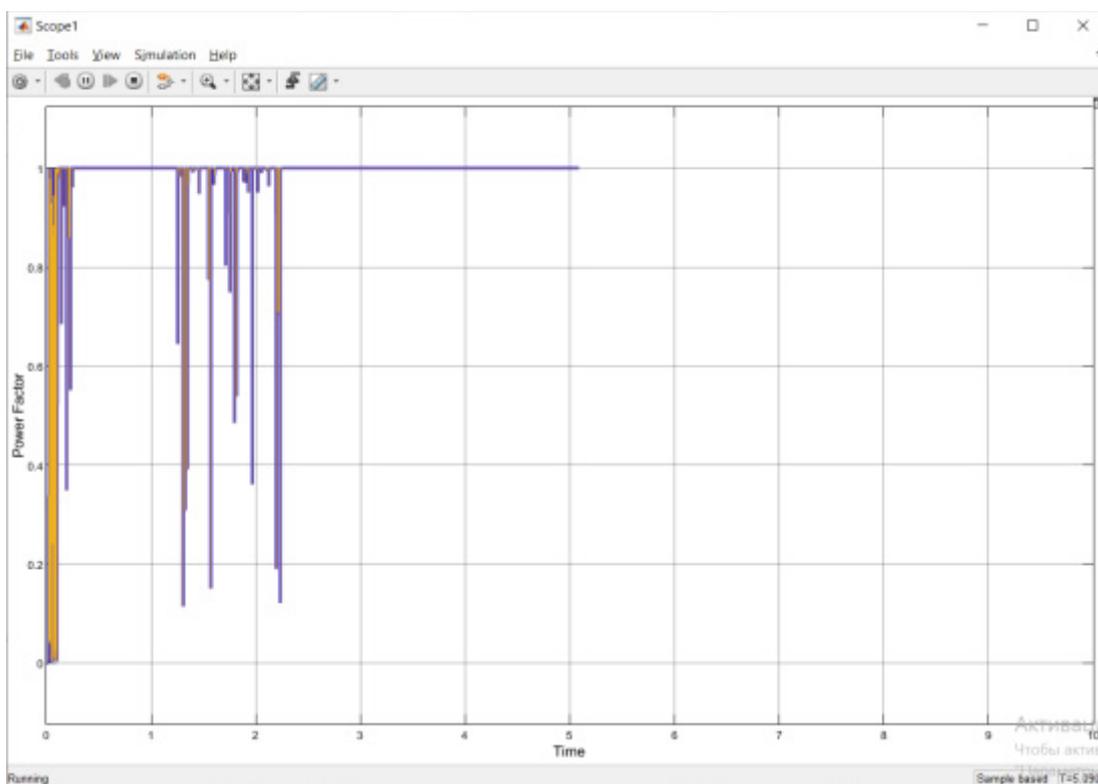


Рис. 4. График коэффициента мощности

мощи конденсаторных батарей. Как известно, реактивную мощность. Соответственно, необ-
 КРМ может либо отдавать, либо поглощать ходима система управления конденсаторными

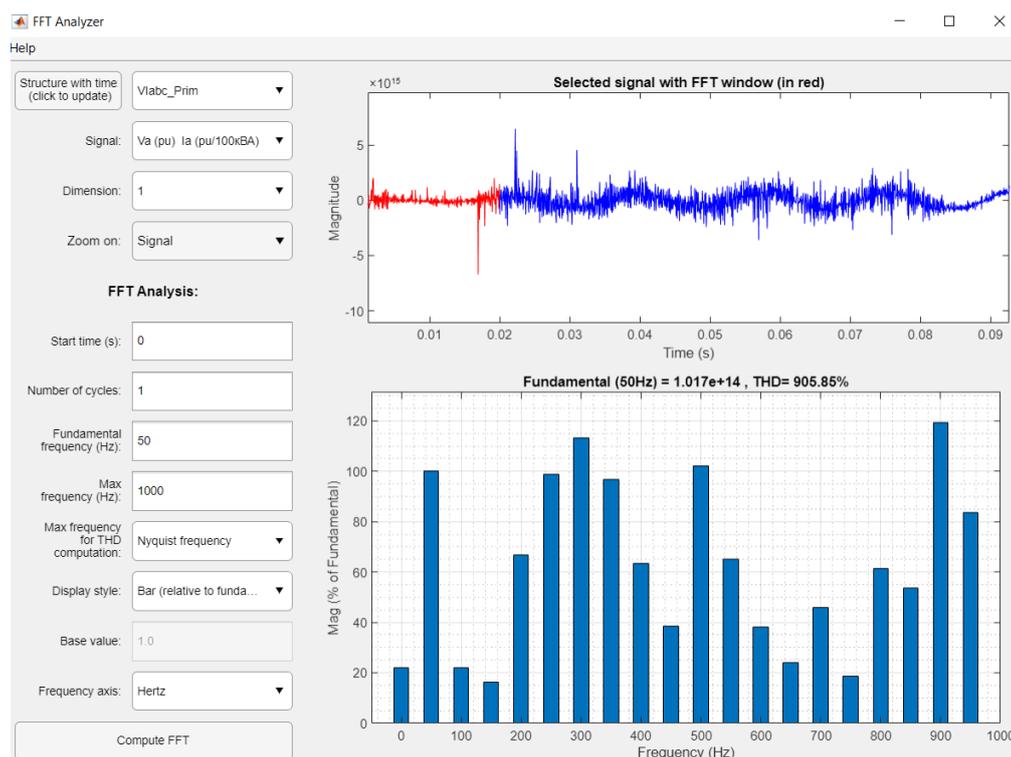


Рис. 5. Гармонический анализ тока и напряжения

батареями. Имитационная модель конденсаторной батареи представлена на рис. 2.

В схеме применяются конденсаторы и полупроводниковые приборы – диоды. Когда реактивная мощность превышает максимальное допустимое значение, то управляемый диод $Th+$ отпирается и пропускает ток внутрь, а реактивная мощность поглощается, в то время как диод $Th-$ запирается. Управляющий импульс, формируемый системой управления, подается с порта P через разделительную шину *Firing pulses*. И наоборот, когда реактивная мощность падает ниже минимального допустимого значения, диод $Th-$ отпирается, $Th+$ запирается, а реактивная мощность сообщается в систему. Все конденсаторные батареи в схеме устроены одинаково.

Для реализации системы управления необходимо создать систему автоматического включения/отключения конденсаторных батарей в зависимости от коэффициента мощности. Схема представлена на рис. 3. Логика работы системы автоматического управления следующая. На вход подается измеренное значение коэффициента мощности и затем поступает на блок *Relational Operator*, который, сравнивая ее с заданной величиной коэффициента мощности

(уставка), формирует булевой сигнал на выходе, который, в свою очередь, подается на управляемый ключ. В начальном состоянии ключ разомкнут, чему соответствует логический ноль, когда коэффициент мощности опускается ниже значения уставки, на выходе блока *Relational Operator* формируется логическая единица, которая подается на ключ (он запирается). Таким образом, БК подключается к системе. Уставка задается блоком *Constant*.

Для анализа влияния высших гармоник тока и напряжения на работу АУКРМ был реализован в *Matlab Simulink* генератор гармоник.

Один из способов создания искусственных помех, и наиболее эффективный, – это установка блока *Three-Phase Sine Generator*. Данный блок подключили непосредственно в саму систему КРМ, т.к. совместимость блока позволяет это сделать.

Одним из входящих параметров в систему управления КРМ является напряжение сети *Vabc_prim*, к этому параметру можно добавить еще один – дополнительные гармоники. Чтобы упростить процесс включения/выключения генератора гармоник, установили ручной управляемый ключ *Manual Switch*, который при

двойном клике переключается между двумя контактами.

Значение амплитуды гармоник $|u|$ установим 10 000 В, отклонение по фазе 15° , частота $Freq = 50$ Гц. Генератор гармоник включили по прошествии одной секунды и в течение двух секунд оставили включенным, что позволило отследить изменения на графике за определенный период.

График изменения коэффициента мощности с использованием генератора высших гармоник тока и напряжения представлен на рис. 4.

Как видно из рис. 4, коэффициент мощности скачкообразно изменяется в определенном промежутке времени, притом что реактивная мощность не изменяется в больших пределах.

Данный промежуток времени соответствует времени включения генератора искусственных гармоник, вследствие чего АУКРМ дает сбой в работе. На остальном промежутке времени коэффициент мощности равен приблизительно 0,98–0,99.

Для решения данной проблемы был внедрен в систему управления АУКРМ фильтр высших гармоник. Результаты гармонического анализа представлены на рис. 5.

После добавления в систему фильтра высших гармоник показана большая стабильность работы системы АУКРМ.

Применение усовершенствованной системы управления АУКРМ существенно повышает уровень контроля за качеством электрической энергии.

Список литературы

1. Федоров, А.А. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электрооборудованию промышленных предприятий: учеб. пособие / А.А. Федоров, Л.Е. Старкова. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 368 с.
2. Руководство по компенсации реактивной мощности с учетом влияния гармоник. – Техническая коллекция Schneider Electric, вып. 21, 2008. – 32 с.
3. Михеев, Г.М. Рекомендации по расчету параметров устройства автоматической компенсации реактивной мощности батареями конденсаторов / Г.М. Михеев, Н.М. Дрей, А.Г. Зиганшин // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2021. – № 2. – С. 18–26.

References

1. Fedorov, A.A. Uchebnoye posobiye dlya kursovogo i diplomnogo proyektirovaniya po elektrosnabzheniyu promyshlennykh predpriyatiy: ucheb. posobiye / A.A. Fedorov, L.Ye. Starkova. – M. : Energoatomizdat, 1987. – 368 s.
2. Rukovodstvo po kompensatsii reaktivnoy moshchnosti s uchetom vliyaniya garmonik. – Tekhnicheskaya kolleksiya Schneider Electric, vyp. 21, 2008. – 32 s.
3. Mikheyev, G.M. Rekomendatsii po raschetu parametrov ustroystva avtomaticheskoy kompensatsii reaktivnoy moshchnosti batareyami kondensatorov / G.M. Mikheyev, N.M. Drey, A.G. Ziganshin // Elektrooborudovaniye: ekspluatatsiya i remont. – 2021. – № 2. – S. 18–26.

© В.С. Артемьев, А.А. Хакимов, Э.М. Баширова, 2022

УДК 621.3

Т.Г. ОРЕШЕНКО, Д.К. ЛОБАНОВ, М.С. ФЕДОРОВ, А.Д. ШИРОКОВ
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

РЕАЛИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ATtiny13

Ключевые слова: интернет-технологии; проектирование сетей; протоколы беспроводной передачи данных.

Аннотация. Целью исследования являлось определение особенностей проектирования беспроводных сетей на базе ATtiny13, для достижения которой было необходимо решить задачи ввода, обработки, передачи и приема данных. Подтверждено предположение о влиянии на работу приемно-передающей пары смежных устройств. Экспериментальная отработка подтверждает возможность применения подобных устройств в качестве основы для создания сенсорных сетей интернета вещей.

Тема интернета вещей посвящена не только организации умного дома. Существует множество устройств, не объединенных такой сетью, и их объединение в экосистему интернета вещей требует создания цифровых интерфейсов, причем, как правило, беспроводных. Также простая установка *Wi-Fi* или *Bluetooth* в каждое устройство не решает проблемы ввиду ряда ограничений, накладываемых используемыми протоколами, таких как низкая пропускная способность сети, дальность взаимодействия, сложность топологии, необходимость энергосбережения.

Так, на сегодняшний день известны такие стандарты беспроводной связи, как *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *ZigBee*, *Z-Wave*, *Thread*, *DeCT-ULE*, *EnOcean*, *6LowPan*, *NFC*, *ANT/ANT+*, *WirelessHART*, *RF433* и другие. Наиболее популярными из них в силу легкости построения на их основе сенсорных сетей являются сети на базе *RF433*, работающие в диапазоне частот от 433,05 до 434,79 МГц. Известны технические решения по обеспечению пожарной и охранной

сигнализации, автоматизации домашних систем и медицинского контроля на базе указанных приемопередающих устройств.

Беспрецедентная скорость реализации идей на транспорте, в медицине, промышленной автоматизации, системах контроля доступа, системах контроля за природными и техногенными катастрофами позволяет повышать качество жизни. Тем не менее существует ряд проблем, связанных с быстрым ростом числа мобильных устройств и объема передаваемых данных, усилением взаимодействия между устройствами, наложением используемых частотных диапазонов промышленных и частных сетей и их конфликтом.

Обратимся к примеру реализованной коллективом авторов сенсорной сети на ATtiny13 из базы-приемника и нескольких передатчиков FS1000A. Особенность приемника и передатчиков в том, что они работают на частоте 433 МГц и используют амплитудную модуляцию. Амплитудная модуляция проста в реализации и при ее использовании требуется меньшая полоса пропускания, чем при других методах модуляции. Подобные RF433 передатчики дешевле, однако их недостатком является низкая помехозащищенность. Так, пара из приемника и передатчика SYN113/SYN115 позволила осуществить связь лишь на расстояниях до одного метра.

Следует пояснить особенности реализации сенсорной сети. База подключена к *Arduino*, к которой подведено 5В питания. Сигнал базы принимается на цифровой пин D2 *Arduino Uno* (рис. 1). Важно использовать два или три цифровых пина, являющихся входами для прерываний ввиду особенностей работы модуля.

Схемы подключения датчиков температуры и освещенности приведены на рис. 2 и 3. Питание схем осуществляется от 3В батареи CR20323.

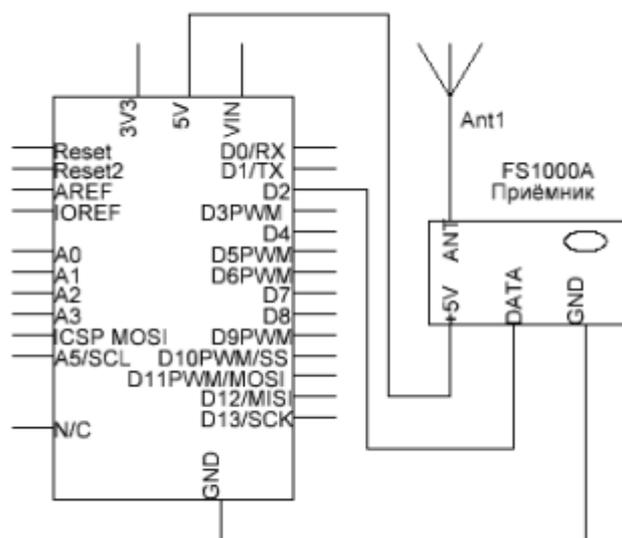


Рис. 1. Схема подключения базы к Arduino Uno

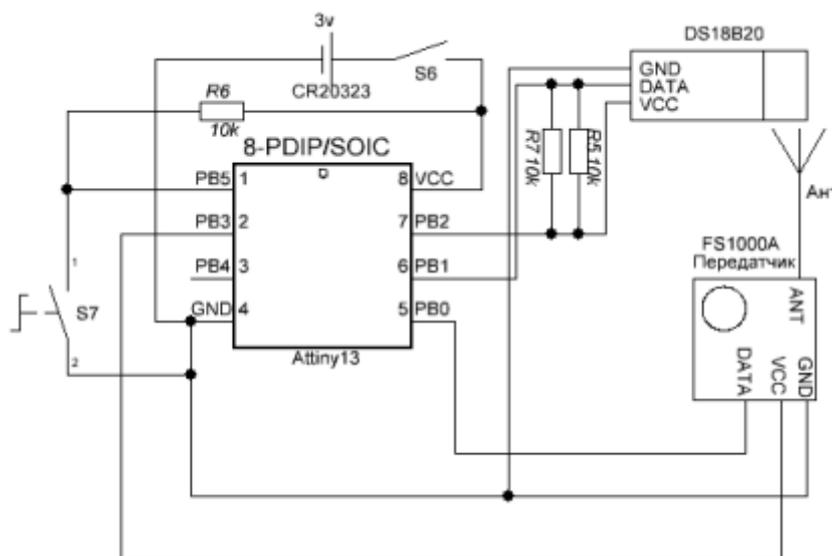


Рис. 2. Схема подключения датчика температуры DS18B20

Обработка сигнала от цифрового датчика температуры производилась по вновь разработанному алгоритму, листинг которого приводится ниже, был разработан метод подсчета байтов. Одной из особенностей кода датчиков является сложность реализации таймера на *ATtiny13*. В рассмотренном примере реализация таймера выполнена с помощью команды *delay*.

Вывод данных в пилотной версии реализован через *COM* порт, что не является удобным

и накладывает ограничение на автономность базы ввиду необходимости ее подключения к электронной вычислительной машине (ЭВМ). Планируется доработка программы для вывода данных на дисплей, например *LCD1602*, с возможностью регулирования частоты опроса передающих устройств. Также дальнейшими направлениями совершенствования такой сенсорной сети могут стать снижение энергопотребления автономных передающих устройств

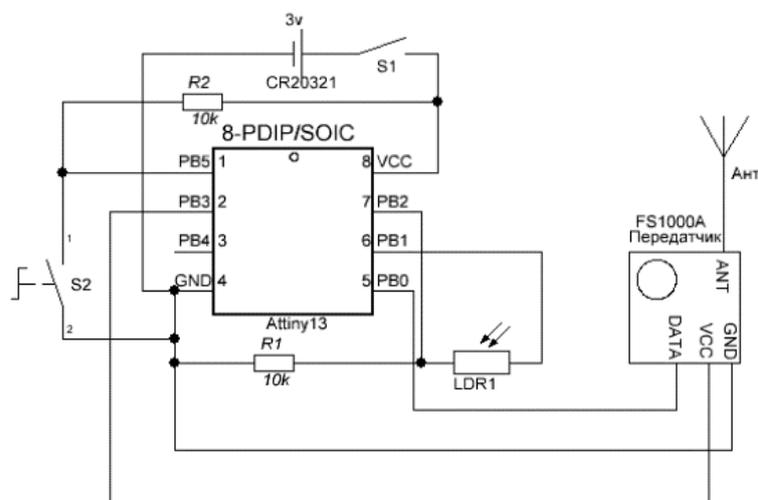


Рис. 3. Схема подключения датчика освещенности на фоторезисторе

и увеличение количества подключаемых к сети датчиков. Допустимое количество датчиков зависит от объема занимаемой памяти и вычислительных мощностей *Arduino*. Так, подобная сеть может содержать до 255 датчиков без использования сдвиговых регистров. С учетом использования регистров или логических элементов сеть может быть значительно расширена.

В рамках работы установлены особенности проектирования и отладки сенсорной сети интернета вещей на базе приемо-передающих устройств *FS1000A*. Технология позволяет производить беспроводной обмен данными на расстоянии до 25 метров без препятствий и с препятствиями (в виде кирпичной стены) до 10 м. Выявлены особенности работы сети при зашумленности эфира работой смежных устройств.

Листинг кода обработки сигнала от датчика температуры:

```
float Result_Temperature (uint8_t High_byte,
uint8_t Low_byte)
{float Low_Result = 0,Low_bits[7],High_
```

```
Result = 0,High_bits[2],Result = 0; // Определение
вещественных переменных общих результатов
первого и второго байтов, а также определе-
ние значения каждого бита двух байтов. Можно
сделать в high_bits цифру 3, так как датчик тем-
пературы отправляет от 9 до 12 бит:
```

```
for (int i=0;i<=7;i++){ //Цикл для 8 битов
первого байта
```

```
Low_bits[i] = bitRead(Low_byte, i)*pow(2,-
4+i); //Перевод из двоичной системы в десятич-
ную систему
```

```
Low_Result = Low_Result+Low_bits[i];} //
Вычисление общего результата первого байта
```

```
for (int i=0;i<=2;i++){ //Цикл для 3 битов
первого байта
```

```
High_bits[i] = bitRead(High_byte,
i)*pow(2,4+i); // Перевод из двоичной системы в
десятичную систему
```

```
High_Result = High_Result+High_bits[i];} //
Вычисление общего результата второго байта
```

```
Result = Low_Result + High_Result; // Вы-
числение общего значения двух байтов
```

```
return Result;} // Вывод значения функции.
```

Список литературы

1. Arduino и термометр DS18B20 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://kit.alexgyver.ru/tutorials/ds18b20>.
2. Подключение кнопки к Arduino. Gyverbutton V3.8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://alexgyver.ru/gyverbutton>.
3. Фоторезистор и Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://arduino-diy.com/arduino-fotorezistor>.
4. Attiny13 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://static.chipdip.ru/lib/138/>

DOC012138501.pdf.

5. Обзор радиомодуля на FS1000A (RF-5V) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://robotchip.ru/obzor-radiomodulya-na-fs1000a-rf-5v>.

6. Программаторы, ISP, Фьюзы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://alexgyver.ru/lessons/programmer-tips>.

7. Работа с голым камнем, Attiny [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://alexgyver.ru/lessons/naked-chip>.

8. Автоматизированная система выявления дублирующих объявлений на портале недвижимости / Ю.С. Сахалтуева, В.С. Тынченко, А.В. Мурыгин, Т.Г. Орешенко // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2018. – № 6(84). – С. 34–38.

References

1. Arduino i termometr DS18B20 [Electronic resource]. – Access mode : <https://kit.alexgyver.ru/tutorials/ds18b20>.

2. Podklyucheniye knopki k Arduino. Gyverbutton V3.8 [Electronic resource]. – Access mode : <https://alexgyver.ru/gyverbutton>.

3. Fotorezistor i Arduino [Electronic resource]. – Access mode : <https://arduino-diy.com/arduino-fotorezistor>.

4. Attiny13 [Electronic resource]. – Access mode : <https://static.chipdip.ru/lib/138/DOC012138501.pdf>.

5. Obzor radiomodulya na FS1000A (RF-5V) [Electronic resource]. – Access mode : <https://robotchip.ru/obzor-radiomodulya-na-fs1000a-rf-5v>.

6. Programmatory, ISP, F'yuzu [Electronic resource]. – Access mode : <https://alexgyver.ru/lessons/programmer-tips>.

7. Rabota s golym kamnem, Attiny [Electronic resource]. – Access mode : <https://alexgyver.ru/lessons/naked-chip>.

8. Avtomatizirovannaya sistema vyyavleniya dubliruyushchikh ob»yavleniy na portale nedvizhimosti / YU.S. Sakhaltuyeva, V.S. Tynchenko, A.V. Murygin, T.G. Oreshenko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2018. – № 6(84). – S. 34–38.

© Т.Г. Орешенко, Д.К. Лобанов, М.С. Федоров, А.Д. Широков, 2022

УДК 519.248: 681.7.068

В.П. ШУВАЛОВ, И.Г. КВИТКОВА

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Новосибирск

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СЕТЕЙ ДОСТУПА БОЛЬШОГО РАДИУСА ДЕЙСТВИЯ, ОРИЕНТИРОВАННОЕ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ

Ключевые слова: деградация оптического волокна; надежность; оптические сети доступа; отказ; стратегия технического обслуживания.

Аннотация. К оптическим сетям доступа предъявляются требования на обеспечение показателей надежности, позволяющие гарантировать пользователям требуемое качество обслуживания. Причиной отказов в сети могут служить обрыв кабеля или деградация оптоволоконной линии. Поэтому важное значение имеет своевременное техническое обслуживание оптических сетей, что позволит предупредить отказ и не допустить обрыв связи. В работе рассмотрены технологии технического обслуживания и ремонта пассивных оптических сетей доступа. Описаны виды работ по техническому обслуживанию и ремонту. Предложена оптимальная стратегия, позволяющая обеспечить заданное значение комплексного показателя надежности.

Пассивные оптические сети большого радиуса действия (*Long Reach Passive Optical Networks, LP-PON*) отличаются от традиционных пассивных оптических сетей доступа существенным увеличением расстояния от центрального офиса (ЦО) до абонентского устройства (примерно в пять раз и более) и подключением к ЦО значительно большего числа абонентов [1]. При этом растет вероятность появления отказов и возрастает влияние этих отказов на технико-экономические показатели, поскольку *FI (Failure Impact)* зависит как от коэффициента потерь, так и от числа обслуживаемых в сети доступа абонентов [2]:

$$FI = K_{\Pi} \cdot N_A,$$

где K_{Π} – коэффициент простоя; N_A – число абонентов, подверженных влиянию одного отказа.

В линию связи, простирающейся от ЦО до абонентского устройства, включены различные элементы: оптоволокно, различные электронные устройства. Каждый из этих элементов характеризуется своим значением коэффициента простоя K_{Π} . При этом коэффициент простоя оптоволоконной линии зависит от длины оптоволоконной линии и имеет наибольшее значение даже для традиционных сетей доступа. Таким образом, значение коэффициента простоя оптоволоконной линии связи будет в основном определяться коэффициентом простоя оптоволоконной линии.

Коэффициент простоя определяется по формуле:

$$K_{\Pi} = \frac{T_B}{T_H + T_B},$$

где T_B – время восстановления после появления отказа; T_H – время наработки на отказ.

Под отказом понимается событие, которое заключается в нарушении работоспособности системы (элемента). Применительно к оптоволокну различают внезапные и постепенные отказы и, соответственно, значения коэффициента готовности применительно к внезапным отказам – $K_{ГВ}$ и коэффициента готовности применительно к постепенным отказам $K_{ГП}$.

Общий коэффициент готовности:

$$K_{Г} = K_{ГВ} \cdot K_{ГП}.$$

Большую роль в появлении внезапных отказов вследствие обрыва кабеля, проложенного под землей, играют работы, проводимые в месте прокладки кабеля. Внезапные отказы – это, как правило, явные отказы.

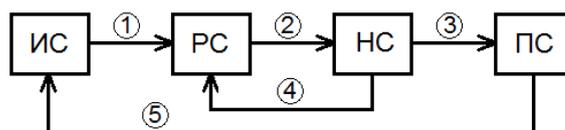


Рис. 1. Обобщенная модель состояний ОВЛ

Причиной постепенных отказов оптоволоконной линии (ОВЛ) является ее деградация. Сущность деградации заключается в изменении характеристик ОВЛ, которое приводит к изменению показателя ослабления, дисперсии, вероятности ошибки и др. Различают два вида деградации. Первый вызван стрессом и называется усталостью (*fatigue*). Под усталостью понимается процесс постепенного накопления повреждений оптоволоконной линии под действием напряжений, приводящих к изменению свойств ОВЛ, образованию трещин, их росту и разрушению (отказам).

Различают статическую и динамическую усталость. Статическая усталость предполагает заданное и постоянное напряжение. Деградация зависит от времени, в течение которого приложено это напряжение. Динамическая усталость предполагает изменение параметров ОВЛ в условиях изменяющейся нагрузки. Речь, как правило, идет об экспериментальных исследованиях оптоволокна под нагрузкой.

Второй вид деградации возникает даже при отсутствии приложенной нагрузки и является результатом старения ОВЛ [3]. Актуальность рассмотрения данного вида деградации обусловлена тем, что в ряде районов время эксплуатации кабеля приближается или даже превышает 25 лет, что, как известно, соответствует гарантийному сроку службы оптоволокна.

Таким образом, задача обеспечения надежности оптических сетей доступа *LR-PON* является актуальной задачей. При анализе надежности оптоволоконной линии выделяют несколько ее состояний. Это исправное состояние (ИС), рабочее состояние (РС), неработоспособное состояние (НС) и предельное состояние (ПС). Соответствующие переходы (1–5) из состояния в состояние представлены на рис. 1. Характеристика этих состояний дана в ГОСТ Р 27.102-2021.

Отметим, что в процессе эксплуатации возможны повреждения, при которых ОВЛ находится в состоянии РС, и отказы, при которых

требуется замена соответствующего участка ОВЛ (переход 4 на рис. 1). После замены k участков со временем вследствие старения ОВЛ происходит накопление повреждений, что потребует замены ОВЛ (переход 5 на рис. 1) целиком вследствие перехода ОВЛ в предельное состояние.

При реализации сетей *LR-PON* следует использовать подходы, заложенные в концепции обслуживания, ориентированного на обеспечение надежности (*Reliability Centered Maintenance, RCM*). Основные идеи такого рода обслуживания были изложены еще в 1978 г. в документе [4].

В соответствии с идеологией *RCM* правила обслуживания пассивных оптических сетей доступа *LR-PON* должны определяться не только природой и параметрами отказа, но и, прежде всего, его возможными последствиями.

К настоящему времени созданы стандарты [5–9], ориентируясь на которые, следует разрабатывать методики по обеспечению надежности *LR-PON*. Использование идеологии *RCM* нацелено на эффективное обеспечение требуемых безотказности, готовности и экономической эксплуатации. *RCM* – это комплексная программа, направленная на обеспечение показателей надежности не любой ценой, а на основе обеспечения приемлемых технико-экономических показателей. При этом должны рассматриваться все стадии жизненного цикла элементов сети доступа, начиная от производства элементов сети, ее развертывания и эксплуатации с постоянным совершенствованием технологии эксплуатации и технологии производства по итогам эксплуатации.

Переход на эффективные технологии технического обслуживания и ремонта (ТОиР) является одним из основных подходов *RCM*, хотя и не единственным. Известно, что следование стратегии *RCM* предполагает [8]: инициализацию и планирование, анализ функциональных отказов (отказов, влияющих на выполнение объектом функций), отбор задач, внедрение

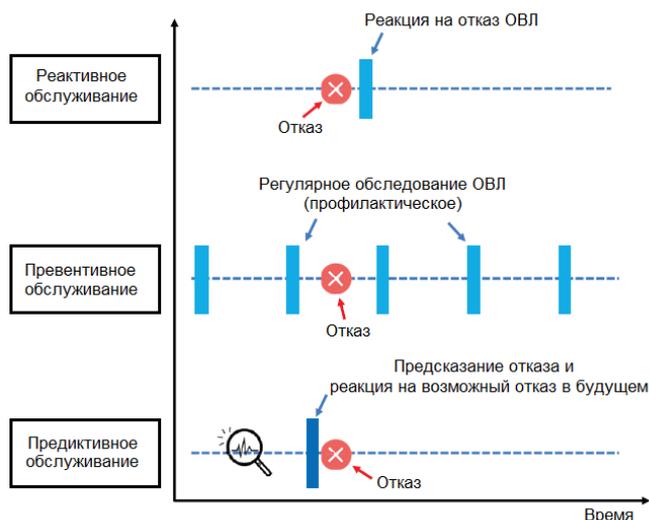


Рис. 2. Наглядное представление видов ТОиР

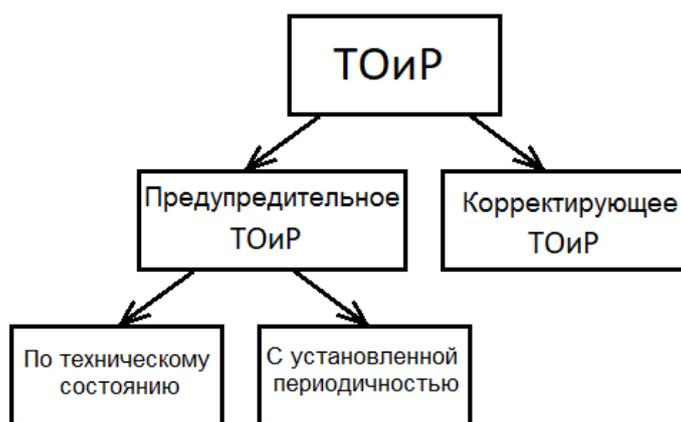


Рис. 3. Виды работ по ТОиР

и, наконец, непрерывное совершенствование стратегии RCM. Не вдаваясь в подробности реализации RCM, которые изложены в статьях и монографиях [10–12], остановимся далее на вопросах ТОиР.

В соответствии с работой [13] техническое обслуживание (ТО) (*maintenance*) – это «комплекс технических операций и организационных действий по поддержанию работоспособности или исправности объекта при использовании по назначению, ожидании, хранении и транспортировке». Ремонт – это «комплекс технических операций и организационных действий по восстановлению работоспособности, исправности и ресурса объекта и/или его со-

ставных частей».

Вопросы ТОиР пассивных оптических сетей доступа изложены во множестве статей, например, в [14; 15], представлены в рекомендациях [16; 17]. Однако рассмотренные в них вопросы не охватывают все задачи, относящиеся к идеологии RCM.

Согласно работам [18; 19] существует три стратегии ТОиР (рис. 2).

1. Регламентированное обслуживание и ремонт (планово-предупредительный ремонт). В статьях при описании этой стратегии ТОиР используются термины «профилактическое обслуживание», «превентивное (*preventive*) обслуживание».

2. Ремонт и обслуживание по техническому состоянию (*Condition Based Maintenance, CBM*) или обслуживание в соответствии с прогнозом (*predictive maintenance*).

3. Корректирующее обслуживание (*CM – corrective maintenance*) или реактивное обслуживание (*RM – reactive maintenance*).

На рис. 2 наглядно проиллюстрированы все три вида ТОиР [19].

В работе [8] виды технического обслуживания подразделяются на предупредительные и корректирующие (рис. 3). Предупредительное ТО проводят до наступления отказов (или

предотказов) в зависимости от технического состояния системы (элемента, объекта) или с заранее заданной периодичностью. Первый вид ТО иногда называют апостериорным, второй – априорным.

Использование того или иного вида ТОиР определяется прежде всего технико-экономическими факторами. Так, с точки зрения обеспечения заданного коэффициента готовности наилучшие значения можно обеспечить путем использования технологии системы виртуальных машин (**СВМ**). Однако ее внедрение потребует существенных затрат [19].

Список литературы

1. Ионикова, Е.П. Оптические сети доступа большого радиуса действия (Long-Reach PON). Решения DISCUS / Е.П. Ионикова, В.П. Шувалов, А.С. Яковлев // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2018. – Т. 12. – № 11. – С. 22–27.
2. Makloo, M. Reliability versus cost in next generation optical access network / M. Makloo // Doctoral Dissertation, School of Information, Communication Technology, KTH Royal Institute of Technology, 2013.
3. К расчету надежности оптического волокна при различных условиях эксплуатации / В.П. Шувалов, С.В. Тимченко, В.М. Деревяшкин, И.Г. Квиткова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБПринт. – 2020. – № 9(111). – С. 46–48.
4. Nowlan, F.S. Reliability-centered maintenance / F.S. Nowlan, H.F. Heap. – San Francisco : Dolby Access Press, 1978. – 466 p.
5. SAE JA 1011:2009. Evaluation Criteria for Reliability Centered Maintenance (RCM) Processes.
6. SAE JA 1012:2011. A Guide to the Reliability Centered Maintenance (RCM) Standard.
7. IEC 60300-3-11:2009. Dependability Management – Part 3-11: Application guide – Reliability centered maintenance.
8. ГОСТ Р 27.606-2013 Надежность в технике. Управление надежностью. Техническое обслуживание, ориентированное на безотказность. – М. : Стандартинформ, 2014. – 34 с.
9. ГОСТ Р 55.0.05-2016 Управление активами. Повышение безопасности и надежности активов. Требования. – М. : Стандартинформ, 2016. – 10 с.
10. Антоненко, И.Н. Методология RCM: ретроспектива и перспектива надежности-ориентированного технического обслуживания / И.Н. Антоненко // Энергия единой сети. – 2019. – № 1(43). – С. 34–46.
11. Neil, D. Reliability centered maintenance implementat on made simple / D. Neil. – NY : McGraw-Hill, 2005. – 291 p.
12. Ефремов, Л.В. Проблемы управления надежностью-ориентированной технической эксплуатацией машин / Л.В. Ефремов. – СПб : Art-Xpress, 2015 – 206 с.
13. ГОСТ 18322-2016 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2017. – 14 с.
14. Premadi, A. Optical managing project – effectively survivability and monitoring system / A. Premadi, A. Effendi, B. Antonov // International Journal of Future Computer and Communication. – 2016. – Vol. 5. – No. 1. – P. 66–68.
15. Esmail, M.A. Fiber fault management and protection solution for ring-and-spur WDM/TDM Long-Reach PON / M.A. Esmail, H. Fathallah // Proceedings of the Global Communications Conference, GLOBECOM. – Houston, Texas, USA, 2011. – P. 1–5.
16. Recommendation ITU-T L.40. Optical fibre outside plant maintenance support monitoring and testing system, 2000.
17. Recommendation ITU-T L.53. Optical fibre maintenance criteria for access networks, 2003.

18. Алексеев, Е.Б. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных сетей / Е.Б. Алексеев, В.Н. Гордиенко, В.В. Крухмалев и др. – М. : Горячая линия – Телеком, 2008. – 392 с.

19. Ran, Y. A Survey of predictive maintenance: systems, purposes and approaches / Y. Ran, X. Zhou, P. Lin, Y. Wen, R. Deng // IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2019. – P. 1–36.

References

1. Ionikova, Ye.P. Opticheskiye seti dostupa bol'shogo radiusa deystviya (Long-Reach PON). Resheniya DISCUS / Ye.P. Ionikova, V.P. Shuvalov, A.S. Yakovlev // T-Comm: Telekommunikatsii i transport. – 2018. – Т. 12. – № 11. – S. 22–27.

3. K raschetu nadezhnosti opticheskogo volokna pri razlichnykh usloviyakh ekspluatatsii / V.P. Shuvalov, S.V. Timchenko, V.M. Derevyashkin, I.G. Kvitkova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : TMBprint. – 2020. – № 9(111). – S. 46–48.

8. GOST R 27.606-2013 Nadezhnost' v tekhnike. Upravleniye nadezhnost'yu. Tekhnicheskoye obsluzhivaniye, oriyentirovannoye na bezotkaznost'. – М. : Standartinform, 2014. – 34 s.

9. GOST R 55.0.05-2016 Upravleniye aktivami. Povysheniye bezopasnosti i nadezhnosti aktivov. Trebovaniya. – М. : Standartinform, 2016. – 10 s.

10. Antonenko, I.N. Metodologiya RCM: retrospektiva i perspektiva nadezhnostno-oriyentirovannogo tekhnicheskogo obsluzhivaniya / I.N. Antonenko // Energiya yedinoy seti. – 2019. – № 1(43). – S. 34–46.

12. Yefremov, L.V. Problemy upravleniya nadezhnostno-oriyentirovannoy tekhnicheskoy ekspluatatsiyey mashin / L.V. Yefremov. – SPb : Art-Xpress, 2015 – 206 с.

13. GOST 18322-2016 Sistema tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta tekhniki. Terminy i opredeleniya. – М.: Standartinform, 2017. – 14 s.

18. Alekseyev, Ye.B. Proyektirovaniye i tekhnicheskaya ekspluatatsiya tsifrovyykh telekommunikatsionnykh setey / Ye.B. Alekseyev, V.N. Gordiyenko, V.V. Krukhmalev i dr. – М. : Goryachaya liniya – Telekom, 2008. – 392 s.

УДК 681.5.09

А.И. БАЛАКИН, В.Я. КОПП, Н.А. БАЛАКИНА

ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АСИНХРОННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЛИНИИ С ВОЗВРАТОМ ПРОДУКЦИИ НА ПОВТОРНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ

Ключевые слова: асинхронная автоматизированная линия; измерение; имитационная модель; контроль; повторное обслуживание; производительность.

Аннотация. Цель работы – анализ функционирования асинхронной автоматизированной линии с возвратом продукции на повторное обслуживание по результатам измерений с использованием метода имитационного моделирования. Задачи: построение имитационной модели автоматизированной линии, проведение многофакторного машинного эксперимента, анализ результатов исследований. Гипотеза исследования заключается в повышении производительности асинхронной автоматизированной линии при использовании структур с возвратом продукции на повторное обслуживание. В работе использованы методы имитационного моделирования и общенаучные методы исследований. В статье рассмотрена структура асинхронной автоматизированной линии с возвратом продукции на повторное обслуживание, предложена ее имитационная модель. Приведена блок-схема одного из сегментов имитационной модели, листинг программы на языке GPSS. Проведен анализ результатов многофакторного машинного эксперимента, показавший возможности увеличения производительности асинхронной автоматизированной линии при использовании возврата продукции на повторное обслуживание по результатам измерений.

В процессе проектирования различных производственных систем встает вопрос о возможной их производительности, так

как этот показатель является одним из важнейших при оценке технико-экономических показателей функционирования производства. На этапе проектирования этот вопрос решают с помощью моделирования производственных систем.

Одним из видов таких систем является асинхронная автоматизированная линия (ААЛ), отличительной особенностью которой является наличие накопителей, позволяющих ей непрерывно функционировать, несмотря на различное время выполнения технологических операций. ААЛ с возвратом продукции на повторное обслуживание могут использоваться в случаях, когда требуется повторная обработка изделия после контроля либо при обнаружении брака в отдельных точках.

Структуры различных автоматизированных линий приводятся в работе [1]. Построение моделей автоматизированных линий с возвратом продукции на повторное обслуживание рассмотрено в исследованиях [2–4]. Однако остается ряд неисследованных вопросов, связанных с функционированием ААЛ при возврате продукции только на последней ячейке и учете времени выполнения контрольных операций. Такая структура ААЛ характерна, например, при производстве оптических деталей, когда контроль при их изготовлении осуществляется после операции полировки. В случае обнаружения брака для таких деталей повторно выполняется операция полировки, что позволяет получить на выходе годные изделия.

Одним из методов прогнозирования работы асинхронных автоматизированных линий является имитационное моделирование [5].

Цель работы – анализ функционирования асинхронной автоматизированной линии с воз-

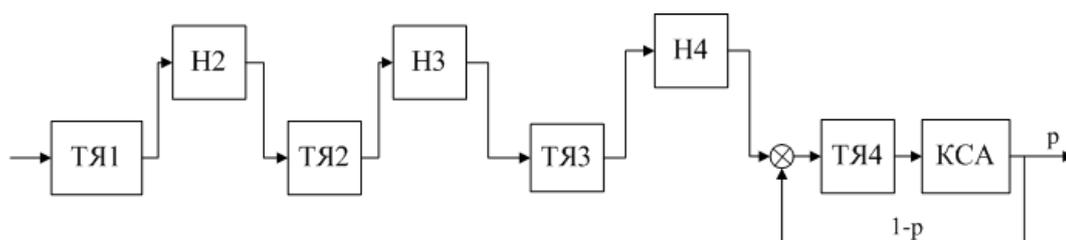


Рис. 1. Структурная схема ААЛ с ВППО

вратом продукции на повторное обслуживание по результатам измерений с использованием метода имитационного моделирования.

Структурная схема рассматриваемой ААЛ с возвратом продукции на повторное обслуживание (ВППО) изображена на рис. 1. Приняты следующие обозначения: ТЯ1, ТЯ2, ТЯ3, ТЯ4 – основные технологические ячейки для производства продукции; Н2, Н3, Н4 – накопители, расположенные между технологическими ячейками; КСА – контрольно-сортировочный автомат, предназначенный для измерения параметров изделия на выходе последней ячейки и передачи продукции для повторного обслуживания или на выход линии.

Задача ставится следующим образом: по известным функциям распределения времени обслуживания продукции на основных технологических ячейках ТЯ1, ТЯ2, ТЯ3, ТЯ4 и контрольно-сортировочном автомате КСА необходимо определить производительность ААЛ с ВППО. Вероятность брака на выходе ТЯ4 равна $(1 - p)$, где p – вероятность получения на выходе этой ячейки годной продукции. При построении имитационной модели данной линии также учитывались показатели надежности всех основных устройств, т.е. технологических ячеек, накопителей и контрольно-сортировочного автомата. При моделировании ААЛ с ВППО используются следующие предположения: времена обслуживания на технологических ячейках и контрольно-сортировочном автомате задаются средними значениями, параметры потоков отказов и восстановлений распределены по экспоненциальному закону.

При построении имитационной модели (ИМ) асинхронной автоматизированной линии были приняты следующие допущения.

1. Продукция непрерывно подается на вход линии, а с выхода постоянно убирается.
2. Продукция, поступающая по обратной связи, имеет приоритет.

Имитационное моделирование проводилось в среде GPSS.

ИМ ААЛ состоит из нескольких сегментов:

- 1) сегмент 1, описывающий обслуживание продукции при ее прохождении по линии в соответствии с технологическим процессом;
- 2) сегменты 2, 3, 4, 5, описывающие процесс отказов и восстановлений ТЯ1–ТЯ4;
- 3) сегменты 6, 7, 8, описывающие процесс отказов и восстановлений накопителей Н2–Н4;
- 4) сегмент 9, описывающий процесс отказов и восстановлений КСА.

Блок-диаграмма GPSS первого сегмента показана на рис. 2.

Текст программы, описывающий структурную схему ААЛ с ВППО, представленную на рис. 1, приведен на рис. 3–6.

Каждой единице продукции, поступающей на вход ААЛ с ВППО, соответствует транзакт. Источник единиц обслуживаемой продукции моделируется блоком *GENERATE*. Каждая ТЯ и КСА моделируются объектом языка GPSS «устройство» (блок *SIEZE* – занять устройство, блок *RELEASE* – освободить устройство). ТЯ $_i$ в имитационной модели обозначены через *ASC $_i$* , накопители *NAK $_i$* , а КСА – *KSA*. С помощью блоков *ADVANCE* имитируется задержка транзакта на время, равное времени обслуживания на соответствующем оборудовании.

Накопители моделируются объектом «память» (блок *ENTER* имитирует поступление транзактов в накопитель, а блок *LEAVE* – освобождение ячейки памяти). Накопители *N $_i$* имеют имена *STOR $_i$* . Перед каждым входом в блоки *SIEZE*, *RELEASE*, *ENTER*, *LEAVE* в модели осуществляется проверка возможности продвижения транзакта дальше.

Вход в блок *SIEZE* возможен, если i -е устройство свободно, исправно и в предыдущем накопителе есть транзакты. Освобождение i -го устройства (*RELEASE*) возможно, если оно работоспособно и следующий накопитель не

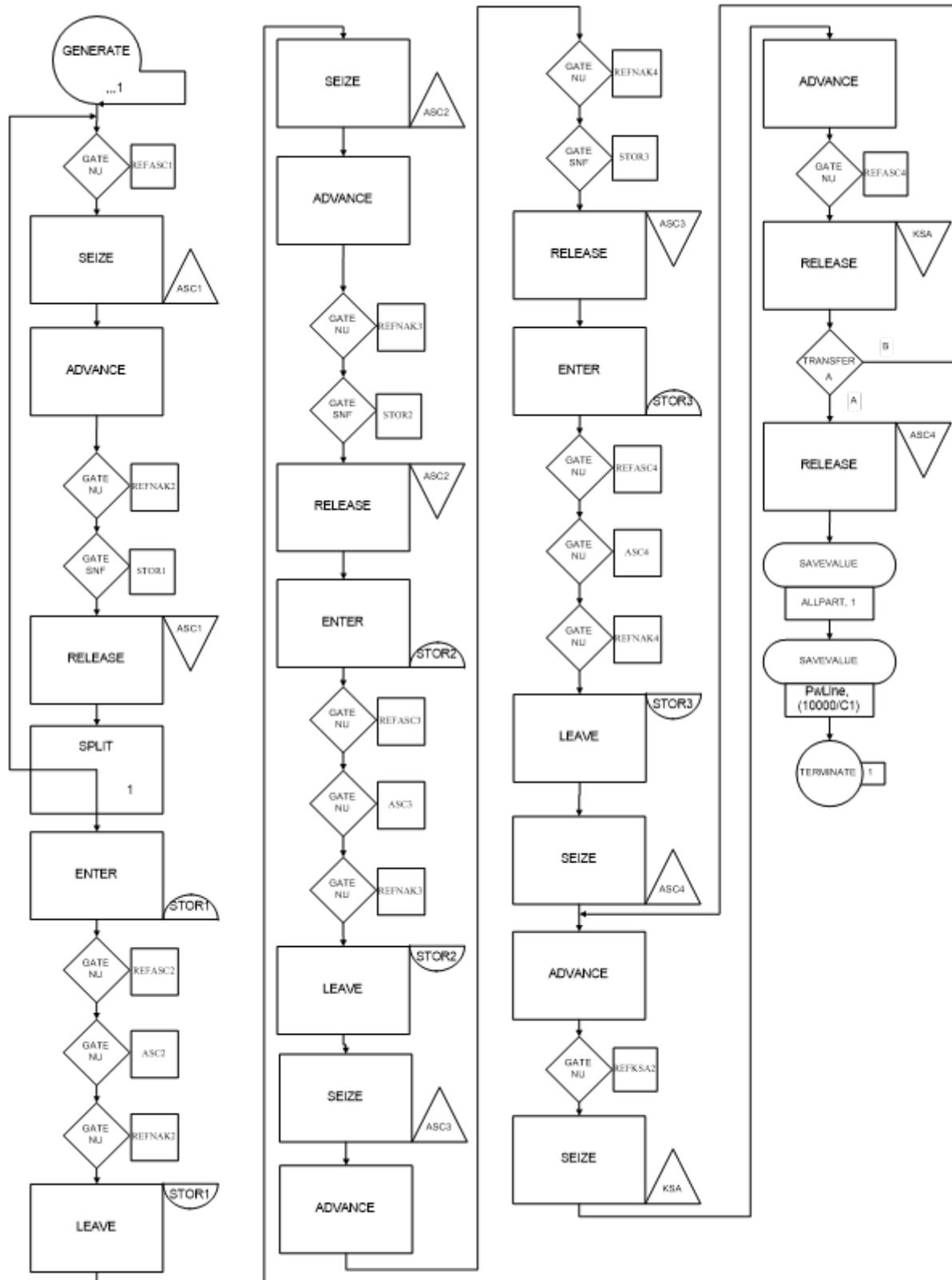


Рис. 2. Блок-схема сегмента 1

```

*****
; GPSS World File - Модель ААЛ: 4 ТЯ и 3 накопителя с КСА после последней ТЯ.
Единица времени 1 час
*****
; параметры отказов и восстановлений технологического оборудования
*****
t_otk_o EQU 0.5 ; среднее время наработки на отказ основного оборудования
t_vost_o EQU 2 ; среднее время восстановления основного оборудования
t_ot_k EQU 0.05 ; среднее время наработки на отказ контрольного оборудования
t_vost_k EQU 5 ; среднее время восстановления контрольного оборудования
*****
STOR1 STORAGE 30 ; ёмкость накопителя 2
STOR2 STORAGE 30 ; ёмкость накопителя 3
STOR3 STORAGE 30 ; ёмкость накопителя 4
ngen EQU 2 ; номер генератора
t_ob EQU 3/60 ; время обслуживания ТЯ
ver_br EQU 0.1 ; вероятность брака ТЯ4
t_iz EQU 0.5/60 ; время измерения на КСА

```

Рис. 3. Фрагмент программы – задание исходных данных

```

*****
* Model Segment 1
*****
GENERATE ,,,1
Lab1 GATE NU REFASC1 ; проверка исправности ТЯ1
SEIZE ASC1 ; занять ТЯ1
ADVANCE t_ob ; обслуживание заявки
GATE NU REFNAK2 ; проверка исправности накопителя 2
GATE SNF STOR1 ; проверка заполненности накопителя 2
RELEASE ASC1 ; освободить ТЯ1
SPLIT 1,Lab1
ENTER STOR1 ; занять накопитель 2
GATE NU REFASC2 ; проверка исправности ТЯ2
GATE NU ASC2 ; проверка незанятости ТЯ2
GATE NU REFNAK2 ; проверка исправности накопителя 2
LEAVE STOR1 ; освободить накопитель 2
SEIZE ASC2 ; занять ТЯ2
ADVANCE t_ob ; обслуживание заявки
GATE NU REFNAK3 ; проверка исправности накопителя 3
GATE SNF STOR2 ; проверка заполненности накопителя 3
RELEASE ASC2 ; освобождение ТЯ2
ENTER STOR2 ; занять накопитель 3
GATE NU REFASC3 ; проверка исправности ТЯ3
GATE NU ASC3 ; проверка незанятости ТЯ3
GATE NU REFNAK3 ; проверка исправности накопителя 3
LEAVE STOR2 ; освободить накопитель 3
SEIZE ASC3 ; занять ТЯ3
ADVANCE t_ob ; обслуживание заявки
GATE NU REFNAK4 ; проверка исправности накопителя 4
GATE SNF STOR3 ; проверка заполненности накопителя 4
RELEASE ASC3 ; освобождение ТЯ3
ENTER STOR3 ; занять накопитель 4
GATE NU REFASC4 ; проверка исправности ТЯ4
GATE NU ASC4 ; проверка незанятости ТЯ4
GATE NU REFNAK4 ; проверка исправности накопителя 4
LEAVE STOR3 ; освободить накопитель 4
SEIZE ASC4 ; занять ТЯ4
Brak4 ADVANCE t_ob ; обслуживание заявки (полировка)
GATE NU REFKSA ; проверка исправности КСА
SEIZE KSA ; занять КСА
ADVANCE t_iz ; обслуживание заявки на КСА
GATE NU REFASC4 ; проверка исправности ТЯ4
RELEASE KSA ; освобождение КСА
TRANSFER ver_br,,Brak4
RELEASE ASC4 ; освобождение ТЯ4
SAVEVALUE ALLPART+,1 ; счётчик заявок
SAVEVALUE pwline,(10000/AC1)
TERMINATE 1
START 10000

```

Рис. 4. Фрагмент программы – сегмент 1

```

*****
*           Model Segment 2
*|* Пребывание устройства ASC1 в отказе. Занятие заявкой
* устройства REFASC1 означает, что устройство отказало.
* Время обслуживания заявки есть время восстановления ASC1.
*****
      GENERATE   (Exponential(nngen,0,1/t_otk_o))
      SEIZE      REFASC1
      ADVANCE    (Exponential(nngen,0,1/t_vost_o))
      RELEASE    REFASC1
      SAVEVALUE  COUNT1+,1 ; счётчик количества отказов ТЯ1
      TERMINATE
*****
*           Model Segment 3
*****
      GENERATE   (Exponential(nngen,0,1/t_otk_o))
      SEIZE      REFASC2
      ADVANCE    (Exponential(nngen,0,1/t_vost_o))
      RELEASE    REFASC2
      SAVEVALUE  COUNT2+,1 ; счётчик количества отказов ТЯ2
      TERMINATE
*****
*           Model Segment 4
*****
      GENERATE   (Exponential(nngen,0,1/t_otk_o))
      SEIZE      REFASC3
      ADVANCE    (Exponential(nngen,0,1/t_vost_o))
      RELEASE    REFASC3
      SAVEVALUE  COUNT3+,1 ; счётчик количества отказов ТЯ3
      TERMINATE
*****
*           Model Segment 5
*****
      GENERATE   (Exponential(nngen,0,1/t_otk_o))
      SEIZE      REFASC4
      ADVANCE    (Exponential(nngen,0,1/t_vost_o))
      RELEASE    REFASC4
      SAVEVALUE  COUNT4+,1 ; счётчик количества отказов ТЯ4
      TERMINATE

```

Рис. 5. Фрагмент программы – сегмент 2–5

полон. Вход в блок *ENTER* возможен, если *i*-й накопитель не полон и *i* – 1-я ТЯ работоспособна. Освобождение *i*-го накопителя возможно при наличии в нем транзактов, когда ячейка *i* + 1 исправна и свободна.

При помощи блоков *GATE* проверяются логические условия, такие как занятость накопителей, ТЯ и состояния ключей.

Для организации повторного обслуживания в случае обнаружения брака используется блок *TRANSFER*, который позволяет передавать транзакт с определенной вероятностью в другой блок модели.

В сегментах 2–9 моделируются потоки отказов ТЯ, накопителей и КСА. Каждому отказу оборудования в модели соответствует транзакт. Моделирование осуществляется следующим образом: транзакт поступает на вход «фиктивного» устройства, имити-

рующего отказавшее устройство, в соответствии с заданным законом и параметрами генерации. Восстановление оборудования моделируется задержкой транзакта на отрезок времени, длительность которого описывается требуемым законом распределения с заданными параметрами. Устройства, имитирующие отказы всех единиц оборудования, работают параллельно.

Оценка производительности асинхронной автоматизированной линии с ВППО $y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$ производилась с помощью многофакторного машинного эксперимента [6]. В качестве изменяемых факторов принимались следующие параметры (в скобках указаны уровни варьирования факторов): математическое ожидание времени обслуживания на ТЯ ($\tilde{x}_1 = [3; 3; 5; 10]$ мин.), математическое ожидание времени измерения КСА ($\tilde{x}_2 = [0, 2; 0, 5; 1]$

```

*****
*      Model Segment 6
*****
GENERATE   (Exponential(ngen,0,1/0.02))
SEIZE      REFNAK2
ADVANCE    (Exponential(ngen,0,1/20))
RELEASE    REFNAK2
SAVEVALUE  COUNT5+,1 ; счётчик количества отказов Н2
TERMINATE

*****
*      Model Segment 7
*****
GENERATE   (Exponential(ngen,0,1/0.02))
SEIZE      REFNAK3
ADVANCE    (Exponential(ngen,0,1/20))
RELEASE    REFNAK3
SAVEVALUE  COUNT6+,1 ; счётчик количества отказов Н3
TERMINATE

*****
*      Model Segment 8
*****
GENERATE   (Exponential(ngen,0,1/0.02))
SEIZE      REFNAK4
ADVANCE    (Exponential(ngen,0,1/20))
RELEASE    REFNAK4
SAVEVALUE  COUNT7+,1 ; счётчик количества отказов Н4
TERMINATE

*****
*      Model Segment 9
*****
GENERATE   (Exponential(ngen,0,1/t_ot_k))
SEIZE      REPKSA
ADVANCE    (Exponential(ngen,0,1/t_vost_k))
RELEASE    REPKSA
SAVEVALUE  COUNT8+,1 ; счётчик количества отказов КСА
TERMINATE

```

Рис. 6. Фрагмент программы – сегмент 6–9

мин.), вероятность получения годных изделий на выходе ТЯ ($\tilde{x}_3 = [0,9; 0,95; 0,97]$), среднее время наработки на отказ основного оборудования ТЯ ($\tilde{x}_4 = [2; 10; 20]$ ч.), среднее время восстановления основного оборудования ТЯ ($\tilde{x}_5 = [1; 0,5; 0,25]$ ч.), среднее время наработки на отказ контрольного оборудования ($\tilde{x}_6 = [20; 10; 2]$ ч.), среднее время восстановления контрольного оборудования ($\tilde{x}_7 = [0,5; 0,2; 0,1]$ ч.).

Каждый эксперимент повторялся $n = 10$ раз, для этого было задействовано соответствующее количество генераторов случайных чисел. Таким образом, для каждой точки факторного пространства были получены десять значений отклика y .

Оценка среднего значения функции отклика производилась по методике, приведенной в работе [7].

Результаты многофакторного эксперимента в данной статье не приводятся ввиду большого

массива данных.

Результаты исследований показывают, что использование возврата продукции на повторное обслуживание после последней ТЯ в ААЛ позволяет повысить количество годных изделий на выходе в зависимости от предполагаемого брака на 2,1–11,3 %. Следовательно, использование таких автоматизированных линий в промышленности позволит повысить их фактическую производительность (т.е. количество годных изделий), несмотря на некоторое увеличение времени технологического процесса, связанного с наличием контрольных операций и повторного обслуживания бракованных деталей.

В дальнейшем предполагается рассмотреть более сложные структуры асинхронных автоматизированных линий с возвратом продукции на повторное обслуживание, с использованием специальных ячеек для исправления брака.

Список литературы

1. Меткин, Н.П. Технологическая подготовка гибких автоматизированных сборочно-монтажных производств в машиностроении / Н.П. Меткин, М.С. Лапин, В.И. Гольц – Л. : Машиностроение, 1986. – 192 с.
2. Копп, В.Я. Использование итерационного подхода при построении математических моделей асинхронных автоматизированных линий с обратными связями / В.Я. Копп, А.И. Балакин // Оптимизация производственных процессов. – Севастополь. – 2004. – Вып. 7. – С. 3–9.
3. Балакин, А.И. Анализ функционирования производственного модуля с возвратом продукции на повторное обслуживание, на основе имитационного моделирования / А.И. Балакин, Н.А. Балакина, Н.А. Волошина // Автоматизация и измерения в машино- приборостроении. – 2021. – № 1(13). – С. 62–70.
4. Копп, В.Я. Модель гибкой синхронной линии с рефлекторным управлением и обратными связями / В.Я. Копп, Л.Е. Карташов, А.И. Балакин // Оптимизация производственных процессов. – Севастополь : Изд-во СевНТУ. – 2009. – Вып. 11. – С. 141–145.
5. Шрайбер, Т.Дж. Моделирование на GPSS: Пер. с англ. / Т.Дж. Шрайбер. – М. : Машиностроение, 1980. – 592 с.
6. Кринецкий, И.И. Основы научных исследований: Учебное пособие для вузов. – Одесса : Вища школа, Головное изд-во, 1981. – 208 с.
7. Митропольский, А.К. Статистическое исчисление / А.К. Митропольский. – Ленинград. – 1953. – Т. 3. – 200 с.

References

1. Metkin, N.P. Tekhnologicheskaya podgotovka gibkikh avtomatizirovannykh sborochno-montazhnykh proizvodstv v mashinostroyenii / N.P. Metkin, M.S. Lapin, V.I. Gol'ts – L. : Mashinostroyeniye, 1986. – 192 s.
2. Kopp, V.YA. Ispol'zovaniye iteratsionnogo podkhoda pri postroyenii matematicheskikh modeley asinkhronnykh avtomatizirovannykh liniy s obratnymi svyazyami / V.YA. Kopp, A.I. Balakin // Optimizatsiya proizvodstvennykh protsessov. – Sevastopol'. – 2004. – Vyp. 7. – S. 3–9.
3. Balakin, A.I. Analiz funktsionirovaniya proizvodstvennogo modulya s vozvratom produktsii na povtornoye obsluzhivaniye, na osnove imitatsionnogo modelirovaniya / A.I. Balakin, N.A. Balakina, N.A. Voloshina // Avtomatizatsiya i izmereniya v mashino- priborostroyenii. – 2021. – № 1(13). – S. 62–70.
4. Kopp, V.YA. Model' gibkoy sinkhronnoy linii s reflektornym upravleniyem i obratnymi svyazyami / V.YA. Kopp, L.Ye. Kartashov, A.I. Balakin // Optimizatsiya proizvodstvennykh protsessov. – Sevastopol' : Izd-vo SevNTU. – 2009. – Vyp. 11. – S. 141–145.
5. Shrayber, T.Dzh. Modelirovaniye na GPSS: Per. s angl. / T.Dzh. Shrayber. – M. : Mashinostroyeniye, 1980. – 592 s.
6. Krinetskiy, I.I. Osnovy nauchnykh issledovaniy: Uchebnoye posobiye dlya vuzov. – Odessa : Vishcha shkola, Golovnoye izd-vo, 1981. – 208 s.
7. Mitropol'skiy, A.K. Statisticheskoye ischisleniye / A.K. Mitropol'skiy. – Leningrad. – 1953. – T. 3. – 200 s.

© А.И. Балакин, В.Я. Копп, Н.А. Балакина, 2022

УДК 004.5

С.В. ПАЛЬМОВ^{1,2}, А.В. АПАРИН¹¹ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара;²ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара

РАСПОЗНАВАНИЕ ЛИЦ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ СРЕДСТВАМИ PYTHON

Ключевые слова: компьютерное зрение; машинное обучение; нейронная сеть; распознавание лиц; *Python*.

Аннотация. В научной статье исследуются возможности распознавания лиц с помощью машинного обучения. Цель данного исследования – проведение эксперимента, направленного на оценку вероятности корректного распознавания лица путем идентификации тестируемого человека на изображениях. Методы исследования: анализ литературных источников по теме научной работы, анализ результатов исследования, машинное обучение. Гипотеза исследования: с помощью 128-мерной кодировки и библиотеки *face-recognition* можно создать программное обеспечение, позволяющее реализовать достоверное распознавание человека на изображении. Результаты эксперимента подтвердили гипотезу о высоком качестве распознавания человека на изображениях с помощью указанных методов.

Введение

В задачу биометрических методов распознавания лиц входит автоматическое определение лица на изображении и, при необходимости, идентификация человека [1]. Интерес к сфере распознавания лиц значителен, что обуславливается широкими возможностями его применения, например, в охранных системах, при проведении криминалистических экспертиз и телеконференций, в фототехнике и т.д. [1]. На сегодняшний день в открытом доступе представлены различные методы распознавания лиц с исходным кодом [6]. В данной статье рассмотрена одна из библиотек распознавания лиц

(*python face-recognition*), основанная на нейронной сети (НС).

Цель исследования – провести эксперимент, направленный на оценку качества распознавания человека на изображении средствами машинного обучения.

Процесс исследования

На первом этапе был разработан (рис. 1) алгоритм (диаграмма деятельности) программного обеспечения (ПО), реализующего НС.

Далее была изучена документация библиотеки *face-recognition*, а затем создано ПО, в котором были реализованы методы: «*face_locations*» (подгрузка изображения), «*face_encodings*» (идентификация человека) и «*compare_faces*» (сравнение изображений).

Первый из них возвращает список кортежей, где каждый кортеж есть координата найденного лица; если лиц несколько, будет сформировано несколько кортежей [9].

Код представлен ниже:

```
def face_rec(): my_face_img = face_recognition.load_image_file('img/bred1.jpg')#загрузить нужную фотографию my_face_location = face_recognition.face_locations(my_face_img)#узнать координаты лиц(а) на фотографии print(my_face_location)#вывести координаты лиц(а) на фотографии print(f»Found {len(my_face_location)} face(s) in this image»)#вывести количество найденных лиц
```

Идентификация человека на разных изображениях выполняется с помощью метода «*face_encodings*». Данная функция принимает два пути (для первого и второго изображения) и формирует их индивидуальные 128-мерные кодировки.

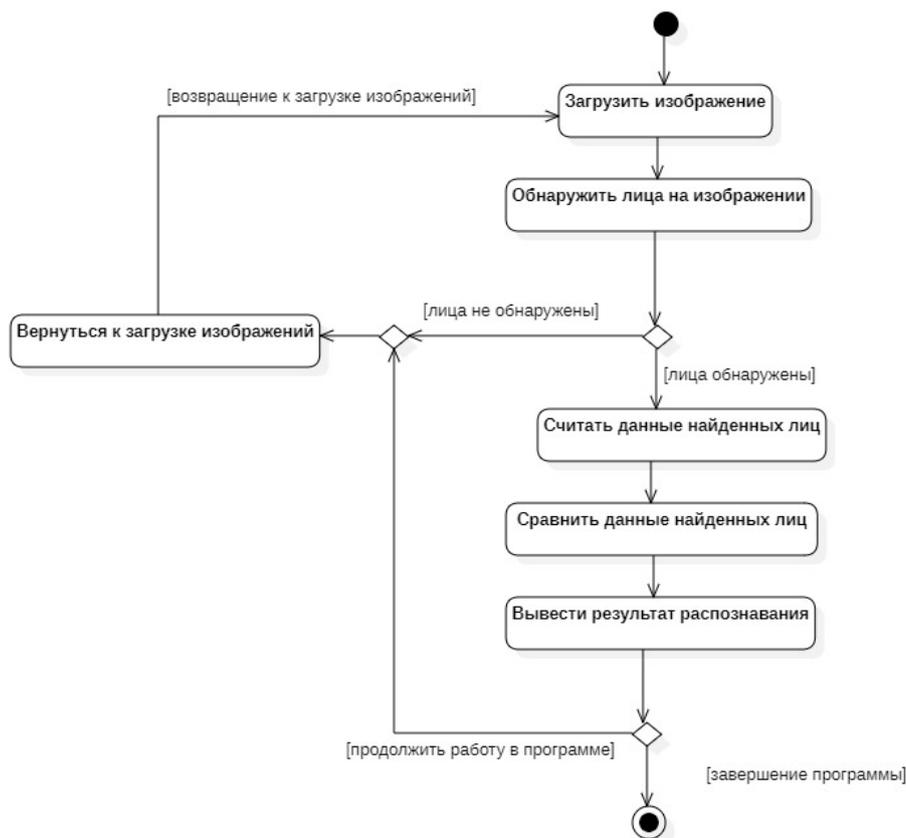


Рис. 1. Алгоритм программы

Посредством метода «*compare_faces*» выполняется сравнение двух изображений. Код представлен ниже:

ниже была создана новая функция, которая сравнивает две фотографии и определяет, находится ли на фотографиях один человек (*true*) или нет (*false*), данный метод возвращает 128-мерную кодировку на фотографии лица, то есть данные для каждого лица индивидуальные, благодаря *face_encodings* можно тренировать сеть на новые лица и собирать данные””
`def compare_faces(img1_path, img2_path):` *img1* = *face_recognition.load_image_file(img1_path)*
img1_encodings = *face_recognition.face_encodings(img1)[0]* *img2* = *face_recognition.load_image_file(img2_path)*
img2_encodings = *face_recognition.face_encodings(img2)[0]*
result = *face_recognition.compare_faces([img1_encodings],img2_encodings)* *print(result)* *if result[0]: print(«Один и тот же человек») else: print(«Два разных человека») def main(): #face_*

rec() *#print(extracting_faces(«img/people.jpg»))*
print(compare_faces(«img/bred1.jpg», «img/bred2.jpg»))

Экспериментальное исследование проводилось следующим образом: изображения людей сравнивались попарно с целью проверки сформулированной ранее гипотезы; выполнено 100 прогонов. Часть результатов представлена в табл. 1 ниже. ПО допустило три ошибки, следовательно, качество его работы равно 97 %.

Заключение

Полученные результаты показывают, что *face-recognition* позволяет малыми затратами и с высокой достоверностью идентифицировать человека на изображении, однако различия в расположении лиц на фотографиях и уровень освещенности отрицательно влияют на качество работы указанной библиотеки.

Таблица 1. Сравнение лиц на изображениях

Изображение 1	Изображение 2	Результат проверки
		[True] Один и тот же человек
		[False] Два разных человека
		[False] Два разных человека
		[False] Два разных человека
		[False] Два разных человека
		[False] Два разных человека



[False]
Два разных человека

Список литературы

1. Мищенко, Е.С. Сравнительный анализ алгоритмов распознавания лиц / Е.С. Мищенко // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 9: Исследования молодых ученых. – 2013. – № 11. – С. 74–76.
2. Исаев, А.Л. Распознавание лиц по изображениям / А.Л. Исаев, Д.А. Газаров, С.Д. Евсеев // Символ науки: международный научный журнал. – 2017. – Т. 2. – № 4. – С. 70–76.
3. Рашка, С. Машинное и глубокое обучение с использованием Python: Диалектика / С. Рашка, В. Мирджалили, 2020. – С. 848.
4. Доусан, М. Програмируем на Python / М. Доусан. – СПб, 2014. – С. 416.
5. Шапиро, Л. Компьютерное зрение: Бином / Л. Шапиро, Дж. Стокман // Лаборатория знаний, 2015. – С. 763.
6. Горячкин, Б.С. Компьютерное зрение / Б.С. Горячкин, М.А. Китов // E-Scio. – 2020. – № 9(48). – С. 317–345.
7. Паршин, С.Е. Исследование параметров алгоритмов распознавания лиц / С.Е. Паршин // Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета. – 2019. – № 1(94). – С. 55–70.
8. Документация: Face-recognition package [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://facerecognition.readthedocs.io/en/latest/face_recognition.html.
9. Библиотека face-recognition [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pypi.org/project/face-recognition>.

References

1. Mishchenkova, Ye.S. Sravnitel'nyy analiz algoritmov raspoznavaniya lits / Ye.S. Mishchenkova // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 9: Issledovaniya molodykh uchenykh. – 2013. – № 11. – S. 74–76.
2. Isayev, A.L. Raspoznavaniye lits po izobrazheniyam / A.L. Isayev, D.A. Gazarov, S.D. Yevseyev // Simvol nauki: mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal. – 2017. – T. 2. – № 4. – S. 70–76.
3. Rashka, S. Mashinnoye i glubokoye obucheniye s ispol'zovaniyem Python: Dialektika / S. Rashka, V. Mirdzhalili, 2020. – S. 848.
4. Dousan, M. Programmiruyem na Python / M. Dousan. – SPb, 2014. – S. 416.
5. Shapiro, L. Komp'yuternoye zreniye: Binom / L. Shapiro, Dzh. Stokman // Laboratoriya znaniy, 2015. – S. 763.
6. Goryachkin, B.S. Komp'yuternoye zreniye / B.S. Goryachkin, M.A. Kitov // E-Scio. – 2020. – № 9(48). – S. 317–345.
7. Parshin, S.Ye. Issledovaniye parametrov algoritmov raspoznavaniya lits / S.Ye. Parshin // Sbornik nauchnykh trudov Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2019. – № 1(94). – S. 55–70.
8. Dokumentatsiya: Face-recognition package [Electronic resource]. – Access Mode : https://facerecognition.readthedocs.io/en/latest/face_recognition.html.
9. Biblioteka face-recognition [Electronic resource]. – Access Mode : <https://pypi.org/project/face-recognition>.

УДК 004.056

В.Л. КОДАНЕВ, Е.А. ТРОФИМОВА, А.А. АЛИСОВ, А.Я. ПОЛЕЖАРОВА
ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ЗАЩИЩЕННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ СОТРУДНИКОВ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА

Ключевые слова: автоматизированная система; защита информации; разработка архитектуры.

Аннотация. Цель работы состоит в повышении эффективности защиты персональных данных сотрудников коммерческого банка при прохождении дистанционного обучения. Задачей является анализ возможных средств защиты конфиденциальной информации в организации. При работе над статьей были использованы общенаучные методы анализа и синтеза. Результаты: разработана модель архитектуры защищенной автоматизированной системы дистанционного обучения сотрудников коммерческого банка.

Важным этапом автоматизации дистанционного образовательного процесса является необходимость разработки защищенной архитектуры автоматизированной системы (АС). Для обеспечения ожидаемой конфиденциальности, целостности и доступности информации следует учесть необходимый набор программно-аппаратных средств, направленных на защиту обрабатываемых и хранимых в АС конфиденциальных данных.

На рис. 1 приведена схема информационной сети системы дистанционного обучения сотрудников коммерческого банка до внедрения защищенной автоматизированной системы.

Как видно на схеме, архитектура сети обладает рядом недостатков, таких как отсутствие сегментации сети, DMZ зоны, защищенных каналов передачи данных, выделенной маршрутизации для создания единой локальной сети, серверов резервного копирования, систем обнаружения и предотвращения вторжений, систем мониторинга и аудита, разграничения доступа

к ресурсам операционной системы (ОС) и локальной сети.

Во избежание утечек конфиденциальной информации и для обеспечения должного уровня защищенности сети далее будут представлены необходимые программно-аппаратные средства защиты информации.

Важным средством защищенного функционирования АС является межсетевой экран (МЭ). Рассмотрим UTM-системы – универсальное устройство, представляющее комплексную защиту от сетевых угроз. UTM-система состоит из следующих компонентов: межсетевой экран, система обнаружения/предотвращения вторжений (IDS/IPS) и VPN.

В сравнительной характеристике, представленной в табл. 1, приведены UTM-решения отечественного и зарубежного производителя.

В результате сравнительного анализа было выбрано универсальное устройство для всесторонней защиты сети «Континент 4». Преимущество данного UTM-средства заключается в его многофункциональности. Оно предназначено для решения таких задач, как централизованное управление сетью, сегментация сети, обнаружение и предотвращение сетевых вторжений, фильтрация трафика, мониторинг событий безопасности, поддержка криптоалгоритмов ГОСТ и организация защищенного удаленного доступа.

Для выявления и уничтожения компьютерных вирусов необходимо подобрать антивирусное программное обеспечение (ПО).

Для АС надежную защиту обеспечит антивирусное программное обеспечение *Kaspersky Endpoint Security*. Данное ПО отвечает всем требованиям безопасности и имеет сертификацию Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК), включает несколько технологий защиты и обеспечивает за-

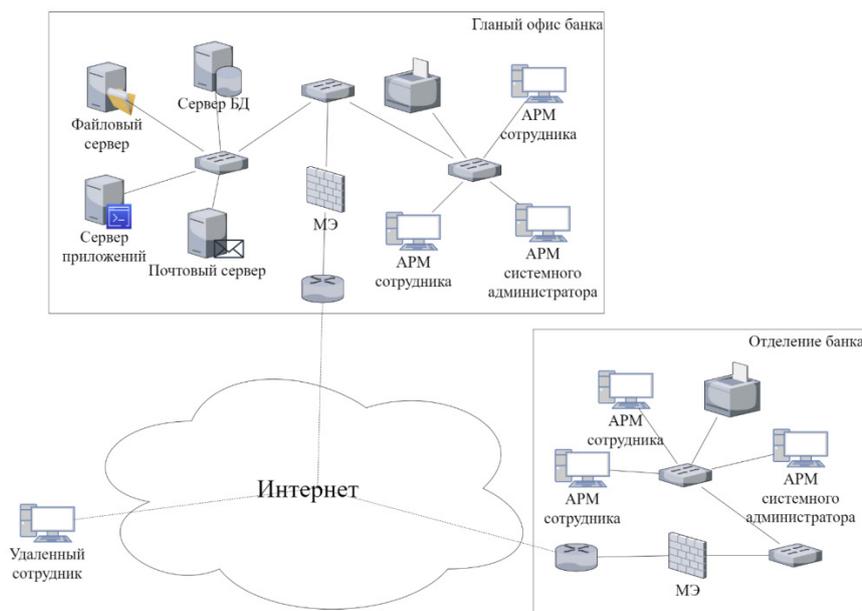


Рис. 1. Схема информационной сети

Таблица 1. Сравнительные характеристики UTM

Характеристики	<i>FORTINET FortiGate 100F</i>	Континент 4	<i>Cisco Meraki MS350</i>
Поддержка шифрования ГОСТ	Имеет	Имеет	Имеет
Однонаправленный шлюз	Имеет	Имеет	Имеет
Производительность шифрования Мбит/с	2 700	2 500	Информация отсутствует
Производительность IPS/IDS Мбит/с	12 000	7 000	600
Сертификат ФСТЭК	Не имеет	Не имеет	Не имеет

щиту серверов и рабочих мест без ущерба для производительности.

Установленное программное обеспечение *DLP* предназначено для защиты от утечек информации. Помимо этой функции, *DLP*-системы позволяют вести учет рабочего времени и анализировать действия сотрудников. Сравнительные характеристики *DLP*-систем представлены в табл. 3.

Из предоставленных *DLP*-систем подойдет *InfoWatch Traffic Monitor*, которая способна отслеживать большое количество рабочих мест и не только функционировать в режиме мониторинга, но и блокировать передачу данных, тем самым предотвращая утечку конфиденциальной информации, также она помогает прогнози-

ровать риски информационной безопасности.

Средство защиты информации (*СЗИ*) является комплексным решением для защиты рабочих станций и серверов, а также позволяет осуществлять централизованное управление и мониторинг работы средств защиты информации. В табл. 4 представлены сравнительные характеристики *СЗИ*.

Для комплексной защиты выбрано *СЗИ Secret Net Studio*, предназначенное для защиты персональных данных от несанкционированного доступа и позволяющее проводить дополнительную аутентификацию пользователей. В *Secret Net* реализованы следующие функции: защита от несанкционированного доступа, антивирусная защита и обнаружение вторжений,

Таблица 2. Сравнительные характеристики антивирусных программ

Характеристики	<i>Cisco Secure Endpoint Essentials</i>	<i>Kaspersky Endpoint Security</i>	<i>NANO Pro 100</i>
Рекомендации по настройке политик безопасности	Имеет	Имеет	Не имеет
Контроль приложений для серверов	Имеет	Имеет	Имеет
Контроль программ	Имеет	Имеет	Не имеет
Фильтрация ссылок	Имеет	Имеет	Имеет
Управление шифрованием	Имеет	Имеет	Не имеет
Поиск уязвимостей и устранение	Имеет	Имеет	Имеет
Сертификат ФСТЭК	Не имеет	Имеет	Не имеет

Таблица 3. Сравнительные характеристики DLP-систем

Характеристики	<i>Falcongaze</i>	<i>InfoWatch Traffic Monitor</i>	<i>SearchInform</i>
Запись в журнал	Имеет	Имеет	Имеет
Теневое копирование	Имеет	Имеет	Имеет
Блокировка соединения	Да, <i>SMTP, HTTP</i>	Да, <i>SMTP, HTTP(S)</i>	Да, <i>SMTP</i>
Сертификат ФСТЭК	Имеет	Имеет	Имеет

Таблица 4. Сравнительные характеристики СЗИ

Характеристики	<i>Fortinet FortiClient</i>	<i>Secret Net Studio</i>	КриптоПро
Операционная система	<i>Windows, macOS, Linux</i>	<i>Windows</i>	<i>Windows, macOS, Linux</i>
Оперативная память	4 Гб	4 Гб	1 Гб
Сертификат ФСТЭК	Имеет	Имеет	Имеет

обеспечение разграничений доступа к конфиденциальной информации, централизованное управление политиками безопасности, позволяющее оперативно реагировать на события безопасности, мониторинг и аудит безопасности. Также *Secret Net Studio* позволяет поддерживать и администрировать прикладное ПО.

Аппаратно-программный модуль доверенной загрузки позволяет осуществлять запуск ОС с доверенных носителей информации, таких как *USB*-накопитель. В табл. 5 представлены сравнительные характеристики модулей до-

веренной загрузки.

Доверенную загрузку обеспечивает программно-аппаратный комплекс «Соболь». Он позволяет проводить идентификацию и аутентификацию с использованием персональных электронных идентификаторов, контролировать целостность файлов и блокировать доступ к компьютеру, если управление при его включении не передано программно-аппаратному комплексу «Соболь». Помимо этого, происходит ведение журнала и передача записей в СЗИ *Secret Net Studio*.

Таблица 5. Сравнительные характеристики модулей доверенной загрузки

Характеристики	Dallas Lock	Соболь	ViPNet SafeBoot
Поддерживаемые ОС	Windows	Windows, Linux	Для любых ОС
Аутентификация пользователей	Есть	Есть	Есть
Контроль целостности программной среды	Есть	Есть	Есть
Контроль целостности системного реестра	Есть	Есть	Есть
Контроль подключаемых устройств	Есть	Есть	Есть
Сертификат ФСТЭК	Имеет	Имеет	Имеет

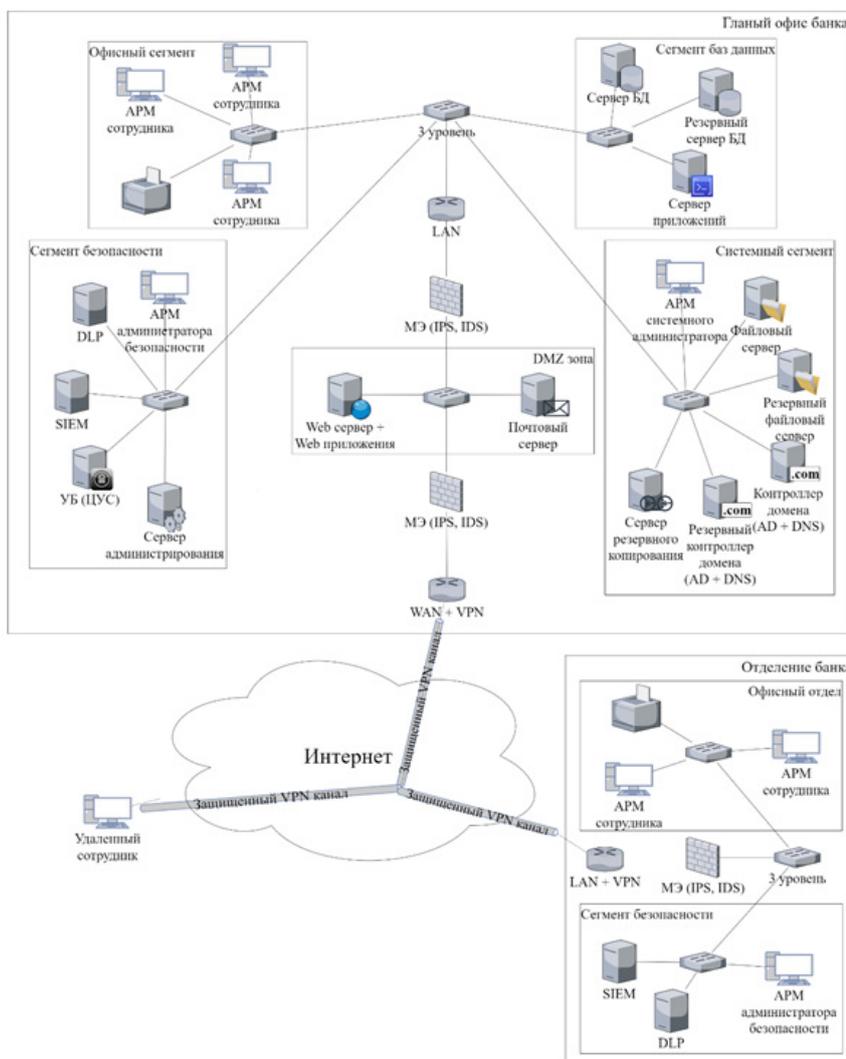


Рис. 2. Схема информационной сети системы дистанционного обучения

Для системы дистанционного обучения усовершенствованная сеть с использованием сотрудников коммерческого банка построена предложенных программно-аппаратных средств

защиты информации. Схема информационной сети с компонентами защиты информации представлена на рис. 2.

Как показано на рис. 2, в главном офисе банка сеть разделена на следующие сегменты: офисный сегмент, сегмент баз данных, сегмент безопасности, системный сегмент и *DMZ*-зону. В отделениях банка сеть разделена на офисный сегмент и сегмент безопасности.

Благодаря сегментации повышается безопасность и уровень контроля сетевого трафика. Исходя из этого, имеющие доступ в интернет *web*-сервер, сервер приложений и почтовый сервер отнесены в *DMZ*-зону, защиту которой обеспечивают межсетевые экраны на входе и выходе. Внешний МЭ фильтрует весь поступающий трафик из сети интернет, а внутренний фильтрует трафик, поступающий из клиентского приложения или при обращении к данным серверам из локальной сети.

В целях повышения отказоустойчивости критически важных серверов были добавлены

резервные сервера. Сервера резервного копирования архивируют данные со всех серверов с целью избегания безвозвратной утраты данных. Благодаря ленточным носителям, помимо программной архивации, происходит и физическая.

Главный офис и районные отделы соединены в одну локальную сеть путем защищенной *VPN*-маршрутизации. Удаленный сотрудник подключается к данной локальной сети с помощью *VPN*-маршрутизации, после чего получает доступ к определенному отделению банка.

Решение *UTM* выполняет функции межсетевого экрана, интегрированного с системами обнаружения и предотвращения вторжений.

Таким образом, в результате проведенного исследования была разработана архитектура защищенной автоматизированной системы дистанционного обучения сотрудников коммерческого банка. Было рассмотрено необходимое ПО для защищенного функционирования системы.

Список литературы

1. Многофункциональный межсетевой экран (UTM) Континент 4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.securitycode.ru/products/kontinent-4>.
2. Kaspersky Endpoint Security [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.kaspersky.ru/small-to-medium-business-security/endpoint-select>.
3. InfoWatch Traffic Monitor [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.infowatch.ru/products/traffic-monitor>.
4. Система защиты информации Secret Net Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.securitycode.ru/products/secret-net-studio>.
5. Программно-аппаратный комплекс «Соболь» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.securitycode.ru/products/pak_sobol.

References

1. Mnogofunktsional'nyy mezhsetevoy ekran (UTM) Kontinent 4 [Electronic resource]. – Access Mode : <https://www.securitycode.ru/products/kontinent-4>.
2. Kaspersky Endpoint Security [Electronic resource]. – Access Mode : <https://www.kaspersky.ru/small-to-medium-business-security/endpoint-select>.
3. InfoWatch Traffic Monitor [Electronic resource]. – Access Mode : <https://www.infowatch.ru/products/traffic-monitor>.
4. Sistema zashchity informatsii Secret Net Studio [Electronic resource]. – Access Mode : <https://www.securitycode.ru/products/secret-net-studio>.
5. Programmno-apparatnyy kompleks «Sobol'» [Electronic resource]. – Access Mode : https://www.securitycode.ru/products/pak_sobol.

УДК 007.52

А.М. ЮДИНА

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет
имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», г. Владимир

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ПРИНЦИПА ИНТЕРОПЕРАбельНОСТИ В РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КИБЕРИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ

Ключевые слова: информационная безопасность; информационные отношения; киберинформационная среда; международно-правовое регулирование; принцип интероперабельности.

Аннотация. Цель данной статьи – рассмотрение применения принципа интероперабельности в реализации информационной безопасности в киберинформационной среде на государственном уровне. Задачи исследования: сформулировать и обосновать применение принципа интероперабельности к киберинформационной среде, описать характер правовой неопределенности в области ИТ-сектора, снижающей эффективность обеспечения информационной безопасности на глобальном уровне. В результате описаны механизм и подходы к обеспечению информационной безопасности с применением принципа интероперабельности на примере анализа функционирования провайдеров в России.

Обеспечение информационной безопасности в современных условиях гибридной войны инициирует анализ не только технологической структуры информационных технологий (ИТ), но и их нормативно-правовую регламентацию в глобальном смысле. Сегодня становится очевидно, что мир изменился, поэтому киберинформационное пространство не может более восприниматься вне его государственного мониторинга на предмет выявления технологических рисков, нарушающих суверенные права государств и граждан.

«В Евросоюзе на сегодняшний момент «Стандарты и профили интероперабельности НАТО» (*NATO Interoperability Standards and Profiles – NISP*) находятся в ситуации транс-

формации» [2]. Отдел *Board Interoperability Profiles Capability Team (IP CaT NISP)* переориентировал основные профили с применением принципа интероперабельности в отношении, например, *SIOP* координирует функциональную совместимость услуг, когда дифференцированные системы, созданные в одной архитектуре, могут логически, технически взаимодействовать, затрагивая самые поливариантные протоколы и решения. Сертификация услуг содержится в такой структуре, как *SIP*. В РФ информации об аналогичной правовой регуляции функциональной совместимости услуг в киберинформационной среде в документах в справочно-правовой системы (СПС) «Консультант Плюс» и СПС «Гарант» нет [4].

Таким образом, обеспечение информационной безопасности в РФ затрагивает дискурс о технологических платформах. «В 2016 г. приказом № 463 от 22 апреля 2016 г. Росстандарта в структуру ТК-22 введен подкомитет ПК 206 «Интероперабельность» [3]. Важно сегодня понимать, что необходима интегративная инфраструктура, которая позволит применить интероперабельность в самых дифференцированных схемах, не выходя за пределы информационной безопасности. Разработка и функционирование *non-custodial* кошельков могут децентрализовать управление большим количеством активов: финансовых (например, пользователем в самых разных сетях), информационных (в структурах киберсети). Примером считается попытка внедрения интероперабельности к блокчейн системам (внедрение кроссчейн-кошелька *XDefi*).

Сегодня в состав ТК 22 введен еще подкомитет ПК 207 «Информационные технологии в Интернете вещей», технический комитет ТК194, «Киберфизические системы». Плани-

руется, что комитет выработает национальные стандарты, интегрируя частично их с международными, чтобы была возможность соприкосновения при составлении международно-правовых договоров. Ожидаемой является разработка ГОСТов, регламентирующих *smart*, например, «Умный город» (такси с водителем роботом) и *IOT*-технологии [2].

Принцип интероперабельности, положенный в основу информационной безопасности, позволяет говорить о необходимости выработки семантического уровня, определения и уточнения прав и обязанностей провайдера в киберсети (аналогично с пониманием персональных данных).

Интероперабельность как принцип сложно реализовать без привлечения провайдеров хостовых услуг (информационных посредников). Под информационным посредником законодатель может подразумевать и провайдера, и провайдера хостовых услуг, и лиц, оказывающих в сети интернет услуги, и операторов, связывая их деятельность с гражданским оборотом результатов интеллектуальной собственности и деятельности. Таким образом, провайдер обеспечивает хост, информационную структуру, используя которую субъекты могут получать информацию, распространять, удалять, а провайдер может этот процесс контролировать и пресекать правонарушения.

Сложный дискурс выявляется при осознании, что субъекты могут быть гражданами разных государств, то есть ответственность за любое правонарушение в отношении каждого государства нужно будет выстраивать исходя из интеграции национального и международного права. Примером такой сложности станет распространение субъектом деструктивной информации и отказ ее удалять. В таком случае необходимо понимать, каким образом данная деструктивная информация может быть удалена как нарушающая национальное законодательство.

Практика международных соглашений показывает дифференцированный подход к этой ситуации, который детерминируется политической ситуацией или отсутствием технических средств. Исследователь А.К. Жарова выделяет следующие типы провайдеров: провайдеры содержания (контент); провайдеры хостовых услуг; провайдеры доступа; сервис провайдер (с 2012 г. (в зарубежной практике)); удостоверяющий провайдер (с 2012 г. (в зарубежной практи-

ке)); идентифицирующий провайдер (с 2012 г. (в зарубежной практике)) [4].

Зарубежная правовая мысль отводит значительную роль провайдеру, который удостоверяет технологии в предупреждении правонарушений в серой зоне. В отечественной юридической теории провайдеры содержания модерируют информационный, принадлежащий им, контент, провайдеры хостовых услуг регулируют ИТ на технологическом уровне на основе гражданского договора. «Директивной Европарламента и Совета ЕС 2000/31/ЕС об электронной коммерции инициируется определение специфики функционирования хостинга» [4].

В то же время хостинг-провайдер не контролирует информацию, в отличие от провайдера содержания, так как предоставляет облачное хранилище для конфиденциальной частной информации, и на основе закона о персональных данных это будет правонарушением. Электронная почта, социальная сеть – все это модерируется хостовым провайдером. В то же время *ISP* (интернет-провайдеры), являющиеся организациями, которые предоставляют доступ к интернет инфраструктуре, не осуществляют мониторинг, модерацию информации, которая выкладывается пользователями их услуг. Вредная киберинформация может находиться в информационной инфраструктуре до того момента, пока она не признана деструктивной согласно ч. 4. Закона об информации.

Есть провайдеры, которые предоставляют доступ к интернет-технологиям, не контролируя информацию, которая будет распространяться впоследствии. Риски связаны с информацией, размещенной на международных платформах. Ее нельзя удалить, опровергнуть, заблокировать. Поэтому принятие и доработка Федерального закона № 121 [1] выступает превентивным инструментом для снижения этой грани риска.

Таким образом, информационная безопасность в сети Интернет в киберинформационном пространстве не может обеспечиваться технологическими системами и правовыми ресурсами одного государства. Сегодня это стало общей межгосударственной задачей, в то же время ситуация с ответственностью провайдера за обнаружение деструктивной и вредной киберинформации все так же не ясна, предусмотрена регламентация ее удаления на основании рейтинга или обращения компетентных структур.

Список литературы

1. ФЗ от 20.07.2012 № 121-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части регулирования деятельности некоммерческих организаций, выполняющих функции иностранного агента»// СПС «КонсультантПлюс».
2. Башлыкова, А.А. Решение проблемы интероперабельности в проектах «Умного города» / А.А. Башлыкова, А.Я. Олейников, Т.А. Гаджикулыев // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2019. – Т. 5. – № 3.
3. Башлыкова, А.А. О подходах к разработке профилей интероперабельности в военной области / А.А. Башлыкова, А.Я. Олейников, А.А. Каменщиков // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2017. – № 4 – С. 112–121.
4. Жарова, А.К. Информация. Правовые проблемы обращения информации/ А.К. Жарова. – М, 2006. – С. 134–135.
5. Олейников, А.Я. Проблема интероперабельности в вооруженных Силах РФ / А.Я. Олейников, И.И. Чусов // Вестник Академии военных наук. – 2017. – № 4(61). – С. 61–68.
6. Юдина, А.М. Информационно-коммуникативная культура как инструмент формирования образовательной среды вуза / А.М. Юдина // Перспективы науки. – 2019. – № 5(116). – С. 250–252.

References

1. FZ ot 20.07.2012 № 121-FZ «O vnesenii izmeneniy v otdel'nyye zakonodatel'nyye akty Rossiyskoy Federatsii v chasti regulirovaniya deyatel'nosti nekommercheskikh organizatsiy, vypolnyayushchikh funktsii inostrannogo agenta»// SPS «Konsul'tantPlyus».
2. Bashlykova, A.A. Resheniye problemy interoperabel'nosti v proyektakh «Umnogo goroda» / A.A. Bashlykova, A.YA. Oleynikov, T.A. Gadzhikulyyev // Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i IT-obrazovaniye. – 2019. – T. 5. – № 3.
3. Bashlykova, A.A. O podkhodakh k razrabotke profiley interoperabel'nosti v voyennoy obrasti / A.A. Bashlykova, A.YA. Oleynikov, A.A. Kamenshchikov // Informatsionnyye tekhnologii i vychislitel'nyye sistemy. – 2017. – № 4 – S. 112–121.
4. Zharova, A.K. Informatsiya. Pravovyye problemy obrashcheniya informatsii/ A.K. Zharova. – M, 2006. – S. 134–135.
5. Oleynikov, A.YA. Problema interoperabel'nosti v vooruzhennykh Silakh RF / A.YA. Oleynikov, I.I. Chusov // Vestnik Akademii voyennykh nauk. – 2017. – № 4(61). – S. 61–68.
6. Yudina, A.M. Informatsionno-kommunikativnaya kul'tura kak instrument formirovaniya obrazovatel'noy sredy vuza / A.M. Yudina // Perspektivy nauki. – 2019. – № 5(116). – S. 250–252.

© А.М. Юдина, 2022

УДК 007.52

А.М. ЮДИНА

ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет
имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», г. Владимир

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ В РОССИИ

Ключевые слова: интероперабельность; информационные отношения; кибербезопасность; киберсреда; международно-правовое регулирование.

Аннотация. Цель данной статьи – изучение специфики проблем государственного регулирования сферы кибербезопасности на современном этапе цивилизационного развития. Для достижения данной цели были решены следующие задачи: проведен анализ системы кибербезопасности в ее государственно-правовом аспекте, предложено рассмотреть включение принципа интероперабельности, позволяющего стандартизировать, сертифицировать ИТ-системы и расширить классификацию дефиниции «информация», включив в нее категорию «вредная киберинформация» с целью упорядочения и гармонизации процессов нормотворчества и правоприменения, в частности, правового регулирования информационных отношений в киберсреде; проанализированы киберугрозы и возможности их превенции на государственном уровне. В результате работы выявлены перспективы интеграции информационных технологий (ИТ) и возможностей государственного регулирования кибербезопасности в России.

Современная постгуманистическая парадигма социального развития инициирует рост киберфеноменов амбивалентного содержания, которые тиражируются в «серых зонах» *deep net*. Анализ дифференциации включенности киберпространства в самые разнообразные социальные процессы инициирует необходимость осмысления способов государственного регулирования сферы кибербезопасности на современном этапе. Интересен в данном аспекте опыт Китая, где государственному регулиро-

ванию отдается ведущее место в обеспечении информационной безопасности и анализа ИТ, способных работать в национальной информационной системе.

В условиях роста влияния цифровых технологий на мировое пространство наблюдается заметное увеличение трансформаций традиционных форм: социальных, экономических, технологических и политических феноменов. Такая ситуация приводит к тому, что стихийно формируются новые симулякры, явления, факты, которые нуждаются в правовом осмыслении и анализе. Новые телекоммуникационные технологии, искусственный интеллект, трансграничная цифровизация значимых социально-экономических секторов деятельности, характерные для *BANI* мира с 2021 г., выступают константами новой постгуманистической реальности.

Принятие закона об информационной безопасности, предусматривающего варианты политической стратегии с вовлечением сертификации *ENISA* и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), принадлежат Европейской комиссии, рассматривающей этот документ в 2018 г. Фундаментом информационной безопасности явилась европейская платформа сертификации в сфере виртуальной безопасности продуктов и услуг в области ИКТ, детерминирующая сертификационный анализ, позволяющий искомым услугам выполнять функции законотворческих актов. Нельзя не отметить, что к функциям ЕС относятся создание единой информационной инфраструктуры, обеспечивающей симбиоз въезда/выезда (*EES*); организацию визовой информационной системы (*VIS*), а также Шенгенской и Европейской систем сбора информации о преступлениях против личности и общества для населения. В современных условиях создание информа-

ционной инфраструктуры должно происходить максимально глобально, вне глокализационных барьеров для получения самых дифференцированных данных.

С 2016 г. информационная инфраструктура единого пространства выстраивается поливариативно, ведется поиск основ для его правового регулирования и исследования существующих преимуществ ИТ и информационных систем, создание инновационных блоков программ для адаптации систем к новым рискам и повышению их интегративной способности относительно друг друга. Примерами таких составных частей информационной структуры являются: системы въезда/выезда (*EES*), Европейская система информации о путешествиях (*ETIAS*), Шенгенская информационная система (*SIS*), Европейская информационная система уголовных сообщений для граждан третьих стран (*ECRIS-TCN*), европейский поисковый портал (*ESP*), общее резидентное хранилище (*CIR*), детектор множественного идентификатора (*MID*). Например, Германия солидарна с методами применения международного законодательства, регулирующего национальное использование ИКТ, включая нормы технического регулирования, правила и принципы ответственной поведенческой стратегии государств, ориентированных на конструирование открытой, безопасной, непоколебимой, конструктивной ИКТ. Правительственные эксперты, работающие по развитию, созданию и использованию информационного контента помогают осуществлять меры, укрепляющие доверие и направленные на поддержание безопасности в случае государственного использования ИКТ.

Социально-экономические отношения не изменили своего вектора, но получили новые возможности определения формы этих процессов. Государственное регулирование вынуждено реагировать на стремительный прогресс инновационных технологий, кибернетики, искусственного интеллекта, дополненной реальности, виртуальной реальности и на обратно пропорциональный процесс снижения информационно-коммуникативной культуры в социальной среде. Это обусловлено повышением возможностей для любого пользователя без специальных знаний получить доступ в глобальное пространство, содержащее, например, многофункциональные базы данных разных государств.

«Киберпространство, являясь частью ки-

беринформационного сегмента, является глобальной средой, включающей политическую, экономическую, социальную и духовную составляющие. Таким образом, киберпространство включает в себя самый разнообразный спектр возможностей и потребностей индивида» [4]. Сегодня мы уже можем анализировать результаты трудовой, военной, культурной, юридической, экономической, научной, медийной, политической, индивидуальной деятельности человека, корпораций, искусственного интеллекта (**ИИ**). В таком дискурсе можно говорить о новом статусе правоотношений, которые осуществляются посредством ИКТ, ИТ, ИИ. Исходя из этого, особое значение получает интерпретация информации.

«Информация является сложной дифференцированной поливалентной системой, имеющей сложную, не всегда взаимообусловленную структуру. Таким образом, информация может трактоваться исходя из ее конструктивного и деструктивного потенциалов. Нам представляется, что в контексте нашего исследования целесообразно проанализировать обращение вредной информации» [5].

Мы разделяем мнение В.Н. Лопатина о том, что вредная информация «не является конфиденциальной, но ее распространение и применение через сети коммуникаций наносит вред человеку, обществу и государству» [1]. Таким образом, при наличии вредной информации мы говорим о деструктивных информационных ресурсах, вредном софте, программном обеспечении, ИИ и т.д. Появление такой деструктивной информации может сформировать самые сложноструктурные риски в виде цифровой преступности, киберпреступности, кибертерроризма, гибридной войны.

В контексте глобализации особенности нормативно-правового регулирования общественных отношений определяются посредством спецификации технологий, которые возникли в глобальной сети, например, категория «территория» перешла в категорию трансграничность. Такие технологии, как пиринговые сети, блокчейн, *tor*-протоколы, анонимные сети, представляют собой распределенную сеть, позволяющую применять вычислительные возможности в разных странах для реализации определенных задач.

Информационная безопасность подавляющим большинством стран признается международным и национальным приоритетом, пред-

полагающим анализ информации как объекта правоотношений [2].

Анализ правовой природы информационной структуры киберсреды в Российской Федерации позволяет выделить ряд ее особенных черт:

– дефиниция «информационная инфраструктура» констатируется в 50 нормативно-правовых актах РФ;

– законодатель определяет информационную структуру как континуум искусственной природы, обусловивший ее дифференциацию на государственную, корпоративную или частную разновидности;

– теория информационной инфраструктуры, принятая еще в начале 1990-х годов как политическое кредо, как парадигма изыскания информационных векторов, не завершена и в настоящее время и подвержена высокой динамике и симулякратизации;

– с точки зрения российского законодателя, информационные инфраструктуры могут быть представлены в виде симбиоза информационно-телекоммуникационных инфраструктур, сетей связи, а также частных и государственных систем.

Специфика национального правового обеспечения информационной безопасности и киберпространства опирается на понимание, что использование блокчейн технологий, кибервалюты, информационной государственной многофункциональной телекоммуникационной инфраструктуры, частных облачных хранилищ, прокси серверов, *IOT*, *IT* нуждается в их правовом регулировании всеми участниками киберинформационной системы [1].

Исходя из принципа паритетности, мировое сообщество осознает, что, опираясь на принцип справедливости, каждый субъект имеет право на аргументацию своей теории. Выход из непростой ситуации видится в соблюдении прин-

ципа законности. Россия, как и многие страны Европы, заинтересована в разработке новых путей регулирования информационных отношений в киберсреде на национальном уровне. В то же время независимо от государственной политики и формы государственного устройства тождественными для всех государственных образований являются вопросы, направленные на упрочение безопасности, прежде всего государственных интересов, от деструктивного воздействия информации и глобальных рисков.

Приоритетным направлением развития и совершенствования правового регулирования информационных отношений в киберсреде в условиях глобализации является интероперабельность, трактуемая как возможность информационных систем свободно взаимодействовать с технологиями по обмену информацией с последующей реализацией.

С целью противодействия вредной киберинформации считаем целесообразным рассмотреть возможности включения принципа интероперабельности, позволяющего стандартизировать, сертифицировать ИТ-системы и расширить классификацию дефиниции «информация», включив в нее категорию «вредная киберинформация».

Таким образом, особенности правового регулирования информационных отношений, кибербезопасности в киберсреде создают необходимость упорядочивания определения критериев киберсреды. К ним относятся универсальность, транснациональность, атерриториальность, переходность, динамизм, глобализм, внегосударственность. Мы полагаем, что применение принципа интероперабельности создаст новые возможности стандартизации систем, их открытости и интеграции с актуальными ИТ, что может способствовать превенции киберинформационных угроз в этом секторе.

Список литературы

1. Лопатин, В.Н. Проблемы правовой защиты человека в информационной войне / В.Н. Лопатин // Информационное право. – 2014. – № 6. – С. 17–24.
2. Юдина, А.М. Виртуализация информационнокоммуникативной образовательной среды / А.М. Юдина // Мир науки, культуры, образования. – 2019. – № 3(76). – С. 151–152.
3. Юдина, А.М. Цифровая концепция формирования социокультурной толерантности студентов / А.М. Юдина // Перспективы науки. – 2022. – № 5(152). – С. 217–219.
4. Юдина, А.М. Профилактика кибербуллинга подростков в общеобразовательной среде / А.М. Юдина // Современное педагогическое образование. – 2022. – № 6. – С. 184–187.

References

1. Lopatin, V.N. Problemy pravovoy zashchity cheloveka v informatsionnoy voyne / V.N. Lopatin // *Informatsionnoye pravo*. – 2014. – № 6. – S. 17–24.
2. Yudina, A.M. Virtualizatsiya informatsionnokommunikativnoy obrazovatel'noy sredy / A.M. Yudina // *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*. – 2019. – № 3(76). – S. 151–152.
3. Yudina, A.M. Tsifrovaya kontseptsiya formirovaniya sotsiokul'turnoy tolerantnosti studentov / A.M. Yudina // *Perspektivy nauki*. – 2022. – № 5(152). – S. 217–219.
4. Yudina, A.M. Profilaktika kiberbullinga podrostkov v obshcheobrazovatel'noy srede / A.M. Yudina // *Sovremennoye pedagogicheskoye obrazovaniye*. – 2022. – № 6. – S. 184–187.

© А.М. Юдина, 2022

УДК 378.1.621

Д.А. ИВАНЫЧЕВ¹, Е.Ю. ЛЕВИНА², А.Ю. ПОДБОЛОТОВ¹, Е.А. МАЛЯВИН³¹ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк;²ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет

имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва;

³ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ ТЕЛ В ЗАДАЧАХ ОТ ДЕЙСТВИЯ МАССОВЫХ СИЛ

Ключевые слова: анизотропия; массовые силы; неосесимметричные задачи; обратный метод; ряды Фурье; трансверсально-изотропные тела.

Аннотация. Целью работы является определение напряженно-деформированного состояния трансверсально-изотропных тел вращения, находящихся под действием стационарных неосесимметричных массовых сил, заданных по циклическому закону синуса или косинуса. Граница тела свободна от внешних усилий и зависимостей кинематического характера.

Поставленная задача предполагает развитие обратного метода на класс стационарных неосесимметричных задач от действия массовых сил. Предложена теория формирования базиса пространств внутренних состояний, включающего в себя перемещения, деформации, напряжения и массовые силы. Далее на его основе с помощью метода интегральных наложений индуцируется базис внутренних пространственных состояний. Проводится ортонормирование базиса на основе рекурсивно-матричного алгоритма ортогонализации Грамма-Шмидта. После ортогонализации базиса искомое состояние определяется рядом Фурье, где коэффициенты этой линейной комбинации представляют собой определенные интегралы. Верификация решения осуществляется сопоставлением заданного поля массовых сил с полученным в ходе решения.

Приведено решение задачи для кругового цилиндра из горной породы с соответствующими выводами о сходимости рядов. Представлена графическая визуализация результатов. Преимущество представленного подхода за-

ключается в том, что наиболее трудоемкие вычисления, а именно построение ортонормированного базиса, выполняются один раз для тела определенной конфигурации. Затем этот базис может использоваться для решения различных задач для кругового цилиндра.

Создание новых или развитие существующих методов расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) тел из сложных по структуре и реологии материалов по большей части опирается на общее решение рассматриваемой задачи или фундаментальное решение для среды. В настоящее время получены частные решения задач, которые могут быть применены для построения математических моделей на основе различных методов механики. Особенно это касается аналитических или численно-аналитических методов, которые позволяют получить решение в виде функции нескольких переменных (координаты, время, температуры и др.). Развитие именно аналитических методов в последнее время преобладает над численными методами, где результатом решения является таблица значений той или иной величины во всей (а порой не во всей) области тела.

Постановка задачи

Рассматривается упругое равновесие трансверсально-изотропного тела вращения под действием массовых сил $X = \{R, Q, Z\}$, заданных по циклическому закону. Принята цилиндрическая система координат. Ось анизотропии трансверсально-изотропного тела совпадает с

геометрической осью вращения z . Задача состоит в определении НДС, возникающего в теле под действием заданных массовых сил.

Общее решение задачи

В работе [1] методом интегральных наложений установлена зависимость между пространственным напряженно-деформированным состоянием упругого трансверсально-изотропного тела вращения и некоторыми вспомогательными двумерными состояниями, компоненты которого зависят от двух координат z и y (переменных). Ось η перпендикулярна плоскости zy . В качестве плоских вспомогательных состояний используется плоская деформация, возникающая в бесконечных цилиндрах, имеющих в каждой точке плоскость упругой симметрии, параллельную плоскости zy .

Переход к пространственному состоянию в цилиндрических координатах осуществляется по зависимостям [2]:

$$\begin{aligned}
 u &= \sum_{n=a}^b [u_n \cos(n\theta) + u_n \sin(n\theta)]; \\
 v &= \sum_{n=a}^b [-v_n \sin(n\theta) + v_n \cos(n\theta)]; \\
 w &= \sum_{n=a}^b [w_n \cos(n\theta) + w_n \sin(n\theta)]; \\
 & \quad a = 0; b = \infty. \\
 u_n &= \frac{1}{2\pi} \left(\int_0^\pi (u_y^{pl} + u_\eta^{pl}) \cos[(n-1)\beta] d\beta + \right. \\
 & \quad \left. + \int_0^\pi (u_y^{pl} - u_\eta^{pl}) \cos[(n+1)\beta] d\beta \right); \\
 v_n &= \frac{1}{2\pi} \left(\int_0^\pi (u_y^{pl} + u_\eta^{pl}) \cos[(n-1)\beta] d\beta - \right. \\
 & \quad \left. - \int_0^\pi (u_y^{pl} - u_\eta^{pl}) \cos[(n+1)\beta] d\beta \right); \\
 w_n &= \frac{1}{\pi} \int_0^\pi u_z^{pl} \cos(n\beta) d\beta; y = r \cos(\beta).
 \end{aligned} \tag{1}$$

В работе [3] представлен подход формирования базиса на основе фундаментального решения для среды.

Метод решения

Для построения поля перемещений для тела от действия массовых сил для плоских вспомогательных состояний применяется фундаментальная система многочленов $y^\alpha z^\beta$, которую можно поместить в любую позицию вектора перемещения $u^{pl}(y, z)$, образуя некоторое допустимое состояние [2]:

$$\mathbf{u}^{pl} = \begin{Bmatrix} u_y^{pl} \\ u_\eta^{pl} \\ u_z^{pl} \end{Bmatrix} \in \left\{ \begin{Bmatrix} y^\alpha z^\beta \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix} 0 \\ y^\alpha z^\beta \\ 0 \end{Bmatrix}, \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ y^\alpha z^\beta \end{Bmatrix} \right\}.$$

Далее согласно выражению (1) определяются компоненты вектора перемещения $u(r, \theta, z)$ пространственного состояния. Осуществляя перебор всевозможных вариантов в пределах $\alpha, \beta \leq n(n = 1, 2, 3...)$, можно получить множество состояний и сформировать конечномерный базис, позволяющий разложить произвольный вектор непрерывных массовых сил в ряд Фурье по его элементам при увеличении числа n до бесконечности.

После построения базиса состояний проводится его ортонормирование, в котором перекрестные скалярные произведения вычисляются по формуле:

$$(\mathbf{X}^{(i)}, \mathbf{X}^{(j)}) = \int_V \mathbf{X}^{(i)} \cdot \mathbf{X}^{(j)} dV. \tag{2}$$

Окончательное решение есть ряд Фурье:

$$\mathbf{X} = \sum_{k=1}^\infty c_k \mathbf{X}^{(k)}; c_k = (\mathbf{X}, \mathbf{X}^{(k)}), \tag{3}$$

где $X = \{R, Q, Z\}$ – заданные массовые силы.

Решение задачи

Рассматривается трансверсально-изотропный круговой цилиндр из алевролита [4]. Упругие константы материала: $E_z = 6,21$; $E_r = 5,68$; $G_r = 2,29$; $G_z = 2,55$; $\nu_z = 0,22$; $\nu_r = 0,24$. Область тела заключена: $V = \{(z, r) | 0 \leq r \leq 1, -1 \leq z \leq 1\}$. Заданная массовая сила имеет вид: $\mathbf{X} = \{r^3 z^2 (\sin\theta + \cos\theta), 0, 0\}$.

В решении использовался базис состояний из 70 элементов. Ненулевые коэффициенты

Фурье: $c_1 = -1,3368$; $c_8 = -1,1957$; $c_{13} = -1,8712$; $c_{14} = 0,4678$; $c_{32} = -1,6736$; $c_{33} = 0,4184$; $c_{38} = -0,2684$; $c_{39} = 0,0671$; $c_{69} = -0,24$; $c_{70} = 0,06$. В результате решения для R и Q получены приближенные решения, для Z – строгое ($Z_0 = 0$).

Решение формируется соотношениями (3). Оценка точности осуществляется сопоставлением заданных массовых сил с восстановленными в результате решения. Искомое внутреннее состояние ξ_0 имеет вид:

$$\begin{aligned} u_0 &= (31,123z^4 - 1369,44r^2z^4 - 1971,16r^4z^4 + 165,557z^6 + 1390,77r^2z^6 - 74,417z^8) \times \\ &\quad \times (\cos \theta + \sin \theta) \times 10^{-5}; \\ v_0 &= (31,123z^4 - 124,494r^2z^4 + 103,745r^4z^4 + 165,557z^6 + 264,805r^2z^6 - 74,417z^8) \times \\ &\quad \times (\cos \theta - \sin \theta) \times 10^{-5}; \\ w_0 &= (500,016rz^5 + 1250,04r^3z^5 - 436,69rz^7) \times \\ &\quad \times (\cos \theta + \sin \theta) \times 10^{-5}; \\ R_0 &= (-952,381z^2 + 4190,8r^2z^2 + 60317,5r^4z^2) \times \\ &\quad \times (\cos \theta + \sin \theta) \times 10^{-5}; \\ Q_0 &= (-952,381z^2 + 3809,5r^2z^2 - 3174,6r^4z^2) \times \\ &\quad \times (\cos \theta - \sin \theta) \times 10^{-5}. \end{aligned}$$

Полученные компоненты удовлетворяют всем соотношениям теории упругости для трансверсально-изотропной среды.

Заключение

В работе решение задачи теории упругости от действия массовых сил строится следующим образом. Задается зависимость вектора перемещения плоского вспомогательного состояния от координат $y^\alpha z^\beta$ и на его основе определяется вектор перемещения пространственного состояния, зависящего от координат r, θ, z . Для такого вектора по соотношению Коши определяется тензор деформаций, из закона Гука – тензор напряжений, а из уравнения равновесия – массовые силы. Этим строится строгое частное решение задачи, соответствующее заданной в каждой точке тела функции перемещения. Перебирая $\alpha + \beta \leq n(n = 1, 2, 3...)$, строим множество строгих частных решений задачи линейной теории упругости: векторы перемещения u_k , тензоры деформаций a_k , тензоры напряжений σ_k , векторы массовых сил X_k . Оставляя среди этих решений только линейно независимые и осуществляя их ортогонализацию в соответствии с соотношением (2), получаем базис, по которому соответствующие векторы или тензоры разлагаются в ряды с одинаковыми коэффициентами (3). Поэтому изложенный подход позволяет сразу строить решение задачи с заданными массовыми силами.

Таким образом, в работе сформулирован подход решения задачи от действия массовых сил, заданных по циклическому закону. Компоненты упругого поля носят неосесимметричный циклический характер.

Список литературы

1. Александров, А.Я. Пространственные задачи теории упругости (применение методов теории функций комплексного переменного) / А.Я. Александров, Ю.И. Соловьев. – М. : Наука, 1978. – 464 с.
2. Иванычев, Д.А. Определение упругих полей в трансверсально-изотропных телах вращения, вызванных действием объемных сил / Д.А. Иванычев // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2022. – № 77. – С. 86–100.
3. Иванычев, Д.А. Подход к решению неосесимметричных задач статики для трансверсально-изотропных тел вращения / Д.А. Иванычев, Е.Ю. Левина // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 9(99). – С. 75–78.
4. Лехницкий, С.Г. Теория упругости анизотропного тела. 2-е изд. / С.Г. Лехницкий. – М. : Наука, 1977. – 416 с.

References

1. Aleksandrov, A.YA. Prostranstvennyye zadachi teorii uprugosti (primneniye metodov teorii funktsiy kompleksnogo peremennogo) / A.YA. Aleksandrov, YU.I. Solov'yev. – M. : Nauka,

1978. – 464 с.

2. Ivanychev, D.A. Opredeleniye uprugikh poley v transversal'no-izotropnykh telakh vrashcheniya, vyzvannykh deystviyem ob»yemnykh sil / D.A. Ivanychev // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Matematika i mekhanika. – 2022. – № 77. – S. 86–100.

3. Ivanychev, D.A. Podkhod k resheniyu neosesimmetrichnykh zadach statiki dlya transversal'no-izotropnykh tel vrashcheniya / D.A. Ivanychev, Ye.YU. Levina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 9(99). – S. 75–78.

4. Lekhnitskiy, S.G. Teoriya uprugosti anizotropnogo tela. 2-ye izd. / S.G. Lekhnitskiy. – M. : Nauka, 1977. – 416 s.

© Д.А. Иванычев, Е.Ю. Левина, А.Ю. Подболотов, Е.А. Малявин, 2022

УДК 338.984

П.Л. АРТАМОНОВА¹, Е.Л. КУЗИНА¹, М.А. ВАСИЛЕНКО², В.В. ПАНКОВА¹¹ ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», г. Москва;² ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону

ВЛИЯНИЕ ПРАВОВЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРИДОРОВ

Ключевые слова: Конвенция о международных перевозках по железной дороге (КОТИФ); международный транспортный коридор (МТК); правовые ограничения; Соглашение о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС); транспортный коридор.

Аннотация. Частью внешнего транспортного рынка являются международные транспортные коридоры, при этом их эффективность должна учитывать эффективность внешне-экономического товарообмена, обеспечиваемого транспортом. В статье производится задача комплексной оценки воздействия ограничений правового и эксплуатационного характера на эффективность функционирования транснациональных коридоров. Проведен сравнительный анализ организационно-логических характеристик транспортных коридоров в условиях существующих ограничений.

В настоящее время на территории стран, формирующих евроазиатскую логистическую систему, применяются две самостоятельные системы регулирования транспортной деятельности, осуществляемой на основе железнодорожного транспорта (рис. 1).

Из анализа (рис. 1) видно, что некоторые государства являются участниками одновременно двух конвенций, так как оба норматива не исключают присутствие своих участников и их национальных железных дорог в других международных соглашениях [4].

Присутствие в евроазиатском транспортном пространстве двух правовых норм порождает некоторые проблемы в реализации международных перевозок между участниками СМГС и КОТИФ, то есть между Россией и Европой.

Несмотря на спад в экономике России и затянувшееся неустойчивое положение валютного курса относительно рубля, динамику загрузки железных дорог, в соответствии с предоставленными данными Главного вычислительного центра (ГВЦ) ОАО «РЖД», можно считать оптимистичной (табл. 1): по сравнению с 2017 г. общий объем перевозок в 2019 г. вырос на 13 %, а по сравнению с 2012 г. – почти на 15 %, международный – на 30 % и 43 % соответственно (рис. 2) [2].

Соответственно, уже сейчас с учетом увеличения входящего и исходящего потоков железнодорожного транспорта, в том числе транзитного, для России важное значение имеют правовые ограничения, так как они могут стать сдерживающим фактором, который препятствует увеличению грузопотока между территориями РФ и Европейским союзом (ЕС).

Ниже представлен анализ проблем, связанных с двумя системами права СМГС и КОТИФ и влиянием их на взаимодействие участников, осуществляющих международные транспортные перевозки, либо являющихся странами транзита.

1. Оформление международных грузовых перевозок между двумя правовыми системами может быть реализовано двумя способами: с использованием возможности переоформления перевозочных документов на пограничных станциях или через создание единого документа, который будет признан и СМГС, и КОТИФ [1]. В настоящее время чаще используется первый способ, но для переоформления необходимо соблюдение ряда условий, это приводит к материальным затратам в виде пошлины за процедуру, не говоря уже о простое груза на пограничном пункте на время переоформления.

2. СМГС имеет ряд ограничений для от-

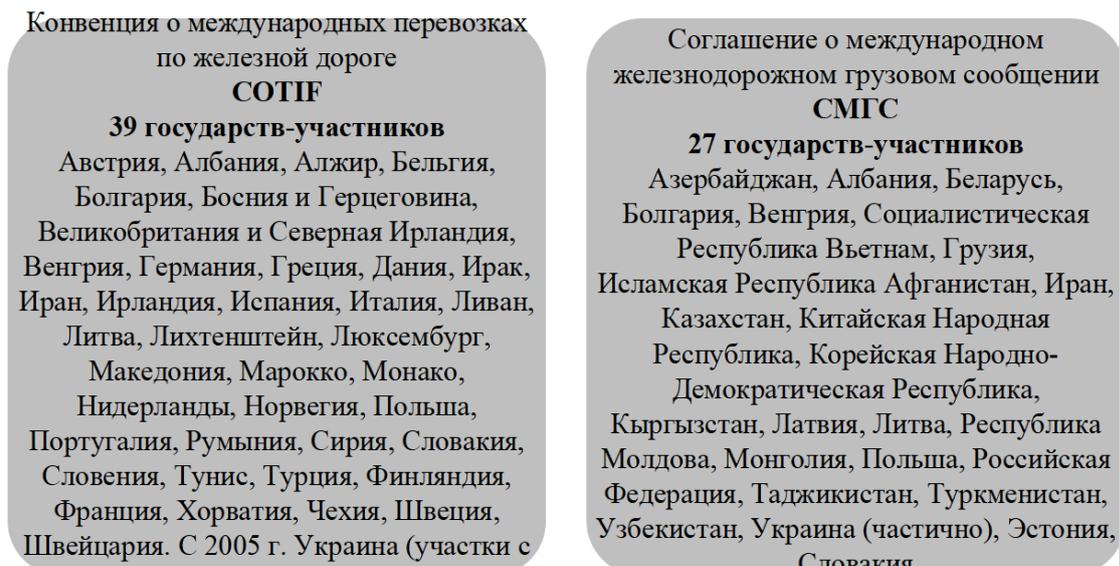


Рис. 1. Страны-участники правовой системы COTIF, регламентирующей грузоперевозки железнодорожным транспортом, а также страны-участники правовой системы СМГС, регламентирующей грузоперевозки железнодорожным транспортом

Таблица 1. Динамика перевозочной работы за период 2019–2021 гг.

Вид сообщения	Объемы перевозок грузов по инфраструктуре железнодорожного транспорта общего пользования, млн тонн			Грузооборот нетто по инфраструктуре железнодорожного транспорта общего пользования, млн т-км		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Всего, в том числе:	1 384,1	1 424,2	1 481,4	2 491,9	2 594,9	2 702,7
Во внутригосударственном сообщении	815,4	833,3	864,2	999,7	1 021,6	1 059,5
Международные (без транзита)	547,0	567,5	590,4	1 433,8	1 512,0	1 573,1
В международном сообщении через российские порты (кроме транзита)	302,0	317,1	329,9	985,1	1 044,7	1 086,9
В международном сообщении через пограничные передаточные станции Российской Федерации (кроме транзита)	245,0	250,4	260,5	448,7	467,3	486,2
Транзит	21,7	23,5	26,8	58,3	61,4	70,1

правителя по сравнению с КОТИФ. Например, первым запрещена отправка грузов по наложенным платежам.

3. В КОТИФ не предусмотрено различие в скоростях перевозки грузов. Принято считать, что все грузы перевозятся с одинаковой скоростью, а время на таможенное оформление не превышает 12 часов [3].

4. Немаловажную роль играет позиция железнодорожных администраций государств. В отличие от СМГС, участники КОТИФ не могут договариваться об осуществлении перевозок через определенные пограничные станции и страны транзита без уведомления Центрального бюро *ОТИФ* и соответствующей публикации в международных тарифах.



Рис. 2. Объемы перевозок грузов по инфраструктуре железнодорожного транспорта общего пользования, млн тонн

Таблица 2. Сравнительный анализ организационно-логических характеристик транспортных коридоров в условиях существующих правовых ограничений

Существующее правовое ограничение	Увеличение времени простоя на пограничном пункте	Увеличение издержек	Увеличение времени в пути грузового отправления	Увеличение времени коммуникации обеих сторон между собой
Переоформление перевозочных документов	Затрата времени на переоформление	Взимание пошлины за переоформление	Путем влияния простоя на перегоне на общую продолжительность пути	
Запрет на отправку груза наложенным платежом				Путем принуждения обеих сторон к совершению дополнительной транзакции
Отсутствие в КОТИФ возможности объективно оценить время перемещения груза (расчет по нормативу)	С учетом прочих ограничений время на перегоне превышает регламентированный по нормативу срок	За счет увеличения времени простоя и времени нахождения в пути	Время в пути превышает регламентированный по нормативу срок, особенно при отправке груза через участок МТК, расположенный в ЕС	
Отсутствие в КОТИФ возможности в двустороннем порядке регулировать маршрут без уведомления третьих лиц				За счет отсутствия возможности определения маршрута «на берегу» посредством договора на перемещение груза
Ограничения технических регламентов, которые интегрированы в правовые системы, регулирующие деятельность трансграничных коридоров	За счет формирования дополнительных составов и смены железнодорожной колеи	Путем влияния общего времени в пути на экономическую эффективность	Путем влияния простоя на перегоне на общую продолжительность пути	

Таким образом, очевидны проблемы, связанные с присутствием двух правовых систем и их влиянием на организацию деятельности международных транспортных коридоров и их эффективность, а также на стоимость перевозочной работы [1]. Результаты анализа в инте-

грированной форме приведены в табл. 2.

Подводя итог, можно сказать, что эффективность международных транспортных коридоров ниже потенциально возможной. КОТИФ не совершенен из-за большего количества ограничений по сравнению с СМГС. В то же

время СМГС не способен обеспечить достаточного уровня защищенности своих участников [5].

Как следует из приведенных иллюстраций, необходимо минимизировать правовые ограничения в обеих нормативных системах. Переход стран в какую-либо систему сложен, Россия не готова присоединиться в КОТИФ в том числе потому, что российские железные дороги не граничат со странами, которые применяют только эту систему. Изменение международных норм повлечет за собой изменение вну-

тренних норм и правил, и, следовательно, это усложнит железнодорожное сообщение по МТК со странами СНГ, которые являются членами СМГС.

Таким образом, учитывая системный характер правовых ограничений и влияния их на внутреннюю и внешнюю среду национального транспорта (и национального хозяйства в целом), необходимо проводить изменения с учетом особенностей краткосрочного периода, стратегии развития и реализации планируемого уровня устойчивости развития.

Список литературы

1. Гончаренко, Е.С. К вопросу эффективности международных транспортных коридоров в современных условиях / Е.С. Гончаренко // Вестник университета. – 2015. – № 1. – С. 83–87.
2. Семенов, Д.В. Международные транспортные коридоры как институт международного транспортного права / Д.В. Семенов // История, теория, практика российского права. – 2013. – № 9. – С. 233–242.
3. Рахимов, А.Р. Международный транспортный коридор «Европа – Западный Китай», как основа развития транспортной системы страны / А.Р. Рахимов // Вестник экономики, права и социологии. – 2019. – Т. 2. – № 3. – С. 139–143.
4. Россия и экономическая интеграция Евразийского континента // Аналитический доклад. Байкальский экономический форум 2019 г. – Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2019. – С. 63–65.

References

1. Goncharenko, Ye.S. K voprosu effektivnosti mezhdunarodnykh transportnykh koridorov v sovremennykh usloviyakh / Ye.S. Goncharenko // Vestnik universiteta. – 2015. – № 1. – S. 83–87.
2. Semenov, D.V. Mezhdunarodnyye transportnyye koridory kak institut mezhdunarodnogo transportnogo prava / D.V. Semenov // Istoriya, teoriya, praktika rossiyskogo prava. – 2013. – № 9. – S. 233–242.
3. Rakhimov, A.R. Mezhdunarodnyy transportnyy koridor «Yevropa – Zapadnyy Kitay», kak osnova razvitiya transportnoy sistemy strany / A.R. Rakhimov // Vestnik ekonomiki, prava i sotsiologii. – 2019. – T. 2. – № 3. – S. 139–143.
4. Rossiya i ekonomicheskaya integratsiya Yevroaziatskogo kontinenta // Analiticheskiy doklad. Baykal'skiy ekonomicheskii forum 2019 g. – Novosibirsk : IEOPP SO RAN, 2019. – S. 63–65.

УДК 658.5.011

В.С. БОЛДЫРЕВ

*ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва;
ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», г. Москва;
НПО «Лакокраспокрытие», г. Хотьково*

ВЫБОР АДЕКВАТНЫХ АЛГОРИТМОВ ОПТИМИЗАЦИИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ИНЖИНИРИНГЕ МНОГОАССОРТИМЕНТНЫХ МАЛОТОННАЖНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ СРЕДСТВАМИ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

Ключевые слова: лакокрасочные материалы; малотоннажная химия; оптимизация; организация производства; пэйнт-технологии; экспертные системы.

Аннотация. В статье представлена методика применения идеологии экспертных систем, которая позволяет проектантам и организаторам производства автоматизировать процесс инжиниринга, существенно сократив пространство поиска структурных типов химико-технологических систем, их оптимизирующих структурно-функциональных моделей и алгоритмов структурной и параметрической оптимизации. Приведена и описана стратегия организации производства многоассортиментного производства лакокрасочных материалов.

В работе [1] описаны структура и функции интегрированной экспертной системы для проектирования многоассортиментных лакокрасочных производств. К функциям, выполняемым информационно-логической подсистемой экспертной системы, относятся, в частности, формирование оптимизирующих структурно-функциональных моделей технологических систем и автоматизированный выбор эффективных алгоритмов их структурной и параметрической оптимизации [2].

Схема организации многоассортиментных

производств лакокрасочных материалов (ЛКМ) приведена на рис. 1. Применение экспертных систем при проектировании и дальнейшем инжиниринге лакокрасочного производства позволяет существенно сократить пространство поиска структурных типов химико-технологических систем (ХТС), их оптимизирующих структурно-функциональных моделей и алгоритмов структурной и параметрической оптимизации [3].

Частые изменения ассортимента лакокрасочной продукции являются причиной неопределенности информации. Наряду с этим наиболее существенное влияние на вид модели ХТС оказывают тип их структуры, временной режим работы технологических аппаратов, наличие и характер неопределенности входных параметров и параметров состояния системы [4].

В лакокрасочной промышленности применяются ХТС с последовательной, последовательно-параллельной и параллельно-последовательной структурами.

Технологические аппараты работают в периодическом и полупериодическом режимах. Автономные технологические операции, полностью реализуемые в единственном аппарате, образуют его технологический цикл.

Тип аппаратурной структуры ХТС – это сложный признак, определяемый способом взаимодействия технологических аппаратов и числом входов и выходов.

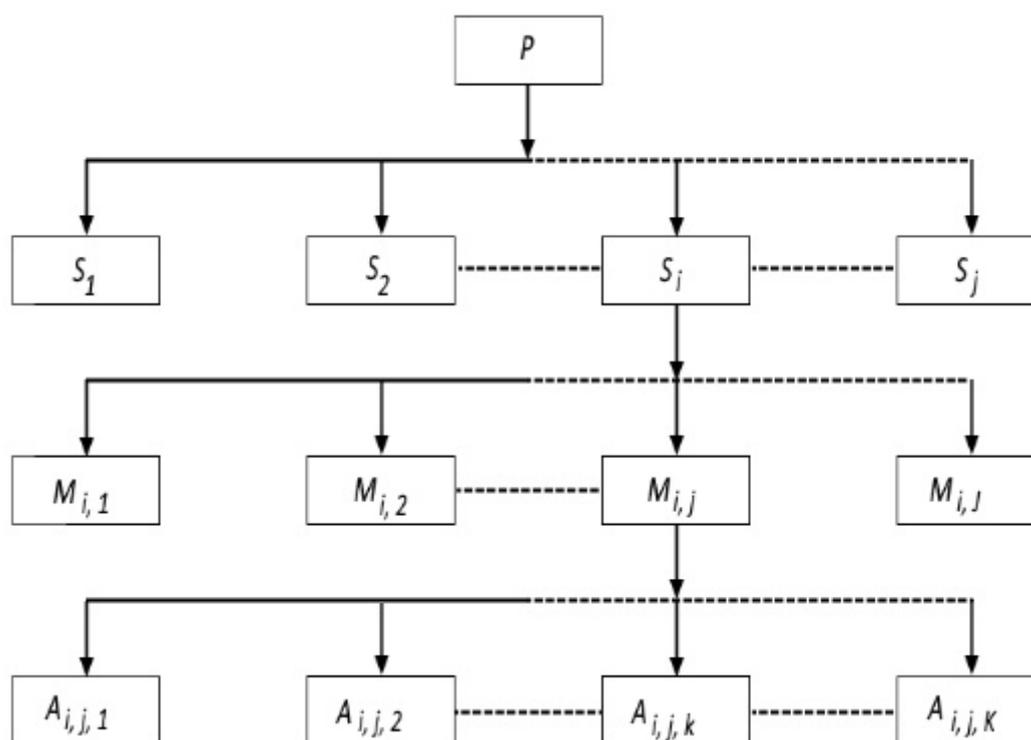


Рис. 1. Стратегия организации многоассортиментных производств ЛКМ (где P – ассортимент продукции проектируемого производства; S_i ($i = 1, J$) – структурный тип химико-технологической системы; M_{ij} ($i = 1, I; j = 1, J$) – класс моделей химико-технологических систем; $A_{i,j,k}$ ($i = 1, I; j = 1, J; k = 1, K$) – алгоритмы оптимизации химико-технологической системы)

На структуру математической модели существенно влияет вид материальных взаимодействий технологических аппаратов, классифицируемых по количеству групп взаимодействующих аппаратов, количеству аппаратов в каждой группе, временному режиму работы.

Способ взаимодействия аппаратов, в свою очередь, зависит от временного режима их работы, а для аппаратов периодического действия – от отношения продолжительности их технологических циклов. При инжиниринге ХТС стремятся оптимально согласовать временные режимы работы аппаратов периодического действия, исключив или хотя бы сократив время их простоя, что достигается установкой нескольких одинаковых параллельных аппаратов, работающих с равномерным смещением моментов начала технологических циклов или применением вспомогательных демпфирующих емкостей-накопителей.

В соответствии с вышеизложенным, взаимодействия технологических аппаратов можно

классифицировать:

- по способу их связи – непосредственно или через демпфирующую емкость;
- по количеству подающих и принимающих аппаратов во взаимодействующей группе;
- временному режиму работы – периодически или непрерывно.

По числу входов и выходов технологических аппаратов можно выделить наиболее типичные для производства ЛКМ типы аппаратурной структуры ХТС:

- последовательную с единственным входом и единственным выходом аппарата;
- последовательно-параллельную – каждая технологическая стадия оформлена аппаратурно в виде последовательного соединения блока параллельных аппаратов;
- параллельно-последовательную с общим входом нескольких параллельно работающих аппаратурных цепочек;
- произвольную.

Неопределенными могут быть как входные воздействия, так и состояние системы.

№ системы	Номера продуктов группы			Аппаратурная структура ХТС			Структурно-функциональная модель	Алгоритм оптимизации
				Режим работы аппарата	Способ взаимодействия аппарата	Структура		
1	1	2	7	Комбинированный	Через емкость	Модифицируемая	Стохастическая	Имитационная модель
2	3	6	-	Периодический	Непосредственно	Фиксированная	Нечеткая	Недоминируемых альтернатив
3	4	8	-	Комбинированный	Через емкость	,	Детерминированная	Декомпозиционно-эвристический
4	5	-	-	,	,	,	,	Прямого поиска

Рис. 2. Структура химико-технологических систем, модели и алгоритмы оптимизации

В зависимости от источника неопределенности различают стохастическую неопределенность, когда входные воздействия или параметры состояния системы есть случайные величины, и нечеткость, обусловленную неполнотой априорной информации. В первом случае количественной мерой неопределенности является вероятностная мера, во втором – возможностная. В зависимости от наличия и меры неопре-

деленности информации о входных воздействиях в технологическую систему и ее состояния различают детерминированные, стохастически неопределенные и нечеткие системы. Характер неопределенности существенно влияет на вид и структуру математической модели: модели стохастически неопределенных систем формируются на основе теории вероятностей, нечетких систем – теории нечетких множеств и тео-

рии возможности. При полной определенности входных переменных и состояния технологические системы принадлежат к классу детерминированных.

Оптимизирующие математические модели детерминированных систем приводят к задачам дискретного нелинейного программирования большой размерности. Модели стохастически неопределенных систем, формируемые на основе теории вероятностей, могут быть весьма разнообразными в зависимости от многих факторов. В частности, при случайном входном потоке порций сырья и случайной продолжительности технологических циклов системы с произвольным законом распределения находят применение стохастические имитационные модели. Нечеткость исходной информации о входах и состояниях системы в зависимости от конечной цели приводит к компромиссным или максимально нечетким моделям.

Разнообразие свойств технологических систем и адекватных им оптимизирующих структурно-функциональных моделей порождает широкий спектр возможных алгоритмов оптимизации, обобщенными интегрированными характеристиками которых можно считать их конструктивность и эффективность. Под конструктивностью вычислительного алгоритма понимают принципиальную возможность получения оптимального решения. Понятие эффективности связано с временной и емкостной вычислительной сложностью и практически характеризуется возможностью получения квази-оптимального решения при затратах реальных ресурсов электронной вычислительной машины (ЭВМ).

В частности, задача структурной и параметрической оптимизации детерминированных технологических систем производства ЛКМ представляет задачу дискретного нелинейного программирования большой размерности, единственным конструктивным алгоритмом решения которой является полученное перечисление вариантов. Очевидно, что, имея гиперэкспоненциальную сложность, этот алгоритм неэффективен, так как требует значительных затрат машинного времени.

Задачи упомянутого класса относятся к трудно решаемым [5]. Совокупность неблагоприятных свойств задачи оптимизации приводит к необходимости поиска эффективных алгоритмов оптимизации, адекватных решаемым задачам [6]. Данная функция возложена на ин-

формационно-логическую подсистему интегрированной экспертной системы. В качестве альтернативных алгоритмов, выбор которых осуществляется экспертной системой на основе доступной в базе данных информации об их свойствах, можно упомянуть, например, алгоритмы динамического программирования, случайного поиска, геометрического программирования, последовательного анализа и отсеивания вариантов, использующих идею о гипотетическом продукте, ветвей и границ [7–16].

Оптимизация аппаратурной структуры и аппаратурного состава стохастических технологических систем производства лакокрасочной продукции может быть выполнена по различным алгоритмам в зависимости от цели оптимизации. Предложены различные способы редукции исходной стохастической задачи к детерминированной задаче дискретного или частично дискретного программирования, оптимизации характеристик эффективности стохастических технологических систем на основе аналитических моделей для финальных вероятностей и методов стохастического имитационного моделирования [17; 18].

Нечеткие системы оптимизируются с помощью алгоритмов поиска недоминируемых альтернатив [19; 20].

Ниже рассмотрен пример организации многономенклатурного химического производства, ассортимент которого состоит из восьми наименований, относящихся к различным классам и получающихся в результате многостадийных технологических процессов. В ассортимент включены следующие продукты: 1 – эмаль ПФ-115; 2 – эмаль МЛ-12; 3 – лак ПФ-231; 4 – грунтовка ГФ-0119; 5 – водно-дисперсная краска ВД-АК-101; 6 – полуфабрикатный лак ПФ-060; 7 – эмаль ПФ-266; 8 – грунтовка ЭП-0228.

В базах данных содержится информация о технологических процессах, оборудовании, структурных типах технологических систем.

На основании информации, полученной из баз данных и баз знаний, формируется пространство информационных признаков для каждого анализируемого объекта: технологического оборудования, химико-технологических систем, их структурно-функциональных моделей и алгоритмов оптимизации. Далее формируются группы совместно производимых продуктов и определяются структура химико-технологических систем, модели и алгоритмы оптимизации (рис. 2).

Список литературы

1. Болдырев, В.С. Инновационное развитие малотоннажных научно-производственных предприятий лакокрасочной отрасли / В.С. Болдырев, С.В. Кузнецов, В.В. Меньшиков. – М. : Пэйнт-Медиа, 2021. – 184 с.
2. Болдырев, В.С. Применение экспертных систем для экономически эффективного проектирования наукоемких малотоннажных многоассортиментных лакокрасочных производств / В.С. Болдырев // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 9(123). – С. 48–53.
3. Мешалкин, В.П. Введение в инжиниринг энергоресурсосберегающих химико-технологических систем / В.П. Мешалкин. – Москва : Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2020. – 208 с.
4. Богомолов, Б.Б. Интеллектуальный анализ данных в химии и химической технологии : учеб. пособие : [Для подгот. студентов по специальности «информ. системы (в химии и хим. технологии)»] / Б.Б. Богомолов, А.Л. Бирюков. – М. : Рос. хим.-технол. ун-т им. Д.И. Менделеева, 2004. – 55 с.
5. Гэри, М. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи / М. Гэри, Д. Джонсон. – М. : Мир, 1982. – 416 с.
6. Успенский, В.А. Теория алгоритмов: основные открытия и приложения / В.А. Успенский, А.Л. Семенов. – М. : Наука, 1987. – 288 с.
7. Кафаров, В.В. Анализ и синтез химико-технологических систем / В.В. Кафаров, В.П. Мешалкин. – М. : Химия, 1991. – 432 с.
8. Мешалкин, В.П. Экспертные системы в химической технологии : основы теории, опыт разработ. и применения / В.П. Мешалкин. – М. : Химия, 1995. – 366 с.
9. Кафаров, В.В. Принципы математического моделирования химико-технологических систем : Введ. в системотехнику хим. производств : [Учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов] / В.В. Кафаров, В.Л. Перов, В.П. Мешалкин. – М. : Химия, 1974. – 344 с.
10. Дорохов, И.Н. Системный анализ процессов химической технологии. Интеллектуальные системы и инженерное творчество в задачах интенсификации химико-технологических процессов и производств / И.Н. Дорохов, В.В. Меньшиков. – М. : Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук «Издательство «Наука», 2005. – 582 с.
11. Организационно-технологическое моделирование химико-технологических систем / Б.Б. Богомолов, Е.Д. Быков, В.В. Меньшиков, А.М. Зубарев // Теоретические основы химической технологии. – 2017. – Т. 51. – № 2. – С. 221–229.
12. Богомолов, Б.Б. Организационно-экономическое моделирование : моделирование бизнес-процессов : учебное пособие / Б.Б. Богомолов. – М. : РХТУ, 2011. – 95 с.
13. Богомолов, Б.Б. Интеллектуальный анализ данных в химии и химической технологии : учеб. пособие : [Для подгот. студентов по специальности «информ. системы (в химии и хим. технологии)»] / Б.Б. Богомолов, А.Л. Бирюков. – М. : Рос. хим.-технол. ун-т им. Д. И. Менделеева, 2004. – 55 с.
14. Амелина, К.Е. Алгоритмизация управления организацией как способ повышения коэффициента эффективности ее деятельности / К.Е. Амелина, Б.Н. Коробец // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2015. – № 10(52). – С. 24–26.
15. Амелина, К.Е. Общий алгоритм управления научными проектами в вузах технического профиля / К.Е. Амелина, Б.Н. Коробец // Глобальный научный потенциал. – 2019. – № 12(105). – С. 252–255.
16. Ляхович, Д.Г. Планирование и управление процессами промышленного предприятия: проблемы и организационно-технические решения / Д.Г. Ляхович // Вестник Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. – 2020. – № 1(130). – С. 81–93.
17. Болдырев, В.С. Критерий пригодности оборудования и принцип гибкости технологической схемы при проектировании производственных химико-технологических систем / В.С. Болдырев // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 11(125). – С. 77–79.

18. Калашников, В.В. Математические методы построения стохастических моделей обслуживания / В.В. Калашников, С.Т. Рачев. – М. : Наука, 1988. – 310 с.
19. Оптимизация качества. Сложные продукты и процессы / Э.В. Калинина, А.Г. Лапига, В.В. Поляков [и др.]. – М. : Химия, 1989. – 255 с.
20. Болдырев, В.С. Операция поиска оптимальных решений при синтезе неоднородных наукоемких химико-технологических систем / В.С. Болдырев // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 2(128). – С. 65–69.

References

1. Boldyrev, V.S. Innovatsionnoye razvitiye malotonnazhnykh nauchno-proizvodstvennykh predpriyatiy lakokrasochnoy otrasli / V.S. Boldyrev, S.V. Kuznetsov, V.V. Men'shikov. – M. : Peynt-Media, 2021. – 184 s.
2. Boldyrev, V.S. Primeneniye ekspertnykh sistem dlya ekonomicheski effektivnogo proyektirovaniya naukoemkikh malotonnazhnykh mnogoassortimentnykh lakokrasochnykh proizvodstv / V.S. Boldyrev // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2021. – № 9(123). – S. 48–53.
3. Meshalkin, V.P. Vvedeniye v inzhiniring energoresursosberegayushchikh khimiko-tehnologicheskikh sistem / V.P. Meshalkin. – Moskva : Rossiyskiy khimiko-tehnologicheskii universitet im. D.I. Mendeleeva, 2020. – 208 s.
4. Bogomolov, B.B. Intellektual'nyy analiz dannykh v khimii i khimicheskoy tekhnologii : ucheb. posobiye : [Dlya podgot. studentov po spetsial'nosti «inform. sistemy (v khimii i khim. tekhnologii)»] / B.B. Bogomolov, A.L. Biryukov. – M. : Ros. khim.-tehnol. un-t im. D.I. Mendeleeva, 2004. – 55 s.
5. Geri, M. Vychislitel'nyye mashiny i trudnoreshayemye zadachi / M. Geri, D. Dzhonson. – M. : Mir, 1982. – 416 s.
6. Uspenskiy, V.A. Teoriya algoritmov: osnovnyye otkrytiya i prilozheniya / V.A. Uspenskiy, A.L. Semenov. – M. : Nauka, 1987. – 288 s.
7. Kafarov, V.V. Analiz i sintez khimiko-tehnologicheskikh sistem / V.V. Kafarov, V.P. Meshalkin. – M. : Khimiya, 1991. – 432 s.
8. Meshalkin, V.P. Ekspertnyye sistemy v khimicheskoy tekhnologii : osnovy teorii, opyt razrab. i primeneniya / V.P. Meshalkin. – M. : Khimiya, 1995. – 366 s.
9. Kafarov, V.V. Printsipy matematicheskogo modelirovaniya khimiko-tehnologicheskikh sistem : Vved. v sistemotekniku khim. proizvodstv : [Ucheb. posobiye dlya khim.-tehnol. spetsial'nostey vuzov] / V.V. Kafarov, V.L. Perov, V.P. Meshalkin. – M. : Khimiya, 1974. – 344 s.
10. Dorokhov, I.N. Sistemnyy analiz protsessov khimicheskoy tekhnologii. Intellektual'nyye sistemy i inzhenernoye tvorchestvo v zadachakh intensivatsii khimiko-tehnologicheskikh protsessov i proizvodstv / I.N. Dorokhov, V.V. Men'shikov. – M. : Akademicheskii nauchno-izdatel'skiy, proizvodstvenno-poligraficheskii i knigorasprostranitel'skiy tsentr Rossiyskoy akademii nauk «Izdatel'stvo «Nauka», 2005. – 582 s.
11. Organizatsionno-tehnologicheskoye modelirovaniye khimiko-tehnologicheskikh sistem / B.B. Bogomolov, Ye.D. Bykov, V.V. Men'shikov, A.M. Zubarev // Teoreticheskiye osnovy khimicheskoy tekhnologii. – 2017. – T. 51. – № 2. – S. 221–229.
12. Bogomolov, B.B. Organizatsionno-ekonomicheskoye modelirovaniye : modelirovaniye biznes-protsessov : uchebnoye posobiye / B.B. Bogomolov. – M. : RKHTU, 2011. – 95 s.
13. Bogomolov, B.B. Intellektual'nyy analiz dannykh v khimii i khimicheskoy tekhnologii : ucheb. posobiye : [Dlya podgot. studentov po spetsial'nosti «inform. sistemy (v khimii i khim. tekhnologii)»] / B.B. Bogomolov, A.L. Biryukov. – M. : Ros. khim.-tehnol. un-t im. D. I. Mendeleeva, 2004. – 55 s.
14. Amelina, K.Ye. Algoritmizatsiya upravleniya organizatsiyey kak sposob povysheniya koeffitsiyenta effektivnosti yeye deyatel'nosti / K.Ye. Amelina, B.N. Korobets // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2015. – № 10(52). – S. 24–26.
15. Amelina, K.Ye. Obshechiy algoritm upravleniya nauchnymi proyektami v vuzakh tekhnicheskogo profilya / K.Ye. Amelina, B.N. Korobets // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2019. – № 12(105). – S. 252–255.

16. Lyakhovich, D.G. Planirovaniye i upravleniye protsessami promyshlennogo predpriyatiya: problemy i organizatsionno-tekhnicheskiye resheniya / D.G. Lyakhovich // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni N.E. Baumana. Seriya Mashinostroyeniye. – 2020. – № 1(130). – S. 81–93.

17. Boldyrev, V.S. Kriteriy prigodnosti oborudovaniya i printsip gibkosti tekhnologicheskoy skhemy pri proyektirovanii proizvodstvennykh khimiko-tekhnologicheskikh sistem / V.S. Boldyrev // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2021. – № 11(125). – S. 77–79.

18. Kalashnikov, V.V. Matematicheskiye metody postroyeniya stokhasticheskikh modeley obsluzhivaniya / V.V. Kalashnikov, S.T. Rachev. – M. : Nauka, 1988. – 310 s.

19. Optimizatsiya kachestva. Slozhnyye produkty i protsessy / E.V. Kalinina, A.G. Lapiga, V.V. Polyakov [i dr.]. – M. : Khimiya, 1989. – 255 s.

20. Boldyrev, V.S. Operatsiya poiska optimal'nykh resheniy pri sinteze neodnorodnykh naukoymkikh khimiko-tekhnologicheskikh sistem / V.S. Boldyrev // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 2(128). – S. 65–69.

© В.С. Болдырев, 2022

УДК 658.56

*Н.О. ВАСЕЦКАЯ**ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого», г. Санкт-Петербург*

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Ключевые слова: документооборот; качество; система менеджмента качества; стандартизация; университет; управление документацией.

Аннотация. Управление документацией в системе менеджмента качества в техническом вузе является важнейшим процессом, обеспечивающим корректный учет и внедрение государственных стандартов, в том числе стандартов на оборонную продукцию. Целью статьи является анализ процесса документирования системы стандартизации вуза в соответствии с требованиями международных стандартов ИСО 9001 и дополнительных требований ГОСТ РВ 0015-002. Гипотеза исследования строится на предположении о том, что эффективная система управления документацией позволит вузу получить определенные преимущества в повышении конкурентоспособности в различных областях деятельности. Применяемые методы: системный анализ, синтез, аналогия, обобщение, классификация. В статье рассмотрен порядок управления документами вуза, разработан алгоритм управления документацией по стандартизации в соответствии с необходимыми требованиями.

Для формирования производственной среды, необходимой для эффективного функционирования ее процессов и достижения требований, предъявляемых к качеству выпускаемой продукции и оказанных услуг, в каждой организации создание системы менеджмента качества (СМК) является одним из необходимых требований [1; 2]. В нынешних реалиях, когда развитие общества напрямую зависит от модернизации сферы науки и образования, а вуз является

поставщиком не только кадров для промышленного сектора экономики, но и производителем научно-технических результатов, в том числе и для оборонно-промышленного комплекса страны, процесс внедрения СМК в деятельность вуза является первоочередным и необходимым.

Анализ научных публикаций по данной тематике показал, что проблематика управления документацией в СМК освещена недостаточно широко, исследований по изучению данного вопроса, в частности в разрезе реализации СМК в вузах, крайне мало. Из значимых исследований необходимо отметить научные достижения в данной области таких отечественных ученых, как В.Я. Белобрагин, А.В. Гличев, А.В. Зажигалкин, Н.И. Федосов, Н.А. Королева, М.Б. Плущевский, Г.П. Бунин и др. Однако вопросы внедрения документации СМК в учебных заведениях, деятельностью которых является не только образовательный процесс, но и научно-исследовательская работа, освещены недостаточно [3; 4].

В связи с этим возникшая исследовательская проблема, связанная с отсутствием практических рекомендаций по управлению документацией в вузах, в частности технических и осуществляющих выполнение государственных контрактов по заказам предприятий оборонно-промышленного комплекса, является достаточно актуальной и востребованной для исследования.

Документация СМК, в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001 [5] и дополнительными требованиями ГОСТ РВ 0015-002 [6], может быть представлена комплектами внешних и внутренних документов, необходимых для обеспечения эффективности СМК. К внешним можно отнести те документы, которые закладывают «фундамент» вуза,

Таблица 1. Структура документации СМК

№ п/п	Наименование документа
Первый уровень	
1	Нормативно-правовые документы (внутренние и внешние)
2	Стандарты организации
3	Политика в области качества
4	Цели в области качества
Второй уровень	
1	Планово-договорная документация
2	Проектная и конструкторская документация (в том числе предоставляемая заказчиком)
3	Организационно-распорядительные документы, должностные инструкции работников, положения
4	Документы СМК
Третий уровень	
1	Записи СМК

формируют «нулевой цикл» в структуре документации. Данный уровень документации не разрабатывается вузом, но управляется им. Он включает в себя нормативную (законы, постановления, стандарты, нормы), справочно-информационную и другую документацию.

Внутренние документы – это документы, разрабатываемые вузом и используемые им. Это документы служебного делопроизводства, организационные документы (положения, приказ, должностные инструкции), локальные правовые акты, записи. Основанием для разработки внутренней документации являются планы организации (годовые и/или текущие), а также изменения в документации первого уровня и внешних документов по стандартизации оборонной продукции.

Всю документацию можно структурировать и представить следующим образом (табл. 1).

Документация первого уровня задает ориентиры развития вуза в области качества (определяет политику и цели в области качества) и включает в себя внутренние и внешние нормативно-правовые документы, миссию, стратегические цели, приоритеты и т.д.

Документация второго уровня описывает и регламентирует процессы вуза и деятельность подразделений, необходимую для внедрения СМК. Она включает в себя должностные инструкции, приказ о внедрении ГОСТ Р ИСО

9001, лицензии и сертификаты на осуществляемые виды деятельности, документы об образовании и повышении квалификации работников, а также документы СМК (организационная структура СМК, план работ по стандартизации, общий перечень документированной информации СМК, перечень стандартов по оборонным услугам и продукции, внедренным в организации и др.).

Документация третьего уровня включает документы, содержащие достигнутые результаты или свидетельства осуществленной деятельности, необходимые для гарантии эффективной работы и управления процессами. К ней относятся записи СМК, а именно журнал передачи стандартов организации, журнал учета и анализа корректирующих действий, записи по результатам обучающих семинаров (в том числе по научно-исследовательской деятельности, передаче опыта и т.д.), план улучшения СМК и др. Записи выполняются по формам в соответствии с стандартом СМК. Допускается выполнение записей в произвольной форме, если это не противоречит документам СМК и требованиям ГОСТ РВ 0015–002. Формы записей должны отвечать требованиям унификации и стандартизации; единообразия и исключения дублирования информации; единства классификации, условных обозначений и правил оформления. Основным требованием к записям является обеспече-

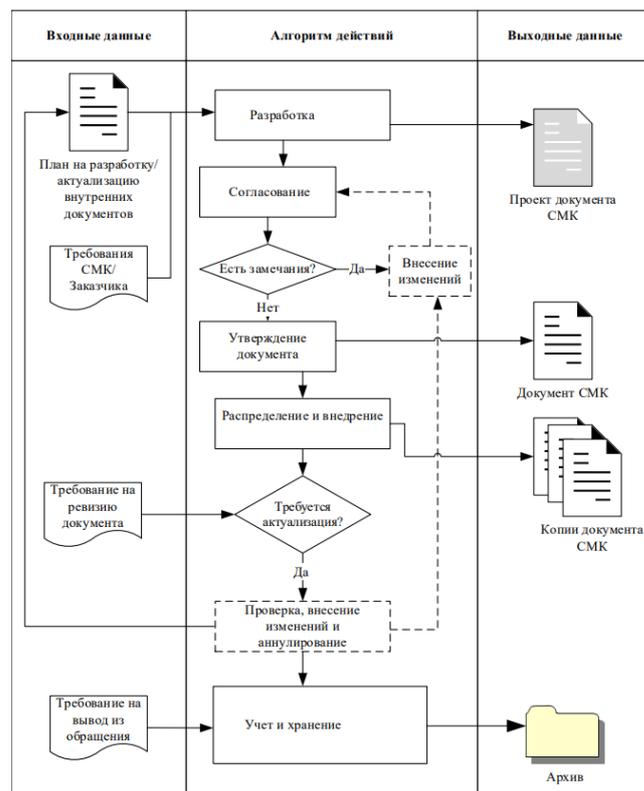


Рис. 1. Алгоритм управления документацией

ние их сохранности в первоначальном виде и их доступность для систематизации, обработки и последующего анализа.

Документы, необходимые для описания специфики процессов, процедур и разграничения ответственности работников разрабатываются в структурных подразделениях. Для своевременного управления документацией (включая записи) в структурных подразделениях назначаются уполномоченные должностные лица. Документация СМК обеспечивает возможность оценки реального состояния и динамики качества предоставляемых услуг, причин несоответствия работ заданным требованиям на всех стадиях и этапах жизненного цикла данных работ (согласно ГОСТ Р 51901.12).

Целью управления документацией СМК является организация работ по разработке, актуализации, идентификации, распространения, сохранения и защиты документации СМК в объеме и состоянии, достаточном для эффективной работы процессов СМК и их взаимодействия в соответствии с установленным порядком действия процедуры (рис. 1).

После разработки документации СМК она

распределяется между структурными подразделениями вуза с целью выполнения их непосредственных трудовых функций. Порядок распределения документации всех уровней определяется каждым вузом самостоятельно. Также необходимо отметить, что в случае использования данной документации при выполнении контрактов в рамках гособоронзаказа ее необходимо согласовывать с военным представительством.

По истечении установленных сроков хранения, отмены или замены документ СМК изымается из обращения с целью исключения возможности использования в процессах СМК отмененной документации. При этом в журнале учета документов делается соответствующая отметка. Способ изъятия из обращения (подшивание в общую папку/уничтожение/прочее) определяет подразделение, в котором хранился документ.

Таким образом, предлагаемый порядок управления документацией вуза, оптимизация алгоритма управления в соответствии с необходимыми требованиями, создание рациональных форм документов и определение маршрутов

их движения в СМК позволит руководителям вузов, для которых внедрение СМК является первоочередной задачей, повышать качество оказываемых образовательных услуг и научно-технической продукции, создаваемой в рамках выполнения договоров по заказам предприятий реального сектора экономики и оборонно-промышленного комплекса.

Список литературы

1. Основные аспекты разработки методики мониторинга процессов СМК вуза / А.А. Хомутова, Е.Г. Спиридонова // Стандарты и качество. – 2012. – № 8. – С. 64–67.
2. Бабенко, Е.И. Система менеджмента качества в вузе / Е.И. Бабенко // Методы менеджмента качества, 2009. – № 7.
3. Зажигалкин, А.В. Международные, национальные и региональные стандарты обеспечивают прогресс / А.В. Зажигалкин // Век качества. – 2013. – № 4. – С. 12–15.
4. Белобрагин, В.Я. Основы стандартизации / В.Я. Белобрагин, А.В. Зажигалкин, Т.И. Зворыкина. – М. : РИА «Стандарты и качество», 2015. – 464 с.
5. ГОСТ Р ИСО 9001. Системы менеджмента качества.
6. ГОСТ РВ 15.002 Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Система менеджмента качества.

References

1. Osnovnyye aspekty razrabotki metodiki monitoringa protsessov SMK vuza / A.A. Khomutova, Ye.G. Spiridonova // Standarty i kachestvo. – 2012. – № 8. – S. 64–67.
2. Babenko, Ye.I. Sistema menedzhmenta kachestva v vuze / Ye.I. Babenko // Metody menedzhmenta kachestva, 2009. – № 7.
3. Zazhigalkin, A.V. Mezhdunarodnyye, natsional'nyye i regional'nyye standarty obespechivayut progress / A.V. Zazhigalkin // Vek kachestva. – 2013. – № 4. – S. 12–15.
4. Belobragin, V.YA. Osnovy standartizatsii / V.YA. Belobragin, A.V. Zazhigalkin, T.I. Zvorykina. – M. : RIA «Standarty i kachestvo», 2015. – 464 s.
5. GOST R ISO 9001. Sistemy menedzhmenta kachestva.
6. GOST RV 15.002 Sistema razrabotki i postanovki produktsii na proizvodstvo. Voyennaya tekhnika. Sistema menedzhmenta kachestva.

© Н.О. Васецкая, 2022

УДК 53.083.62

И.А. ВИННИКОВ

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ

Ключевые слова: аналоговые микросхемы; методы измерения; микросхемы интегральные; микроэлектроника; операционные усилители; электрические параметры.

Аннотация. Цель статьи – изучение вопросов стандартизации методов электрических параметров интегральных аналоговых микросхем, а именно операционных усилителей (ОУ), получивших широкое применение в аппаратуре как широкого, так и специального назначения. Для достижения поставленной цели исследованы основные стандартные подходы оценки точностных электрических параметров ОУ. Гипотеза исследования: возможность использования импульсных методов измерения с помощью прецизионного быстродействующего аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Научные методы, использованные в данной статье: анализ, обобщение, экспериментальные исследования и синтез. Основным результатом является предложение использовать импульсные методы измерения с использованием прецизионного АЦП. Результаты исследований экспериментальных образцов показали, что импульсные методы вполне применимы для измерений точностных электрических параметров ОУ. Поэтому необходимо переработать действующие стандарты в нормативные документы по ОУ и включить в них современные методы измерения.

При прецизионной обработке электрического сигнала в аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователях, измерителях амплитуды тока и напряжения, вольтметрах, и т.д. требуется ОУ. Последний должен обеспечивать постоянный коэффициент усиления, высокую стабильность характеристик при воздействии на него множества дестабилизирующих фак-

торов, таких как колебания тока стабилизации, изменение напряжения питания, температура окружающей среды, электромагнитные поля, долговременные изменения электрофизических свойств материала, из которого изготовлен ОУ.

Поэтому стандартизация методов контроля ОУ является важной научно-технической задачей.

В настоящее время действующие национальные стандарты, регламентирующие требования, предъявляемые к ОУ находятся в неизменном состоянии с 80-х гг. XX века. Для разработки программ и методик испытания прецизионных источников опорного напряжения (ИОН) приходится использовать совместно методики, отраженные в документе [1], а также в ряде ГОСТ, описывающих методы измерения параметров ОУ, например, в документе [2] и др.

Одним из основных параметров, влияющих на выбор конкретного ОУ, является значение времени установления выходного напряжения. Метод измерения значения данного параметра описан в документе [2].

Электрическая структурная схема измерительной установки приведена на рис. 1.

Требования к элементам схемы:

- источники питания должны выдавать стабильное напряжение с погрешностью в $\pm 0,1\%$;
- погрешность измерителей постоянного напряжения должна быть в пределах $\pm 0,001\%$;
- требования к остальным элементам в соответствии с требованиями [2].

Измерения проводились на десяти ОУ К140УД1А в соответствии с документом [2] первым способом, описанным в приложении 1 [2], были получены данные, приведенные в табл. 1.

Полученные данные не противоречат дан-

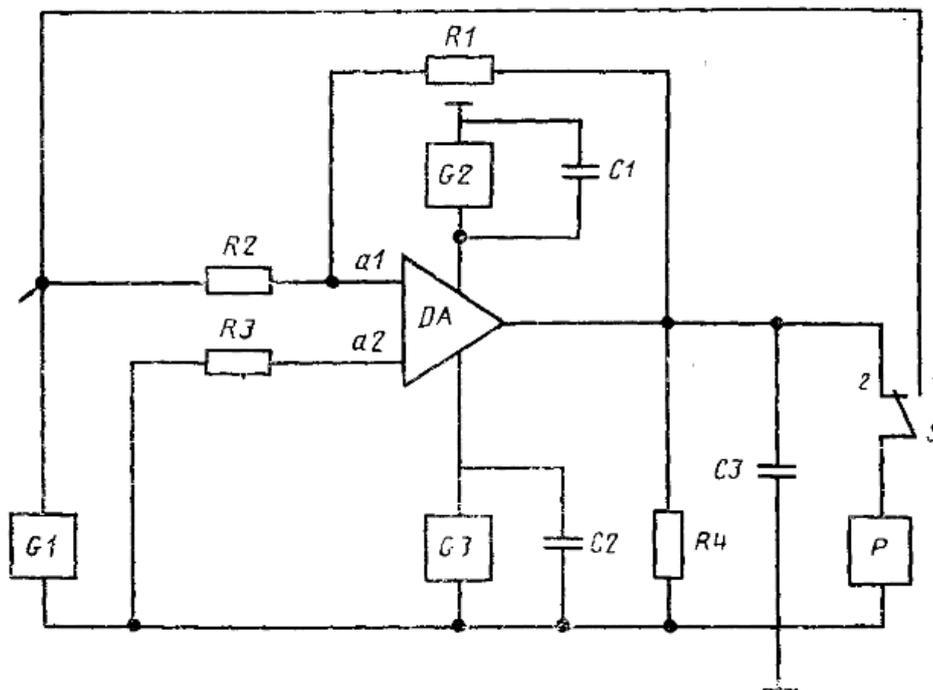


Рис. 1. *DA* – проверяемый ОУ; *G1* – генератор прямоугольных импульсов; *G2* и *G3* – источники постоянного напряжения; *P* – измеритель; *R1*, *R2* и *R3* – резисторы делителей напряжения; *R4* – резистор нагрузки ОУ; *C1* и *C2* – шунтирующие конденсаторы; *C3* – конденсатор нагрузки ОУ; *S* – устройство коммутации; *a1* – инвертирующий вход; *a2* – неинвертирующий вход

Таблица 1. Полученные данные

№ испытуемого ОУ	Значение, мкс	№ испытуемого ОУ	Значение, мкс
1	1,1	6	0,9
2	1,4	7	1,4
3	1,2	8	1,1
4	1,3	9	1,2
5	1,0	10	1,0
Среднее значение	1,16 мкс		

ным, заявленным производителем.

Время установления выходного напряжения – $\leq 1,5$ мкс.

Действующие национальные стандарты, регламентирующие требования, предъявляемые к интегральным аналоговым микросхемам, требуют актуальности в связи с появлением новой номенклатуры, развитием науки и техники и измененным требованиям, предъявляемым к ним.

Разрабатываемые документы по стандартизации продукции на ОУ должны устанавливать современные технические требования к конструкции, электрическим параметрам, стойкости к внешним воздействующим факторам; требования к надежности, безопасности, транспортированию, стандартизации и унификации, каталогизации, хранению, а также правила приемки и методы контроля (испытаний) должны соответствовать основополагающим докумен-

там по стандартизации продукции специально- лит обеспечить выпуск качественной продук- го назначения, в том числе с учетом положений ции отечественного производства, отвечающей комплекса стандартов «Климат-8», что позво- современным требованиям.

Список литературы

1. ГОСТ 23089.0-78. Микросхемы интегральные. Общие требования при измерении электрических параметров операционных усилителей и компараторов напряжения. – М: Издательство стандартов, 1991. – 5 с.
2. ГОСТ 23089.6-83. Микросхемы интегральные. Метод измерения времени установления выходного напряжения операционных усилителей. – М. : Издательство стандартов, 1991. – 7 с.
3. Винников, И.А. Стандартизация методов оценки характеристик источников опорного напряжения / И.А. Винников, И.С. Кирюхин // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 1(115). – С. 14–19.

References

1. GOST 23089.0-78. Mikroskhemy integral'nyye. Obshchiye trebovaniya pri izmerenii elektricheskikh parametrov operatsionnykh usiliteley i komparatorov napryazheniya. – M: Izdatel'stvo standartov, 1991. – 5 s.
2. GOST 23089.6-83. Mikroskhemy integral'nyye. Metod izmereniya vremeni ustanovleniya vykhodnogo napryazheniya operatsionnykh usiliteley. – M. : Izdatel'stvo standartov, 1991. – 7 s.
3. Vinnikov, I.A. Standartizatsiya metodov otsenki kharakteristik istochnikov opornogo napryazheniya / I.A. Vinnikov, I.S. Kiryukhin // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2021. – № 1(115). – S. 14–19.

© И.А. Винников, 2022

УДК 664

Е.В. ГЛЕБОВА, Е.П. ЛАПТЕВА

ФГБОУ ВО «Дальневосточный рыбохозяйственный технический университет», г. Владивосток

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДДЕРЖАНИЯ АКТУАЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Ключевые слова: безопасность; пищевая продукция; санитарные правила и нормы; система ХАССП; технический регламент; федеральный закон.

Аннотация. Система менеджмента безопасности пищевой продукции – Hazard Analysis and Critical Control Points, где Hazard Analysis – это анализ рисков для жизни и здоровья потребителей, а Critical Control Points – это критические контрольные точки, признана во всем мире эффективным методом обеспечения безопасности пищевых продуктов, а ее внедрение на предприятии по изготовлению пищевой продукции подразумевает не только наличие определенных документов, разработанных в рамках внедрения и функционирования системы, но и их поддержание в актуальном состоянии, что имеет огромное значение для эффективности работы системы. В качестве рабочей гипотезы выдвинуто предположение о необходимости идентификации и систематизации источников информации для поддержания в актуальном состоянии системы. В рамках исследования проведен анализ рекомендуемых шагов и принципов по разработке системы ХАССП, на основании которого даны рекомендации по источникам информации, мониторинг которых на систематической основе обеспечит поддержание системы ХАССП на предприятии в актуальном состоянии.

На сегодняшний день основой подхода к обеспечению безопасной пищевой продукции является система «Анализ рисков и критические контрольные точки» (ХАССП). Она является базой для любого международного стан-

дарта посвященного пищевой безопасности. В соответствии с положениями ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» при осуществлении процессов производства изготовления пищевой продукции с требованиями безопасности такой продукции изготовитель должен разработать, внедрить и поддерживать процедуры, основанные на принципах ХАССП [1].

Существующая на любом предприятии по изготовлению пищевой продукции система ХАССП определяет себя как система, обеспечивающая безопасность пищевых продуктов, и подразумевает наличие определенных документов, разработанных предприятием в рамках внедрения и функционирования системы, поддержание которых в актуальном состоянии имеет огромное значение. На любом предприятии, работающем в условиях внедренной системы ХАССП, должен применяться систематический, научный, активный подход к контролю процессов на всей цепи производства и потребления, где могут возникать опасные ситуации, что обеспечит обновление, улучшение и развитие системы.

В соответствии с вышесказанным важным условием эффективного функционирования системы ХАССП является работа с источниками информации, на основании анализа которых должно проводиться на систематической основе обновление плана ХАССП.

Для идентификации подобных источников информации и рекомендаций по их использованию необходимо вспомнить, что система ХАССП называется системой 12 шагов и включает в себя пять предварительных шагов, начиная от определения команды и заканчивая проверкой всех сделанных описаний, и семь



Рис. 1. Шаги разработки системы ХАССП

принципов, включающих в себя анализ опасных факторов и выявления критических контрольных точек, процедуры проверки и регистрации данных и документации (рис. 1).

Отправной точкой для поиска источников информации, необходимой для обновления уже существующей системы, явился анализ 12 шагов, представленных на рис. 1, так как понимание, из каких источников и какая информация может быть получена (в том числе и из протекания собственных процессов), очень важно для неформального поддержания существующей системы обеспечения безопасности пищевой

продукции.

В первую очередь следует отметить, что система ХАССП строится на базе программ предварительных требований, которые создаются в соответствии со стандартом ГОСТ Р 54762-2011/ISO/TS 22002-1:2009 «Программы предварительных требований по безопасности пищевой продукции. Часть 2. Производство пищевой продукции» [2]. Программы являются первым источником информации, с которым необходимо работать при пересмотре или обновлении системы, так как они описывают абсолютно все базовые условия, в которых осуществляется

производство продукции.

В качестве информации из программ предварительных требований может быть получена следующая информация:

– во-первых, если имело место быть изменение законодательных требований, которые сейчас меняются достаточно активно (например, требования по управлению отходами, по санитарной обработке и т.д.), так как изменение законодательных требований влияет на систему в целом, изменяются и условия работы предприятия, влекущие за собой изменение условий и инструментов контроля;

– во-вторых, в рамках программы производственного контроля должна быть получена информация, насколько достаточны новые условия, нет ли смещения в зону относительных рисков, которые закрывались этими условиями;

– в-третьих, при анализе программы производственного контроля следует учитывать не только выходы за допустимые границы, но и тенденции, тренды, направления и векторы движения, что обеспечит «чуткость» реагирования системы ХАССП на возможные несоответствия; кроме этого, полученная информация должна рассматриваться на протяжении всего времени работы предприятия, что обеспечит возможность работать на опережение и предотвращать реализацию тех или иных опасных факторов.

В соответствии с поставленной целью проводимого исследования первым шагом в идентификации информационных источников для поддержания в актуальном состоянии документации системы ХАССП на предприятии является анализ действующей группы ХАССП. В качестве источника информации должно быть использовано подтверждение компетентности членов группы ХАССП, что обеспечивается постоянной коммуникацией со службой подбора для получения информации о прохождении членов группы ХАССП в текущем году обучения, о наличии документов, подтверждающих факт обучения, об областях, в которых сотрудники, входящие в группу ХАССП, повысили свою компетентность. Данная информация может быть положена в основу принятия решения о необходимости перераспределения ответственности за элементы внедренной системы между членами группы.

Следующим элементом поиска информации является уточнение, для каких продуктов и для каких процессов используется система ХАССП,

что может привести к изменениям в описании как самой готовой продукции, так и сырья. Реальная производственная деятельность показывает, что сырье, с которым работает предприятие, имеет свойство меняться в зависимости от изменения в системе поставок. При изменении поставщиков, смене региона закупки очень важно не упустить данную информацию, так как она является источником знаний обо всех изменениях, связанных с сырьем, что, безусловно, может привести к изменениям в возможных рискованных ситуациях.

Как правило, источником информации для изменения в описании готовой продукции может являться главный технолог, технологический отдел или отдел по разработке новой продукции. Даже незначительные изменения в расширении ассортиментной номенклатуры влекут за собой дополнительную информацию. Поэтому при обновлении документации системы ХАССП очень важным является наличие налаженного обмена информацией между подразделениями. В качестве источника информации также следует отметить идентификацию целевого назначения продукции. На практике, как правило, больших изменений в его пересмотре не отмечается, однако необходимо обращать внимание на возможные случаи неправильного использования готовой продукции.

Следующим важным источником информации являются результаты внутренних проверок действующей системы, так называемые санитарные аудиты, а также постоянное заинтересованное участие и присутствие на производстве с целью фиксации всего происходящего. Эти источники, как правило, являются основными источниками информации для пересмотра, оценки, анализа технологического процесса. Таким образом, источниками информации для обновления системы ХАССП в части информации о производстве, с одной стороны, являются данные, полученные при аудите, с другой стороны, важным источником информации является информация, полученная в ходе ежедневного производственного контроля, а также информация, полученная из интервью с работниками.

«Верификация блок-схем процессов в условиях производства» является последним предварительным шагом разработки системы ХАССП, за счет которого становится очевидной реальность происходящего на производстве. Данный шаг является очень важным, так как то,

что членами рабочей группы ХАССП подразумевается правильным, далеко не всегда кажется таковым персоналу. В некоторых случаях работники начинают адаптировать производство, иногда существенно меняя технологический процесс. Очевидно, что четкое и своевременное получение информации о том, что происходит на производстве, поиск мест, где персоналу некомфортно или у него отсутствует понимание в необходимости выполнять определенные требования, является основной целью контроля и проверки технологического процесса на месте. Исходя из этого, можно со всей очевидностью понять, что каждый выход на производство с какой-либо проверкой является еще одним источником информации и позволят точно убедиться, насколько реальное производство совпадает с блок-схемами технологических процессов, описанными в документации ХАССП.

Безусловно, еще одним источником информации является список учитываемых опасных факторов, наличие которого обязательно при разработке системы ХАССП согласно ГОСТ Р 51705.1-2001 [3]. Установлено, что группа ХАССП обязана идентифицировать и описать все возможные нарушения безопасности по каждому этапу процесса, то есть целесообразно идентификацию опасностей проводить не в целом по предприятию, а в привязке к каждому этапу технологического процесса.

Далее проводится анализ риска с учетом вероятности появления опасного фактора и значимости его последствий. На большинстве предприятий чаще всего вероятность выражается через время и оценку, при этом надо понимать, что если есть привязка к шкале времени,

то необходимо вести записи за весь предусмотренный период времени.

На следующем этапе для каждого опасного фактора разрабатываются меры контроля и определяется, какие из этих мер контроля являются критическими контрольными точками (ККТ), причем далеко не все значительные опасности контролируются через ККТ, а лишь некоторые из них, для которых невозможен превентивный контроль.

Еще одним источником информации для установления ККТ и актуализации документации является рассмотрение жалоб, так как каждая жалоба должна рассматриваться как реализовавшийся риск. В качестве схемы работы с жалобами можно рекомендовать следующий порядок:

- регистрируются все виды жалобы (звонок, устное обращение, письменное обращение);

- анализируются все жалобы и претензии, которые поступили от потребителей, и по результатам проведенного анализа пересматривается план ХАССП.

Таким образом, несмотря на то, что на сегодняшний день система ХАССП предлагает в наибольшей степени удачную и эффективную модель безопасности для предприятий пищевой отрасли, только разработать и внедрить ее является недостаточным. Необходимо обеспечить ее поддержание в рабочем состоянии, что требует постоянного обновления, основанием для которого являются предложенные в статье источники информации, системный мониторинг которых обеспечит поддержание в актуальном состоянии документов системы на предприятии.

Список литературы

1. Технический регламент Таможенного союза № 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» от 09.12.2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/902320560>.
2. ГОСТ Р 54762-2011/ISO/TS 22002-1:2009. Программы предварительных требований по безопасности пищевой продукции. Часть 1. Производство пищевой продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/1200091360>.
3. ГОСТ Р 51705.1-2001. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200007424>.

References

1. Technical regulation of the Customs Union No. 021/2011 «On food safety» dated 09.12.2011 [Electronic resource]. – Access mode : <http://docs.cntd.ru/document/902320560>.
 2. GOST R 54762-2011/ISO/TS 22002-1:2009 Food safety prerequisite programs. Part 1. Food production [Electronic resource]. – Access mode : <https://docs.cntd.ru/document/1200091360>.
 3. GOST R 51705.1-2001. Food quality management based on HACCP principles [Electronic resource]. – Access mode : <http://docs.cntd.ru/document/1200007424>.
-

© Е.В. Глебова, Е.П. Лаптева, 2022

УДК 658.562.012.7

Е.В. КИСЛЯКОВА

ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», г. Смоленск

КОНЦЕПЦИЯ «ДОМ КАЧЕСТВА» КАК ИНСТРУМЕНТ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ И УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Ключевые слова: всеобщее управление качеством; концепция «дом качества»; развертывание функции качества.

Аннотация. Цель – анализ возможностей использования японской концепции «Дом качества» для комплексной оценки качества продукта и управления улучшениями. Задача – развертывание функции качества на примере керамического кирпича марки М-125. Гипотеза исследования: «Дом качества» является эффективным методом развертывания функции качества, позволяющим повысить качество выпускаемой продукции. Методы исследования: изучение литературы, анкетирование, конкурентный анализ, методы управления качеством. Результаты: построена диаграмма «Дом качества», определены основные направления улучшения качества.

Введение

В стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2015 качество – «степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям» [1]. Данное определение ставит перед производителем актуальную задачу – установление характеристик продукта, соответствующих пожеланиям потребителей. Для решения задачи японскими инженерами была разработана методология развертывания функции качества, применяемая «для преобразования требований потребителя в параметры качества ожидаемого ими продукта» [2]. Графическая интерпретация методологии («Дом качества») объединяет широкий спектр инструментов управления качеством. Концепция «Дом качества» широко распространена в США, Европе, Японии, однако

в России практически не используется. Между тем данный подход представляется нам перспективным как с точки зрения проектирования новой продукции, так и с точки зрения устранения несоответствий в уже выпускаемой.

Концепция «Дом качества»

Рассмотрим пример применения концепции «Дом качества» для керамического кирпича полнотелой марки М-125.

Остров «дома» составляют три «комнаты» (рис. 2). В левой «комнате» отражены требования потребителей, в «мансарде» – характеристики продукта, в правой «комнате» установлены связи между требованиями потребителей и характеристиками продукта. Первым шагом по развертыванию функции качества является уточнение требований потребителей в форме опроса. Результаты представляют в виде дерева потребительской удовлетворенности (рис. 1). В скобках указан вес требования: 5 – требование очень важное, 1 – не важное.

Характеристики кирпича были определены на основе требований ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» [3]. Основные параметры качества керамического кирпича и их номинальные значения представлены в табл. 1. Для каждой характеристики определены направления улучшения (↑ – увеличение, ↓ – уменьшение, ● – сохранение).

Методом матрицы связей L-типа была установлена сила связей между требованиями потребителей и характеристиками качества продукта (⊙ – сильная связь, ○ – средняя связь, Δ – слабая связь).

«Крыша» представляет собой «половину корреляционной матрицы возможных взаимосвязей между характеристиками качества» [4], знаком «←→» обозначены противоположные ха-



Рис. 1. Дерево потребительской удовлетворенности

Таблица 1. Параметры качества керамического кирпича

Параметр качества	Единица измерения	Номинальное значение
Прочность на сжатие	МПа	10,0
Прочность на изгиб	Мпа	1,2
Номинальные размеры	мм	250x120x65
Предельные отклонения от номинальных размеров	мм	$\pm 4x \pm 3x \pm 2$
Эффективная активность естественных радионуклидов	Бк/кг	Не более 370
Средняя плотность	кг/м ³	810–1 000
Морозостойкость	–	Не ниже класса F75
Водопоглощение	%	Не менее 6 %
Коэффициент теплопроводности сухой кладки	Вт/(м·°С)	0,24–0,36
Пористость	%	Не более 13 %

рактические, знаком «+» – сопряженные характеристики.

В «подвале» заданы целевые значения показателей качества продукта, которые необходимо достичь, определена их техническая

важность. Техническая важность характеристик определяется путем умножения силы связи на соответствующий весовой коэффициент. Например, «Прочность на сжатие» имеет сильную связь с требованиями «Высокая проч-

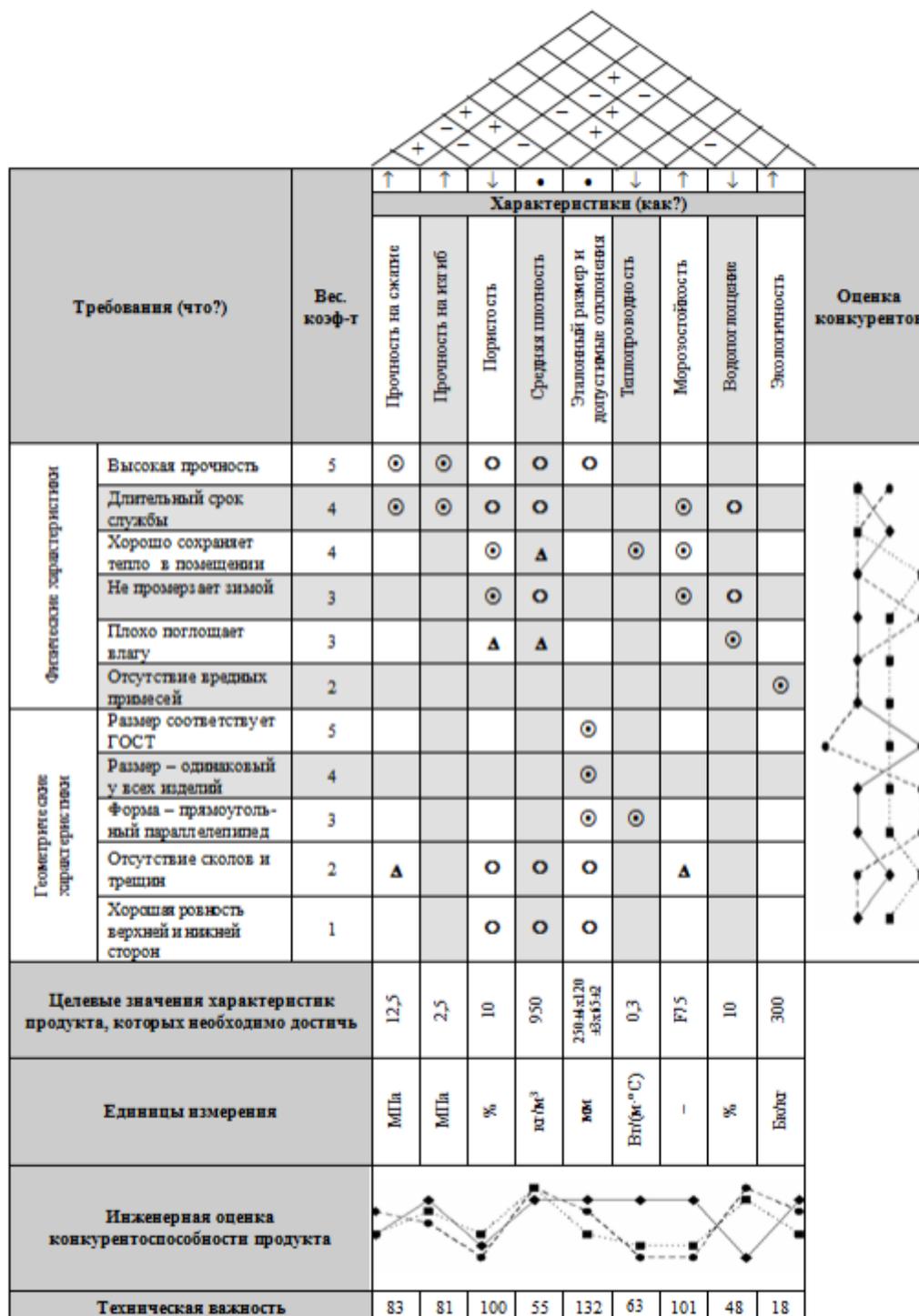


Рис. 2. Матрица «Дом качества» для керамического кирпича

ность» и «Длительный срок службы» и слабую связь с требованием «Отсутствие сколов и трещин», в результате получаем: $9 * 5 + 9 * 4 + 1 * 2 = 83$.

Важным элементом этой части «Дома качества» является сопоставление параметров про-

дукта с конкурентами, представленное в виде графика. По горизонтальной оси отложены характеристики продукта, а по вертикальной – степень достижения целевых значений (в процентном отношении). На графике использованы обозначения: * – производитель керамического

кирпича, ● – конкурент А, ■ – конкурент В.

На «веранду» вынесена оценка выполнения требований клиентов данной организацией и двумя конкурентами. Сравнительные графики строятся аналогично «подвалу». Общий вид «Дома качества» представлен на рис. 2.

Анализ матрицы

«Дом качества» позволяет решить сразу несколько задач. Во-первых, выделить наиболее важные требования потребителя. В нашем случае – высокая прочность изделия, длительный срок службы, способность сохранять тепло, соответствие размера требованиям ГОСТ. Во-вторых, определить характеристики продукта, достижение которых наиболее важно для потребителя: соблюдение размера в соответствии с ГОСТ, повышение морозостойкости, снижение пористости и повышение прочности. В-третьих, сопоставить выполнение требований потребителя и реальные характеристики продукта с конкурентами, что позволит выявить проблем-

ные зоны и определить точки роста. Наша продукция явно проигрывает по водопоглощению, но опережает конкурентов по теплопроводности и морозостойкости. «Дом качества» открывает широкие возможности для поиска путей улучшения качества через задание целевых показателей и совершенствование производственных технологий для их достижения.

Заключение

«Дом качества» является мощным инструментом для совершенствования производственного процесса в целях улучшения качества выпускаемой продукции и разработки технологии изготовления новой продукции. Матрица «Дом качества» открывает спектр возможностей для анализа качества продукции и производственного процесса, может использоваться для разработки корректирующих действий с целью повышения качества. Несомненным достоинством матрицы является ее наглядность и комплексность.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200124393>.
2. Глудкин, О.П. Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин; под. ред. О.П. Глудкина. – М. : Горячая линия – Телеком, 2001. – 600 с.
3. ГОСТ 530-2012 Кирпич и камень керамические [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200100260>.
4. Ходыревская, С.В. Применение концепции «Дом качества» для улучшения качества услуг / С.В. Ходыревская, Н.Ю. Гнездилова // Методы менеджмента качества. – 2009. – № 12. – С. 48–50.

References

1. GOST R ISO 9000-2015 Sistemy menedzhmenta kachestva. Osnovnyye polozheniya i slovar' [Electronic resource]. – Access mode : <http://docs.cntd.ru/document/1200124393>.
2. Gludkin, O.P. Vseobshcheye upravleniye kachestvom: Uchebnyy dlya vuzov / O.P. Gludkin, N.M. Gorbunov, A.I. Gurov, YU.V. Zorin; pod. red. O.P. Gludkina. – M. : Goryachaya liniya – Telekom, 2001. – 600 s.
3. GOST 530-2012 Kirpich i kamen' keramicheskkiye [Electronic resource]. – Access mode : <http://docs.cntd.ru/document/1200100260>.
4. Khodyrevskaya, S.V. Primeneniye kontseptsii «Dom kachestva» dlya uluchsheniya kachestva uslug / S.V. Khodyrevskaya, N.YU. Gnezdilova // Metody menedzhmenta kachestva. – 2009. – № 12. – S. 48–50.

УДК 621.391

В.П. КУЗЬМЕНКО

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

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА АДАПТИВНОЙ МНОГОИМПУЛЬСНОЙ ПОЗИЦИОННОЙ МОДУЛЯЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СВЯЗИ В ОБЛАСТИ ВИДИМОГО СВЕТА ПРИ УПРАВЛЕНИИ СВЕТОДИОДНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ

Ключевые слова: адаптивная многоимпульсная позиционная модуляция; интеллектуальное освещение; связь по видимому свету.

Аннотация. В работе рассматриваются принципы применения алгоритма адаптивной многоимпульсной позиционной модуляции для повышения устойчивости связи в области видимого света при различной освещенности. Основная цель работы – исследовать возможные способы повышения устойчивости скорости приема системы при различных сценариях освещенности и без внедрения дополнительной аппаратной части для повышения эффективности управления интеллектуальным светодиодным освещением. Предыдущие исследования в области применения алгоритма мультиплексирования кадров освещенности показали необходимость доработки исследуемого способа. В статье использованы методы математического и аналитического анализа.

Введение

В предыдущей статье был рассмотрен предлагаемый вариант использования алгоритма мультиплексирования при реализации технологии передачи связи по видимому свету (VLC) для управления освещением [1].

Преимущество алгоритма мультиплексирования заключается в том, что при его применении удастся добиться более высокого разреше-

ния уровней освещенности, не увеличивая при этом частоту ошибок кадровых сигналов.

Однако при апробации описанного алгоритма было выявлено, что, несмотря на большее разрешение уровней освещенности, снижается скорость передачи данных в условиях, когда освещенность не близка к 90 %. Поэтому было принято решение для исследования дополнительных вариантов повышения устойчивости скорости передачи данных при управлении светодиодным освещением использовать технологии VLC.

Возможным решением описанной проблемы может быть применение алгоритмов адаптивной многоимпульсной позиционной модуляции, что в данном случае означает применение подхода, при котором выполняется мультиплексирование разных сценариев освещенности N_j во временной области, в результате чего образуется суперсценарий освещенности [2; 3]. В этом тезисе суперсценарий (примем его обозначение как S_s) определяется как композиция из двух объединенных сценариев освещенности $S_i(N_i, l_i)$ и $S_j(N_j, l_j)$. S_s может быть представлен в виде набора:

$$S_s \in \{S_i(N_i, l_i), m_i, S_j(N_j, l_j), m_j\},$$

где m_i – номер сценария освещенности $S_i(N_i, l_i)$, $i \in \{1\}, j \in \{1\}$, тогда:

$$N_s = m_1 * N_1 + m_2 * N_2.$$

При этом уровень затемнения L_s будет

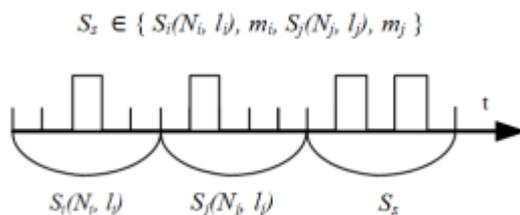


Рис. 1. Иллюстрация суперсценария



Рис. 2. Алгоритм поиска оптимальных шаблонов суперсценариев

равен:

$$l_s = (l_1 * m_1 * N_1 + l_2 * m_2 * N_2) / N_s.$$

Приведенная композиция суперсценария принимается как шаблон (рис. 1).

Таким образом, ключевая задача применения адаптивной многоимпульсной позиционной модуляции заключается в том, чтобы найти шаблоны суперсценария освещенности для каждого необходимого уровня освещенности заданной области, т.е. выбрать наилучшие $S_i(N_i, l_i), m_i$ и $S_j(N_j, l_j), m_j$, которые будут позволять поддерживать скорость передачи данных для требуемого уровня освещенности.

В результате этого выстроен алгоритм поиска оптимальных шаблонов суперсценариев, который представлен на рис. 2.

Описание работы алгоритма

Шаг 1 – определение верхней границы

$$N_{max} = f_{tx} / f_h.$$

N и S . Для устойчивой передачи данных VLC требует, чтобы интенсивность света была фиксированной для каждого определенного интервала времени. Для корректного применения алгоритма адаптивной многоимпульсной позиционной модуляции, поскольку происходит поиск разных уровней освещенности N с разными уровнями затемнения, необходим выбор именно такого шаблона простого сценария освещенности и суперсценария освещенности, при котором не происходит мерцания света [4].

Предположим, что передатчик может управлять светодиодом на частоте f_{tx} . Обозначим частоту f_h как минимальную частоту зажигания светодиодов, при которой не происходит мерцания. Тогда N_{max} будет обозначать максимальное количество последовательных временных интервалов, которые не будут вызывать мерцания:

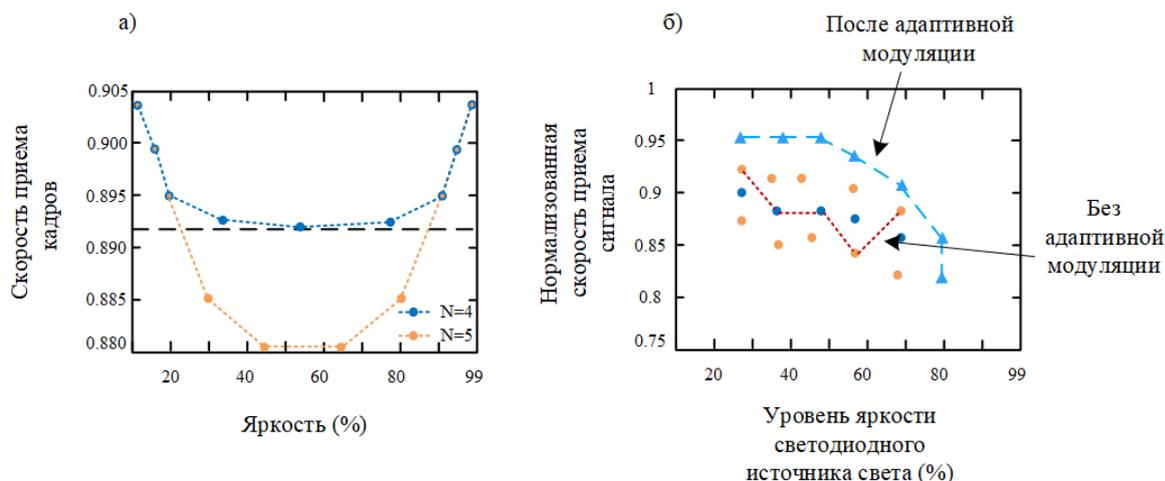


Рис. 3. а) доступные шаблоны выше нижней границы; б) определение шаблона сценария освещенности с применением адаптивной модуляции и без нее

Тогда, если f_{tx} составляет 180 кГц, а минимальная незаметная для человека частота мерцания f_h составляет 200 Гц, верхняя граница отсутствия мерцания равна $N_{max} = 180\ 000/200 = 900$, что говорит о размере набора кадров освещенности, т.е. $N_{max} \leq 900$. Здесь появляется дополнительное условие для среднего значения интенсивности света, которое в каждом 900 последовательных интервалах сценариев освещенности должно быть одинаковым.

Шаг 2 – поиск доступных векторов N_s и L_s . Технология VLC обусловлена проблемой повышения частоты ошибок символов при большом N . Следовательно, N_s , удовлетворяющий требованию на шаге 1, не может быть отдельно взят для дальнейшего расчета. Чтобы рассчитать более точный диапазон N_s , необходимо определить скорость приема символов. Одним из вариантов определения скорости приема может быть следующее выражение:

$$P_s = (1 - L/N * P_1)n - k(1 - L/N * P_2)k,$$

где P_1 и P_2 – измеренные скорости передачи данных для соответствующего сценария освещенности; n и k – порядковые номера сценария освещенности в наборе N_s .

Затем необходимо построить зависимость скорости приема P_s от уровня освещенности для всех возможных N_s , полученных на шаге 1, как показано на рис. 3. Чтобы обеспечить надежный сигнал, должна быть задана минимальная граница скорости приема кадров. В резуль-

тате чего все шаблоны освещенности $S(N, l)$, которые находятся ниже нижней границы скорости приема кадров, будут отброшены, например, как показано на рис. 3а. Другие шаблоны символов сохраняются, после чего активируется следующий шаг алгоритма.

Шаг 3 – определение скорости передачи данных для всех кадров освещенности на шаге 2. На данном этапе происходит вычисление скоростей передачи данных для всех отобранных на предыдущих шагах возможных шаблонов освещенности, после чего происходит их нормализация.

Шаг 4 – получение шаблонов суперсценария с помощью алгоритма мультиплексирования. Последний шаг состоит в том, чтобы подобрать наилучшие шаблоны освещенности для мультиплексирования, а затем сгенерировать супер-шаблоны. Перед мультиплексированием есть только шаблоны символов с дискретными уровнями освещенности (или затемнения).

Если выбран только шаблон с наибольшей скоростью передачи данных, то разрешение будет дискретным, в результате чего невозможно будет гарантировать пропускную способность канала связи. Это показано на рис. 3б красной пунктирной линией. В соответствии со сценарием освещенности с уровнем затемнения 0,38 может происходить переключения к другим доступным сценариям справа от данного, в результате чего получается суперсценарий с усредненным уровнем освещенности. Чтобы определить оптимальную комбинацию уровней

освещенности с точки зрения пропускной способности, вычисляется наклон линии, определяемый набором уровней освещенности на точке 0,46 и уровнями освещенности при других условиях, после чего выбирается тот, который обладает наименьшим значением наклона. Далее на основе полученного значения наклона происходит обработка следующего шаблона уровня освещенности. Цикл выполняется до тех пор, пока не будет определен весь желаемый диапазон уровней освещенности. Оптимизированные сценарии освещенности обладают не большей пропускной способностью и более высоким разрешением, чем те сценарии, которые соединяет красная линия (неадаптированные уровни освещенности).

Заключение

Благодаря анализу, представленному в пре-

дыдущей статье [1], был сделан вывод о том, что данная система может достигать непрерывных уровней затемнения за счет мультиплексирования, целевая скорость передачи данных может определяться двумя дискретными шаблонами сценариев освещенности. Это позволяет добиться более высокого разрешения уровней освещенности и оптимизации скорости передачи данных при изменении яркости светодиодного источника света. Прежде всего, алгоритмом выбираются шаблоны кадров освещенности с наибольшей пропускной способностью канала. Далее выбранные шаблоны соединяются, в результате чего получаются все уровни освещенности в одной строке, при условии что шаблоны суперсценария не превышают порог мерцания. Следующий шаг – поиск оптимальной аппаратной части и разработка модели взаимодействия всей системы управления освещением.

Список литературы

1. Кузьменко, В.П. Повышение качества интеллектуального управления светодиодным освещением за счет применения алгоритма мультиплексирования при передаче информации через видимый свет / В.П. Кузьменко // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 6(132). – С. 95–98.
2. Zafar, F. Dimming schemes for visible light communication: the state of research / F. Zafar, D. Karunatilaka, R. Parthiban // IEEE Wireless Communications. – 2015. – Vol. 22. – No. 2. – P. 29–35.
3. Gancarz, J. Impact of lighting requirements on VLC systems / J. Gancarz, H. Elgala, T.D.C. Little // IEEE Communications Magazine. – 2013. – Vol. 51. – No. 12. – P. 34–41.
4. Lee, K. Modulations for Visible Light Communications with Dimming Control / K. Lee, H. Park // IEEE Photonics Technology Letters. – 2011. – Vol. 23. – No. 16. – P. 1136–1138.

References

1. Kuz'menko, V.P. Povysheniye kachestva intellektual'nogo upravleniya svetodiodnym osveshcheniyem za schet primeneniya algoritma mul'tipleksirovaniya pri peredache informatsii cherez vidimyy svet / V.P. Kuz'menko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 6(132). – S. 95–98.

© В.П. Кузьменко, 2022

УДК 629.78

Т.Г. ОРЕШЕНКО, Д.К. ЛОБАНОВ, М.С. ФЕДОРОВ, К.В. РАДИОНОВА
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕСУРСА БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Ключевые слова: показатели надежности; ресурсные испытания; срок активного существования.

Аннотация. Целью исследования являлось определение требований к обеспечению надежности бортовой аппаратуры, для чего была проведена тремя методами оценка соответствия бортовой аппаратуры (БА) заданным показателям надежности. Подтверждено предположение о том, что проведение ресурсных испытаний БА хотя и позволяет предварительно оценить выполнимость требований к ресурсу, но не гарантирует защиту от появления неисправностей и отказов при штатной эксплуатации последующих, в том числе и серийных космических аппаратов.

Космический аппарат (КА) – это сложное техническое устройство, к которому предъявляются высокие требования по надежности. Анализ требований, предъявляемых к показателям надежности перспективных космических систем (КС) с КА, показывает, что требования к такому свойству надежности, как долговечность КА (сроку активного существования, сроку службы или ресурсу), постоянно растут. Особое внимание уделяется требованиям к гамма-процентному сроку активного существования (САС) КА, который должен быть не менее 15 лет при $\gamma = 0,8$. Для обеспечения данного показателя надежности КА БА должна иметь ресурс, обеспечивающий проведение входного контроля, автономных и комплексных испытаний и проверок на заводе-изготовителе КА, технического обслуживания в процессе хранения (до 2,5 лет), проверок в эксплуатирующей организации, а также штатную работу в течение САС КА 15 лет с запасом по ресурсу

перед запуском, обеспечивающим как минимум полгода (4 380 часов) функционирования КА на орбите. При этом ресурс бортовых приборов и оборудования КА должен подтверждаться результатами летных испытаний и штатной эксплуатации в составе других КА или ресурсных испытаний. Рост требований к показателям надежности, создаваемых КА, ведет к увеличению резервирования, сроков изготовления и испытаний. Учитывая техническую, экономическую и временную значимость при организации наземной экспериментальной отработки (НЭО) БА, ставится задача выбора и обоснования рационального метода оценки соответствия БА требованиям к ресурсу.

Нормативная документация [1–3] предусматривает три общих метода оценки соответствия БА заданным показателям надежности: расчетный метод, расчетно-экспериментальный, экспериментальный.

Рассмотрим расчетно-экспериментальный метод (РЭМ). При применении РЭМ оценки показателей надежности используются математические модели надежности, основанные на имитационных моделях функционирования, структурных схемах надежности (ССН) БА с учетом статистических данных о наработках и отказах. РЭМ принят с целью сокращения объема ресурсных испытаний (РИ), их общей продолжительности и финансовых затрат, при этом испытания на ресурс и сохраняемость проводятся только на составных частях БА, подверженных износу и деградации параметров и имеющих критичные по ресурсу и сохраняемости элементы. Принадлежность составных частей БА к такого рода аппаратуре определяется по результатам анализа ресурса и сохраняемости. Этим испытаниям, как правило, подвергаются усилители на лампах бегущей волны (ЛБВ), твердотельные усилители, стандарты

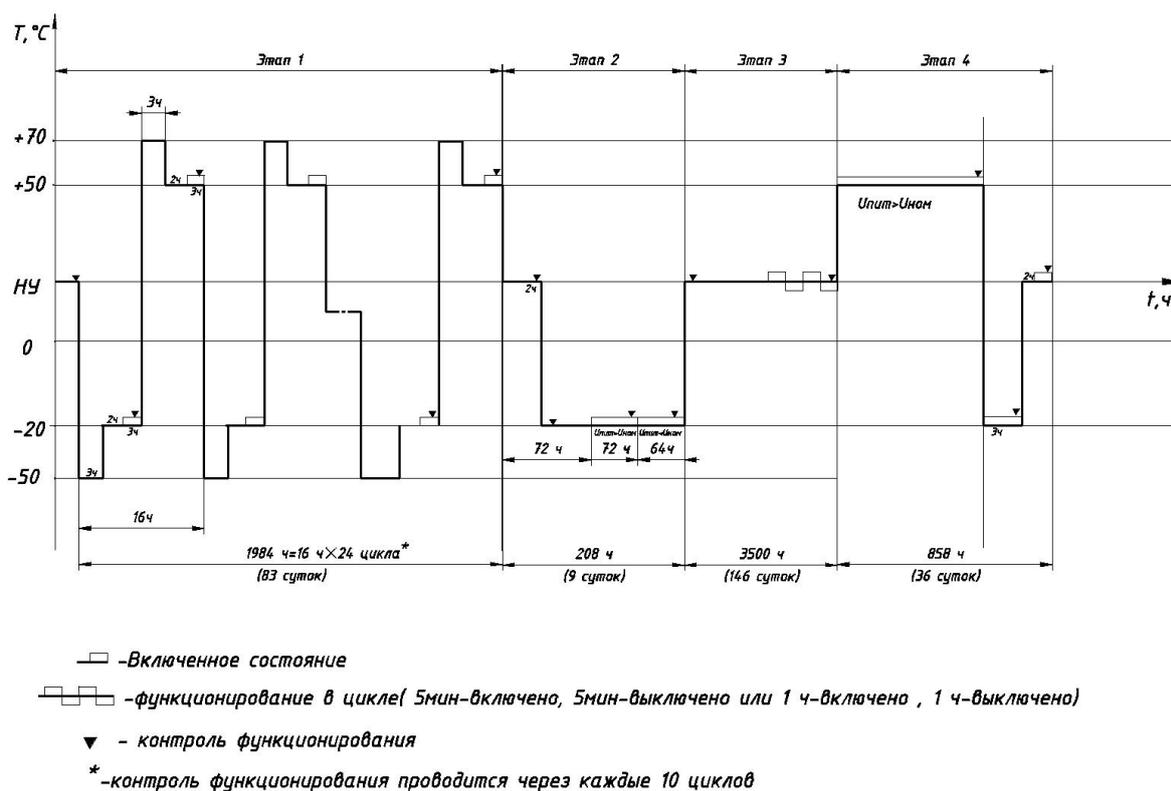


Рис. 1. Циклограмма ресурсных испытаний БА

частоты, аккумуляторные и солнечные батареи, электромеханические и механические устройства и т.п. Для остального оборудования, в составе которого имеются высоконадежные группы устройств с резервом, требования ресурса и сохраняемости подтверждаются результатами анализа по обеспечению ресурса и сохраняемости на основе данных и гарантий по применяемой электронно-компонентной базе, комплектующим элементам и материалам, а также по оценке возможности деградации характеристик в течение эксплуатационного САС с учетом анализа худшего случая и имеющихся наработок аналогов и прототипов. Анализ худшего случая эксплуатации оборудования и его составных частей учитывает: максимальный начальный допуск на характеристики, квалификационный диапазон эксплуатационных температур и напряжения питания, воздействие факторов радиации и старения на конец эксплуатационного САС КА. По результатам анализа худшего случая и анализа ресурса и сохраняемости выявляются критичные (деградирующие) составные части оборудования, требующие проведения

ресурсных испытаний и испытаний на сохраняемость. Указанный подход по планированию ресурсных испытаний применяется также в международной практике создания КА длительного функционирования.

Проведенный анализ результатов применения данного подхода АО «Информационные спутниковые системы» имени М.Ф. Решетнева» при создании КА показал, что по результатам анализа статистических данных по эксплуатации в пределах гарантийного САС аппаратуры КА, ресурс которой защищен РЭМ (анализ обеспечения ресурса и сохраняемости, анализ худшего случая и РИ по их результатам), не выявлены отказы и неисправности, связанные со снижением определяющих параметров технического состояния элементов БА (генерируемая мощность БС, емкость химических источников тока, запасов рабочего тела и др.) в пределах нормативного САС, в том числе отказы, вызванные последствиями воздействия факторов космического пространства. Это свидетельствует об эффективности применяемого метода подтверждения

ресурса БА.

Следует отметить, что проведение ресурсных испытаний БА хотя и позволяет предварительно оценить выполнимость требований к ресурсу, но не гарантирует защиту от появления неисправностей и отказов при штатной эксплуатации последующих, в том числе и серийных КА. Это связано как с существенным отличием условий наземных ресурсных испытаний при штатной орбитальной эксплуатации (отсутствие постоянного воздействия вакуума, радиационных воздействий, невесомости), проведением ресурсных испытаний на единичном комплекте и в ограниченном до начала летных испытаний (ЛИ) объеме, так и с влиянием случайных производственных и эксплуатационных факторов различного характера (в основном геофизических) при последующем производстве и эксплуатации БА.

Отсутствие у высоконадежной БА КА подтвержденного ресурса по результатам РИ и эксплуатации – нередкое событие, поэтому безальтернативное проведение РИ для всей номенклатуры БА перспективных КА, не имеющей подтвержденного ресурса, является затратным мероприятием.

Стоимость проведения ресурсных испытаний БА КА включает стоимость:

- создания рабочих мест проведения РИ;
- изготовления комплекта БА для РИ;
- приобретения или изготовления необходимого контрольно-испытательного оборудования;
- разработки программно-методической документации;
- проведения РИ.

Длительность непосредственно РИ, проводимых на ускоренной основе (одной из БА КА) по циклограмме ресурсных испытаний, исходя из требований типовой программы-методики РИ, приведенной на рис. 1, составляет 267 суток для САС 15 лет и 270 суток для САС 15,5 лет.

В целях гарантированного обеспечения запасов работоспособности оборудования перспективных КА и как альтернатива ресурсным испытаниям в АО «ИСС» предложено проводить термовакуумную обработку аппаратуры бортовых систем КА по ужесточенным относительно действующих нормам, в том числе термоциклические испытания в расширенном на ± 100 °С относительно эксплуатационного диапазона температур. На комплекте, предна-

значенном для лабораторно-отрабочных испытаний (ЛОИ), конструкторско-доводочных испытаний (КДИ), предварительных испытаний (При) и РИ, должны быть выполнены суммарно не менее 32 термоциклов, из них не менее 12 – в вакууме, во время которых все блоки оборудования должны быть включены непрерывно (при отсутствии ограничений на длительность нахождения оборудования во включенном состоянии). Для оборудования, не подвергаемого РИ (ускоренным РИ) на комплекте КДИ (При), количество термоциклов должно быть не менее 20, из них не менее четырех в вакууме [5].

Следует отметить, что проведение ресурсных испытаний БА хотя и позволяет предварительно оценить выполнимость требований к ресурсу, но не гарантирует защиту от появления неисправностей и отказов при штатной эксплуатации последующих, в том числе и серийных КА. Это связано как с существенным отличием условий наземных ресурсных испытаний и при орбитальной эксплуатации (отсутствие постоянного воздействия вакуума, невесомости, радиационных воздействий), проведением ресурсных испытаний на единичном комплекте и в ограниченном до начала ЛИ объеме, так и с влиянием случайных производственных и эксплуатационных факторов различного характера.

По результатам анализа концепции подтверждения требуемых показателей ресурса БА, а также в целях сокращения финансовых и временных затрат при создании КА без снижения его качества и надежности предлагается.

1. Необходимость проведения РИ оборудования определять по результатам анализа обеспечения ресурса и сохраняемости.

2. В соответствии и с учетом норм оценку ресурса БА, комплектуемой перспективные КА и не имеющей подтвержденный ресурс и срок сохраняемости по результатам ЛИ и эксплуатации, проводить посредством ресурсных испытаний только для критичной по ресурсу БА, подверженной износу и деградации параметров.

3. Для БА, в составе которой имеются высоконадежные группы функциональных устройств с резервом, требования ресурса и сохраняемости целесообразно подтверждать результатами анализа по обеспечению ресурса и сохраняемости на основе данных и гарантий по применяемой электронно-компонентной базе, комплектующим элементам и материалам, а также по оценке возможности деградации характеристик в течение эксплуатационного САС

с учетом анализа худшего случая и имеющихся наработок аналогов и прототипов.

4. Перечень оборудования КА, подвергаемого ресурсным испытаниям, объем и порядок

подтверждения требований по ресурсу оборудования КА должны быть приведены в комплексной программе экспериментальной обработки КА.

Список литературы

1. ГОСТ РО 1410-001-2020. Системы и комплексы космические. Порядок задания требований, оценки и контроля надежности. – М. : Стандартинформ, 2021. – 69 с.
2. ГОСТ 27.003–90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности. – М. : Стандартинформ, 2007. – 19 с.
3. ГОСТ 27.301–95 Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения / Межгос. совет по организации, метрологии и сертификации. – Минск, 1997. – 10 с.
4. ГОСТ 27.002–89. Надежность в технике. Термины и определения. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 38 с.
5. СТП 154-26-2010. Система менеджмента качества. Порядок разработки и утверждения технических заданий для изделий организаций. – Железногорск, 2010. – 56 с.
6. Автоматизированная система выявления дублирующих объявлений на портале недвижимости / Ю.С. Сахалтуева, В.С. Тынченко, А.В. Мурыгин, Т.Г. Орешенко // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2018. – № 6(84). – С. 34–38.

References

1. GOST RO 1410-001-2020. Sistemy i komplekсы kosmicheskiye. Poryadok zadaniya trebovaniy, otsenki i kontrolya nadezhnosti. – M. : Standartinform, 2021. – 69 s.
2. GOST 27.003–90. Nadezhnost' v tekhnike. Sostav i obshchiye pravila zadaniya trebovaniy po nadezhnosti. – M. : Standartinform, 2007. – 19 s.
3. GOST 27.301–95 Nadezhnost' v tekhnike. Raschet nadezhnosti. Osnovnyye polozheniya / Mezghos. sovet po organizatsii, metrologii i sertifikatsii. – Minsk, 1997. – 10 s.
4. GOST 27.002–89. Nadezhnost' v tekhnike. Terminy i opredeleniya. – M. : Izd-vo standartov, 1990. – 38 s.
5. STP 154-26-2010. Sistema menedzhmenta kachestva. Poryadok razrabotki i utverzheniya tekhnicheskikh zadaniy dlya izdeliy organizatsiy. – Zheleznogorsk, 2010. – 56 s.
6. Avtomatizirovannaya sistema vyyavleniya dubliruyushchikh ob»yavleniy na portale nedvizhimosti / YU.S. Sakhaltuyeva, V.S. Tynchenko, A.V. Murygin, T.G. Oreshenko // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2018. – № 6(84). – S. 34–38.

© Т.Г. Орешенко, Д.К. Лобанов, М.С. Федоров, К.В. Радионова, 2022

УДК 658.562

Н.Б. ХАЛИЛЮЛИНА, Ю.Ю. ЧЕРЕМУХИНА

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», г. Москва

ПРОБЛЕМАТИКА ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ОТРАСЛИ

Ключевые слова: аудит; система качества; система электронного документооборота; управление качеством; цифровизация; электронный вид.

Аннотация. Цель исследования – разработка рекомендаций по внедрению электронного документооборота в процессе проведения внутреннего аудита. Для достижения цели необходимо решить задачи: провести анализ требований национальных стандартов качества к внедрению цифровых технологий в системе менеджмента качества (СМК), определить основные этапы процедуры проверки СМК, необходимые для перевода процесса в электронный вид. Методы исследования: анализ, сравнение, группировка, систематизация, обобщение, индукция и дедукция, прогнозирование. Результаты исследования: разработан комплекс мероприятий и рекомендаций по переходу внутреннего аудита в электронный вид.

Цифровизация – внедрение современных цифровых технологий в различных сферах жизни и производства [1]. Она делает процессы доступнее для пользователей.

Один из шагов цифровизации – внедрение электронного документооборота в организации.

В соответствии с требованиями стандартов электронный документооборот – это документооборот с использованием автоматизированной информационной системы (системы электронного документооборота) [2].

Использование автоматизированной системы электронного документооборота – не просто инструмент оптимизации внутренних процессов организации, но и острая необходимость в

условиях стремительного развития информационных технологий. Нормативная документация по стандартизации продолжает развиваться. Появляются новые государственные стандарты, рекомендуемые применять информационные технологии в СМК. Проблематика разработки и внедрения электронного документооборота в СМК обуславливается появлением новой версии стандарта качества ГОСТ РВ0015-002 [3].

В новой версии стандарта ГОСТ РВ 0015-002 [3] семь пунктов указывают на требование «должен» и относятся к применению информационных технологий в СМК:

- в соответствии с разделом 4.1 в организации должна проводиться оценка внешних и внутренних факторов, один из которых – информационное обеспечение организации;
- на основании требований п. 4.4.5 организация должна внедрять современные методы управления, основанные на автоматизации и информационной поддержке, на всех стадиях жизненного цикла на всех стадиях продукции (выполнении работ, оказании услуг); пример: управление процессом СМК «Управление инфраструктурой» с помощью CALCS-технологий, «Управление ресурсами предприятий» (ERP) или с помощью автоматизации бизнес-процессов (создание программных роботов (RPA) или создание виртуальных работников (искусственный интеллект)) с последующей оценкой результативности СМК и с возможностью, согласно п. 9.1.1.7, установить в организации современные методы мониторинга и измерения процессов СМК, включая применение информационных технологий;
- раздел 6.3 «Планирование изменений»: программа (план) изменений должна предусматривать меры по внедрению информационных

Таблица 1. Этапы проверки и возможности их реализации в электронном виде

Этап проверки	Возможность реализации в электронном виде
Подготовка аудита (запрос информации о статусе выполняемых работ в организации из финансово-экономической службы, анализ результатов предыдущих аудитов (внутренних и внешних) с учетом повторяемости несоответствий, анализ необходимой документации, разработка программы проведения внутренних и аудитов второй стороны)	Сбор информации
Проведение аудита	В виде виртуального аудита с помощью технологий видео-конференций, запроса документации посредством систем автоматизации документооборота (СЭД) или электронной почты
Обобщение результатов и подготовка отчета по аудиту	Позволит исключить человеческий фактор и увеличит скорость обработки и предоставления информации
Реализация коррекции и корректирующих действий (проведение контроля над результатами выполнения устранения несоответствий и мероприятий по их недопущению)	Позволит проводить контроль над устранением несоответствий и проведением корректирующих действий
Верификация предпринятых мер и отчет о верификации	Предоставление отчета в электронном виде
Мониторинг реализации коррекции и корректирующих действий. Возможность реализации – проведение анализа рисков и возможностей в электронном виде	Проведение мониторинга в электронном виде
Анализ рисков и возможностей при проведении внутренних аудитов и аудитов второй стороны	Проведение анализа рисков и возможностей в электронном виде

технологий в СМК; согласно требованиям нового стандарта п. 7.1.1.3 руководитель организации должен определять порядок внедрения и развития применяемых информационных технологий и соответствующих мер по внедрению информационных технологий [3].

В соответствии с п. 7.1.3.2 ГОСТ РВ 0015-002 для создания продукции (выполнения работ, оказания услуг) организация должна обеспечить соблюдение правил содержания и поддержания в рабочем состоянии автоматизированного рабочего места, а также проверку программных продуктов, применяемых при создании продукции с помощью информационных технологий (электронного документооборота) [3].

Организация должна определять и осуществлять меры:

- направленные на получение, сохранение, обмен, применение знаний [3];
- включающие в том числе: внедрение информационных технологий, позволяющих создавать, хранить и применять базы данных, содержащие информацию для функционирования

процессов СМК [3].

Необходима реализация п. 7.5.3.4 ГОСТ РВ 0015-002 [3], заключающегося в том, что, если документированная информация хранится на электронных носителях, в организации должен быть определен порядок защиты данных. Например: защита от потери внесения несанкционированных изменений, непреднамеренного внесения поправок, нарушения целостности данных, физических повреждений, резервирования. Кроме того, должен быть определен способ идентификации знаков, приравненных внутри организации к электронной подписи) [3].

Таким образом, перед специалистами, работающими в отделах управления качеством и обеспечивающими успешное функционирование, внедрение и сертификацию СМК на предприятиях радиоэлектронного комплекса (РЭК), стоит актуальная задача по реализации данных требований стандарта ГОСТ РВ 0015-002 [3]. В современных условиях получение лицензии на новый вид деятельности и/или расширение кодов Единого кодифика-

тора предметов снабжения (**ЕКПС**) на выполнение государственных оборонных заказов (**ГОЗ**) невозможно без сертификата соответствия СМК требованиям ГОСТ РВ 0015-002 [3].

Возможность применения в СМК ИТ-технологий нашла отражение не только в ГОСТ РВ 0015-002 [3], но и в ГОСТ Р 59424 [6]. Внедрение данного стандарта актуально на сегодня в научно-исследовательских организациях РЭК – это повысит эффективность проведения не только внутренних аудитов, но и аудитов второй стороны в связи с появлением новых требований по недопущению контрафакта и фальсификата при проведении закупок товаров и услуг.

Автоматизация проведения внутренних аудитов в научно-исследовательской организации РЭК на примере Института прикладной физики Российской академии наук (**ИПФ РАН**) – это интеграция в электронный вид обязательных процедур, обеспечивающих оценку эффективности и результативности СМК и ее процессов с помощью цифровых технологий. Для реализации данной задачи необходимо изучить требования национальных стандартов: ГОСТ Р ИСО 19011-2021 [5], ГОСТ Р 59424-2021 [6]. Первым этапом подготовки автоматизации проведения внутренних аудитов является анализ мероприятий, проводимых в рамках проверки. После анализа специалистами по системе качества было предложено перевести аудит в электронный вид (табл. 1).

При разработке стандарта по проведению аудитов СМК с помощью СЭД были учтены новые требования нормативной документации по стандартизации, описаны возможности реализации проведения аудитов СМК в электронном виде.

Разработка и внедрение стандарта проводились поэтапно:

- подготовка (назначение руководителя разработки и выбор разработчиков стандарта);
- анализ действующего стандарта (проведение рабочих совещаний по внесению изменений, дополнений в стандарт);
- разработка проекта стандарта организации (рассмотрение рабочей группой);
- разработка окончательной редакции проекта стандарта (опубликование, согласование с разработчиками, с заказчиком);
- подготовка проекта к утверждению стандарта организации;

– утверждение стандарта организации с присвоением номера и введение его в действие приказом руководителя;

– размещение на сайте организации и доведение информации о внедрении до сотрудников организации с помощью личного кабинета сотрудника; стандарт организации содержит основные положения, описывающие порядок проведения аудитов СМК – внутренних аудитов и аудитов второй стороны с помощью СЭД, стандарт содержит разделы и подразделы.

Порядок проведения аудитов СМК с помощью СЭД включает в себя:

а) общие положения, где описываются все стадии аудита, а также периодичность его проведения, цель и требования к проведению, определяются участниками аудита, подготавливается отчетная документация;

б) принципы аудита (честность, беспристрастное представление точных и правдивых отчетов);

в) определение и оценка рисков и возможностей;

г) планирование аудитов и управление программой внутренних и внешних аудитов посредством СЭД.

Программа разрабатывается, согласовывается и утверждается с помощью СЭД.

К новым методам проведения аудита в стандарте относятся: осмотр (наблюдение), опрос (беседа) и применение информационно-коммуникационных технологий [6]. Проведение аудита возможно физически и дистанционно посредством информационных технологий.

В стандарте подробно описан порядок проведения внутренних аудитов с помощью СЭД:

– этапы проведения внутреннего аудита (вступительное заседание, проверка, анализ и заключительное заседание), а также подготовка рабочих документов (чек-листы в электронной форме, аудио-визуальная информация);

– руководитель подразделения информируется о проведении аудита в подразделении;

– подготовка отчета, рассылка результатов и реализация коррекции и корректирующих действий.

Проведение аудита СМК посредством СЭД – внедрение цифровых технологий в ключевой процесс СМК, позволяющий совершенствовать деятельность организации и повышать ее результативность.

Список литературы

1. Федеральный оператор связи // center2m [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://center2m.ru>.
2. ГОСТ Р 7.0.8-2013 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения. – Введ. 2014-03-01. – М. : Стандартинформ, 2019. – 16 с.
3. ГОСТ РВ 0015—002—2020 Система разработки и постановки на производство военной техники. Системы менеджмента качества. Требования. – Введ. 2022-01-01. – М. : Стандартинформ, 2021. – 37 с.
4. Бричикова, И.С. Сравнительный анализ ГОСТ р 59424-2021 с ГОСТ р ИСО 19011-2012 / И.С. Бричикова, С.А. Белякова // Борисовские чтения : Материалы III Всероссийской научно-технической конференции с международным участием / Отв. за выпуск Е.С. Воеводин. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2021. – С. 202–204.
5. ГОСТ Р ИСО 19011—2021 Руководящие указания по аудиту систем менеджмента. – Введ. 2021-04-21. – М. : Стандартинформ, 2021. – 41 с.
6. ГОСТ Р 59424-2021 Руководящие указания по дистанционному проведению анализа состояния производства и аудита систем менеджмента. – Введ. 2021-04-09. – М. : Стандартинформ, 2021. – 23 с.
7. Черемухина, Ю.Ю. Исторический аспект развития бережливого производства / Ю.Ю. Черемухина // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2020. – № 2(104). – С. 77–80.

References

1. Federal'nyy operator svyazi // center2m [Electronic resource]. – Access mode : <https://center2m.ru>.
2. GOST R 7.0.8-2013 Sistema standartov po informatsii, bibliotечному i izdatel'skomu delu. Deloproizvodstvo i arkhivnoye delo. Terminy i opredeleniya. – Vved. 2014-03-01. – М. : Standartinform, 2019. – 16 s.
3. GOST RV 0015—002—2020 Sistema razrabotki i postanovki na proizvodstvo voyennoy tekhniki. Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya. – Vved. 2022-01-01. – М. : Standartinform, 2021. – 37 s.
4. Brichikova, I.S. Sravnitel'nyy analiz GOST r 59424-2021 s GOST r ISO 19011-2012 / I.S. Brichikova, S.A. Belyakova // Borisovskiye chteniya : Materialy III Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem / Otv. za vypusk Ye.S. Voyevodin. – Krasnoyarsk : Sibirskiy federal'nyy universitet, 2021. – S. 202–204.
5. GOST R ISO 19011—2021 Rukovodyashchiye ukazaniya po auditu sistem menedzhmenta. – Vved. 2021-04-21. – М. : Standartinform, 2021. – 41 s.
6. GOST R 59424-2021 Rukovodyashchiye ukazaniya po distantsionnomu provedeniyu analiza sostoyaniya proizvodstva i audita sistem menedzhmenta. – Vved. 2021-04-09. – М. : Standartinform, 2021. – 23 s.
7. Cheremukhina, YU.YU. Istoricheskiy aspekt razvitiya berezhlivogo proizvodstva / YU.YU. Cheremukhina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : TMBprint. – 2020. – № 2(104). – S. 77–80.

© Н.Б. Халилюлина, Ю.Ю. Черемухина, 2022

УДК 004.9:61

М.В. ЧУВАШОВ

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск

ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Ключевые слова: здравоохранение; информатизация; медицинские информационные системы.

Аннотация. Цель работы заключается в определении основных задач и направлений информатизации здравоохранения. Гипотеза: наиболее перспективным направлением информатизации здравоохранения является диагностика заболеваний. В работе использованы методы анализа, синтеза, классификация, сравнение. Полученными результатами являются схема взаимосвязи направлений цифровой трансформации, сформированные рекомендации по цифровизации деятельности, применимые для компаний в частности и отраслей экономики в целом.

Возрастающее ежегодно количество циркулирующей информации способствовало тому, что в настоящее время процесс информатизации затронул все сферы человеческой деятельности, в том числе и здравоохранение. Спецификой данной отрасли является объективная необходимость использования накопленного опыта, статистики и субъективных факторов при определении заболеваний и методов лечения. Это обуславливает наличие хранилищ больших объемов информации, накопленных данных, необходимости их анализа и, следовательно, автоматизации и информатизации их обработки.

Под информатизацией здравоохранения понимается процесс проведения комплекса мероприятий, направленных на своевременное и полное обеспечение участников того или иного вида деятельности в сфере здравоохранения необходимой информацией, определенным образом переработанной и при необходимости преобразованной [5]. Основной целью информатизации в данной сфере является удовлетворение потребностей населения в медицинских услугах, повышение качества услуг, повышение

эффективности работы учреждений и медперсонала.

К основным задачам информатизации здравоохранения, по мнению автора, следует отнести:

- создание информационных ресурсов в форме, удобной для обработки с применением информационных технологий;
- создание качественных информационных ресурсов с точки зрения охвата всех необходимых функций;
- создание инфраструктуры для связи объектов обработки информации, соответствующих производственным объектам;
- создание и поддержка математического и программного обеспечения для обработки информации, представления ее в требуемой форме;
- обеспечение надежного функционирования средств обработки;
- обеспечение безопасности обрабатываемой информации (защита от несанкционированного доступа, поддержание целостности и актуальности).

Подходы к решению перечисленных задач зависят от особенностей, производственных задач, масштаба и подчиненности учреждений. Следует отметить, что многие медицинские учреждения Российской Федерации уже применяют средства автоматизации документооборота, вычислительные средства для поиска требуемой информации, диагностики и прогнозирования, однако разработанные и применяемые в данной сфере информационные системы, как правило, носят узконаправленный характер, ориентированный на обеспечение частных функций и задач [4; 7].

Наиболее актуальным направлением информатизации здравоохранения является необходимость создания, применения и развития, специализированных медицинских информационных систем, позволяющих автоматизировать процессы обработки медицинской информации.



Рис. 1. Обобщенная структура диагностической медицинской информационной системы

Современные информационные технологии в здравоохранении используются для решения следующих наиболее значимых (общих) задач.

1. Диагностика на основе применения экспертных оценок, обработки профессионального опыта, распознавания и т.д.

2. Прогнозирование с применением математических моделей, методов оценки вероятностей различных направлений развития заболеваний, поиск прецедентов из множества аналогов, имеющих в базе данных системы.

3. Выбор метода лечения, для чего используются базы данных, содержащие информацию об аналогах, знания экспертов и т.д.

4. Обработка медико-биологической информации, в том числе полученной с применением специализированных аппаратно-программных комплексов медицинского оборудования (результаты анализов, лабораторных исследований и т.д.).

В настоящее время практическое применение приобретает использование виртуальной реальности в медицине, в том числе при реабилитации. Наиболее известными и перспективными в плане использования в реабилитации являются платформы [3]: *Virtuix Omni* (<https://www.virtuix.com/>), *KatWalk* (<https://katvr.com/>), *Spacewalker VR* (www.spacewalkervr.com/), *Infinadeck* (<https://www.infinadeck.com/>), *Cyberith Virtualizer* (<https://www.cyberith.com/>), *Icaros VR* (<https://www.icaros.com/>), *Owatch* (<https://www.stekiamusement.com/>).

Однако, по мнению автора, диагностика представляет собой наиболее важное направле-

ние информатизации данной сферы, так как это будет способствовать совершенствованию применяемых методов, уменьшению вероятности постановки ошибочного диагноза, повышению точности прогнозов. Медико-технологические консультативно-диагностические системы, назначением которых является сбор и обработка медицинских данных о пациентах, получаемых от различных источников (анализы, обследования с применением специального оборудования, диагнозы специалистов и т.д.), являются наиболее важным направлением информатизации здравоохранения.

Диагностические медицинские системы дают возможность накапливать и применять имеющийся опыт в принятии решений, привлекать различных специалистов для удаленной диагностики, осуществлять статистическую обработку результатов анализов и обследований и прогнозировать развитие заболеваний при том или ином способе лечения.

Вследствие этого наиболее важные области применения консультативно-диагностических систем – неотложное и угрожающее состояния, которые характеризуются дефицитом времени, ограниченными возможностями обследования и консультаций и нередко малой клинической симптоматикой при высокой угрозе для жизни больного и быстрых темпах развития процесса. Обобщенная структура диагностической медицинской информационной системы (МИС) представлена на рис. 1.

Среди диагностических систем важное место занимают системы, которые работают с

изображениями объектов обследования (медицинскими изображениями), полученными с помощью специального медицинского оборудования (результаты МРТ, ЭКГ, УЗИ и т.д.). Такие системы представляют практический интерес в связи с большим количеством различных обследований, результатами которых являются изображения, а также с достаточно хорошо развитыми методами обработки изображений.

Таким образом, информатизация здравоохранения представляет собой современную тенденцию развития отрасли, обеспечивающую повышение качества и доступности медицинских услуг и расширение сферы применения

современных методов лечения, диагностики и профилактики населения. Данная тенденция органически вписывается в создание цифровой экономики Российской Федерации. Медицинские информационные системы являются основным направлением информатизации медицины, так как позволяют решать весь комплекс задач, стоящих как перед медучреждениями, так и перед государственными органами управления медициной. Одной из важных областей применения медицинских информационных систем является диагностика на основе анализа изображений, которые являются основным результатом многих медицинских исследований.

Список литературы

1. Бойко, Е.Л. Цифровое здравоохранение / Е.Л. Бойко // Вестник Росздравнадзора. – 2018. – № 3. – С. 5–8.
2. Егорова, А.В. Информатизация системы здравоохранения как фактор повышения качества социальных услуг / А.В. Егорова // Компьютерные технологии в моделировании, управлении и экономике: Сборник материалов X Студенческой всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 2018. – С. 239–241.
3. Технологии виртуальной реальности в медицинской реабилитации, как пример современной информатизации здравоохранения / О.Э. Карпов, В.Д. Даминов, Э.В. Новак [и др.] // Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. – 2020. – Т. 15. – № 1. – С. 89–98.
4. Попова, Н.М. Электронная регистратура и электронная карта как часть проекта информатизации здравоохранения / Н.М. Попова, А.Н. Минахметова, Я.А. Миловидова // Синергия Наук. – 2018. – № 29. – С. 754–758.
5. Сайт ФГБОУ Центральный НИИ организации и информатизации здравоохранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://old.mednet.ru/ru/informatizatsiya-zdravookhraneniya/obshhaya-informatsiya.html>.
6. Скрыль, Т.В. Цифровая трансформация сферы здравоохранения: Российская и зарубежная специфика / Т.В. Скрыль, А.С. Парамонов // Карельский научный журнал. – 2017. – Т. 6. – № 3(20). – С. 137–140.
7. Информатизация как важнейший фактор успешного развития учреждения здравоохранения / О.В. Стрельченко, М.И. Воевода, А.Л. Заиграев, В.М. Чернышев // Сибирский научный медицинский журнал. – 2019. – Т. 39. – № 2. – С. 110–115.

References

1. Boyko, Ye.L. Tsifrovoye zdravookhraneniye / Ye.L. Boyko // Vestnik Roszdravnadzora. – 2018. – № 3. – S. 5–8.
2. Yegorova, A.V. Informatizatsiya sistemy zdravookhraneniya kak faktor povysheniya kachestva sotsial'nykh uslug / A.V. Yegorova // Komp'yuternyye tekhnologii v modelirovani, upravlenii i ekonomike: Sbornik materialov KH Studencheskoy vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem, 2018. – С. 239–241.
3. Tekhnologii virtual'noy real'nosti v meditsinskoy reabilitatsii, kak primer sovremennoy informatizatsii zdravookhraneniya / O.E. Karpov, V.D. Daminov, E.V. Novak [i dr.] // Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N.I. Pirogova. – 2020. – Т. 15. – № 1. – S. 89–98.
4. Popova, N.M. Elektronnaya registratura i elektronnaya karta kak chast' proyekta informatizatsii zdravookhraneniya / N.M. Popova, A.N. Minakhmetova, YA.A. Milovidova // Sinergiya Nauk. – 2018. –

№ 29. – S. 754–758.

5. Sayt FGBOU Tsentral'nyy NII organizatsii i informatizatsii zdravookhraneniya [Electronic resource]. – Access mode : <https://old.mednet.ru/ru/informatizacziya-zdravooxraneniya/obshhaya-informacziya.html>.

6. Skryl', T.V. Tsifrovaya transformatsiya sfery zdravookhraneniya: Rossiyskaya i zarubezhnaya spetsifika / T.V. Skryl', A.S. Paramonov // Karel'skiy nauchnyy zhurnal. – 2017. – T. 6. – № 3(20). – S. 137–140.

7. Informatizatsiya kak vazhneyshiy faktor uspehnogo razvitiya uchrezhdeniya zdravookhraneniya / O.V. Strel'chenko, M.I. Voyevoda, A.L. Zaigrayev, V.M. Chernyshev // Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal. – 2019. – T. 39. – № 2. – S. 110–115.

© М. Чувашов, 2022

УДК 33.021.8

Г.А. ГОНЧАРОВ

НОУ ВО «Санкт-Петербургский Гуманитарный университет профсоюзов», г. Санкт-Петербург

ГЛОБАЛЬНЫЙ КОНФЛИКТ И КОНТУРЫ НОВОГО МИРОПОРЯДКА В СОВРЕМЕННОЙ ГУМАНИТАРНОЙ НАУЧНОЙ МЫСЛИ (ПО ИТОГАМ XX МЕЖДУНАРОДНЫХ ЛИХАЧЕВСКИХ НАУЧНЫХ ЧТЕНИЙ)

Ключевые слова: гегемония; гибридная война; глобальный конфликт; Лихачевские научные чтения; миропорядок; многополярность; санкции; суверенитет; традиционные ценности.

Аннотация. Статья посвящена анализу основных итогов научной дискуссии, развернувшейся на прошедшей 9–10 июня 2022 г. ежегодной конференции «Международные Лихачевские научные чтения» (далее – Чтения). Цель исследования заключается в анализе накопившихся в современном мире глобальных противоречий, разрешение которых объективно требует коренного переустройства сложившегося на данный момент времени геополитического и геоэкономического порядка, а также поиска путей построения нового мирового порядка, основанного на принципах обеспечения глобальной безопасности, многополярности, политического, экономического, культурного суверенитета стран мира, осуществленном в рамках XX международных Лихачевских чтений.

9–10 июня 2022 г. в Санкт-Петербургском Гуманитарном университете профсоюзов состоялись научные дискуссии в рамках XX Международных Лихачевских научных чтений – крупнейшего в мире ежегодного форума гуманитарного знания с общей тематикой «Глобальный конфликт и контуры нового мирового порядка». Данный форум стал наиболее представительным по авторитетности его участников в научном мире и наиболее значительным по масштабам осмысления гуманитарных проблем

мирового развития научным событием года. В Чтениях приняли участие академики И.О. Абрамова, С.Ю. Глазьев, А.А. Громыко, А.А. Гусейнов, А.С. Запесоцкий, А.Г. Лисицын-Светланов, В.Л.Макаров, В.В. Наумкин, А.Д. Некипелов, Р.И. Нигматулин, М.Б. Пиотровский, А.И. Рудской, В.А. Тишков, Ж.Т. Тощенко, Т.Я. Хабриева, В.А. Черешнев и др.; представители Совета Федерации РФ К.И. Косачев, С.И. Кисляк; представители Государственной Думы РФ Е.Г. Драпеко, К.Ф. Затулин, А.К. Исаев; представитель Министерства иностранных дел (МИД) РФ М.В. Захарова; свыше 120 докторов наук, профессоров. Всего на заседаниях форума выступило свыше 200 ученых, государственных и общественных деятелей из 40 регионов России и восьми стран мира. Представили к публикации результаты научных исследований более 1 000 ученых.

При реализации проекта «XX Международные Лихачевские научные чтения» были использованы средства государственной поддержки, выделенные в качестве гранта в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 30 января 2019 г. № 30 и на основании Конкурса на предоставление грантов Президента Российской Федерации на развитие гражданского общества [5].

В процессе научных дискуссий на Чтениях обсуждался широкий диапазон проблем, определяющих сущность современного глобального конфликта и пути изменения мирового порядка. Двухдневные поиски научной истины имели междисциплинарный характер и развернулись в ходе пленарного заседания, панельной дискуссии и заседаний по шести тематическим

секциям.

Открыл работу пленарного заседания Председатель оргкомитета Чтений – ректор Санкт-Петербургского Гуманитарного университета, член-корреспондент Российской академии наук (РАН), академик Российского авторского общества (РАО) А.С. Запесоцкий. Свои доклады представили и приняли участие в дискуссиях директор Государственного Эрмитажа, член Президиума РАН М.Б. Пиотровский; член Государственного совета РФ, председатель Федерации независимых профсоюзов РФ М.В. Шамаков; директор Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве РФ, академик РАН Т.Я. Хабриева; директор Департамента информации и печати МИД РФ, Чрезвычайный и Полномочный Посол М.В. Захарова; первый заместитель председателя Государственной Думы Федерального собрания РФ по делам СНГ, депутат Государственной Думы К.Ф. Затулин; первый заместитель председателя Комитета Государственной Думы по культуре, заслуженная артистка РФ Е.Г. Драпеко; министр по интеграции и макроэкономике Евразийской экономической комиссии, академик РАН С.Ю. Глазьев; заместитель председателя Совета Федерации Федерального собрания РФ К.И. Косачев; заместитель руководителя фракции Всероссийской политической партии «Единая Россия» в Государственной Думе Федерального собрания РФ А.К. Исаев; научный руководитель Института востоковедения РАН, академик РАН В.В. Наумкин; директор Московской школы экономики МГУ им. М.В. Ломоносова, академик РАН А.Д. Некипелов; научный руководитель Института океанографии им. П.П. Ширшова, академик РАН Р.И. Нигматулин; первый заместитель председателя Комитета Совета Федерации Федерального собрания РФ по международным делам, Чрезвычайный и Полномочный Посол С.И. Кисляк; заместитель Министра информации Республики Беларусь И.И. Бузовский; заместитель директора Центрального экономико-математического института РАН, член-корреспондент РАН Г.Б. Клейнер; первый заместитель генерального директора ТАСС, доктор политических наук М.С. Гусман.

В докладах на пленарном заседании была дана оценка сложившейся на сегодняшний день политико-экономической ситуации в мире, первым результатам санкционной войны между США и их союзниками и Россией, слабым и сильным позициям России в противостоянии

с Западом. Докладчики также большое внимание уделили научному обоснованию стратегических мер развития политической системы, экономики, науки, образования, культуры России в условиях глобального конфликта и реформирования мирового порядка.

Наиболее острые проблемы построения многополярного миропорядка и определения места и роли России в этом процессе стали предметом обсуждения в рамках панельной дискуссии «Великая шахматная доска «сегодня и завтра»». Модератор дискуссии, ректор СПбГУП А.С. Запесоцкий применил форму живого общения зала и спикеров С.Ю. Глазьева, К.Ф. Затулина, М.В. Захаровой, А.К. Исаева, С.И. Кисляка, К.И. Косачева, В.В. Наумкина, М.В. Шамакова, что существенно расширило возможности и повысило интенсивность научного поиска.

В ходе дискуссии неоднократно отмечалось, что нестабильная политическая и экономическая ситуация в мире как следствие усиления борьбы за геополитический и геоэкономический передел мира объективно актуализирует проблему обеспечения национальной безопасности России [2].

Значительное внимание было уделено проблеме формирования и утверждения единой общероссийской идеологии как основе народного единства. Особая роль в этом процессе отводится системе моральных и культурных ценностей, которые необходимо четко артикулировать и утверждать в современном российском обществе [3].

Инструментом достижения целей в современном глобальном конфликте стали санкции. Экономические санкции, административные ограничения и другие средства недобросовестной конкуренции цинично и открыто применяются группой стран союзников США для того, чтобы ослабить и в конечном счете разрушить российскую экономику, дестабилизировать социальную ситуацию, разрушить российское государство. США и Европейский союз (ЕС) уже применили шесть пакетов антироссийских санкций и готовят седьмой.

Санкции нанесли ощутимый удар по экономике России, что выразилось: 1) во временной дестабилизации финансового сектора экономики и колебании курса национальной валюты; 2) в увеличении темпа инфляции до 20 %; 3) в массовом уходе иностранных инвесторов с рынков России; 4) в нарушениях логисти-

ческих цепочек; 5) в снижениях товарооборота с ЕС и другими недружественными странами; 6) в снижении капитализации значительного количества отечественных компаний; 7) в снижении уровня реальных доходов населения и т.п.

Однако, по мнению большинства участников дискуссии, санкции не достигли и в принципе не могут достичь поставленной Западом цели (существенно ослабить Россию). Российская экономика выдержала удар, а ответные санкционные меры нанесли существенный урон экономикам ЕС, Великобритании и США. Российский финансовый рынок удалось быстро стабилизировать за счет использования золотовалютных запасов, административного регулирования валютной выручки, повышения базовой учетной ставки, сокращения зоны использования доллара и евро [1].

В целом, модель санкционной войны между США, ЕС и Россией характеризуется следующим.

Цели США и ЕС в санкционной войне против России: 1) сдерживание экономического развития и социально-политическая дестабилизация России; 2) снижение ее военно-экономического потенциала; 3) международная политическая, экономическая, культурная и т.д. изоляция России; 4) создание предпосылок для «деколонизации» «Российской империи» и ее распада на десятки небольших (лояльных в перспективе к гегемонии США) государств.

Цели России: 1) ослабление геополитической и геоэкономической гегемонии США, внесение раскола в «единство» Запада; 2) существенный реинжиниринг международной валютной системы и снижение в ней роли Федеральной резервной системы (ФРС) США, ослабление позиций доллара и евро в международных расчетах; 3) ускорение процесса развития новых геополитических и геоэкономических «центров силы» с участием России и перехода к многополярному миру.

Таким образом, оба субъекта взаимно придерживаются следующих целей: 1) ослабление конкурентов (предотвращение проблем); 2) давление; 3) защита и безопасность своих позиций.

При такой модели стоит учитывать, что США и Россия, как крупные игроки, имеют значительную степень влияния в таких международных структурах, как Совет Безопасности Организации Объединенных Наций (СБ ООН), Международный валютный фонд (МВФ), Организация по безопасности и сотрудничеству в

Европе (ОБСЕ), Содружество Независимых Государств (СНГ) и др. Это означает, что данные государства могут влиять на процесс принятия политических решений менее влиятельных государств. Так, следует отметить открытое давление США на все страны мира в отношении антироссийских санкций.

При данной модели конфликт невозможно устранить усилиями других государств во имя мира и стабильности – это одно из условий возникновения «санкционной войны», т.к. третьи страны менее влиятельны и попытка примирения носит в себе издержки для них, которые сосредоточены в потерях разного рода контактов и связей со страной-участницей «санкционной войны». Поэтому интересы таких государств также состоят в лояльном отношении к более влиятельным государствам.

В качестве основных «критериев победы в глобальном конфликте» для России предложено использовать показатели устойчивости экономики, политической системы, социальной стабильности [6].

Также для эффективного управления функционированием и развитием экономики в настоящий период необходим незамедлительный переход к системе стратегического планирования, основанной на уже опробованных механизмах государственно-частного партнерства с введением процедур ответственности за достижение плановых показателей, и подкрепленной целеориентированной денежно-кредитной политикой финансирования реализации документов стратегического планирования [4].

Экономическими последствиями разрешения глобального конфликта, по мнению большинства докладчиков, станет ускорение процесса новой геоэкономической реальности, что выразится в следующем:

- разрушение существующей международной финансовой системы, сокращение сферы использования доллара США, суверенизации национальных валют и национальных экономик;
- переориентация внешнеторговых отношений в мире;
- структурная и организационно-управленческая перестройка национальных экономик (Россия и другие страны Евразийского экономического союза (ЕАЭС));
- формирование и развитие новых региональных экономических образований;

- снижение роли США, ЕС, Великобритании и Японии как мировых экономических центров;
 - усиление Китая, Индии, России и экономических союзов, созданных с участием указанных стран в роли мировых экономических центров;
 - формирование новых глобальных логистических систем.
- XX Лихачевские научные чтения в оче-

редней раз представили миру науки богатство идей, разнообразие позиций и точек зрения, которые фокусировались на единой проблематике – глобальном конфликте и контурах нового мирового порядка. Чтения подтвердили свой статус крупнейшего международного форума в сфере гуманитарной науки, заложили основы и определили направления дальнейших научных исследований путей формирования нового мирового порядка.

Список литературы

1. Глазьев, С.Ю. О текущем положении России в мировой гибридной войне и создании необходимых условий для нашей победы [Электронный ресурс] – Режим доступа : file:///D:/ГУП/Лихачевские чтения/Пленарное%20заседание/Glazyev__8.pdf.
2. Затулин, К.Ф. Украинский вопрос. Доклад на XX Лихачевских научных чтениях [Электронный ресурс] – Режим доступа : file:///D:/ГУП/Лихачевские%20чтения/Пленарное%20заседание/Zatulin__.pdf.
3. Исаев, А.К. О текущем моменте [Электронный ресурс] – Режим доступа : file:///D:/ГУП/Лихачевские%20чтения/Пленарное%20заседание/Isaev__8.pdf.
4. Некипелов, А.Д. Экономика России в период кризиса мирохозяйственного устройства [Электронный ресурс] – Режим доступа : file:///D:/ГУП/Лихачевские%20чтения/Пленарное%20заседание/Nekipelov__9.pdf.
5. По информации официального сайта Санкт-Петербургского Гуманитарного университета профсоюзов [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://www.gup.ru/events/news/detail.php?ID=223926>.
6. Шмаков, М.В. Глобальный конфликт и контуры нового мирового порядка [Электронный ресурс] – Режим доступа : file:///D:/ГУП/Лихачевские%20чтения/Пленарное%20заседание/Shmakov__7.pdf.

References

1. Glaz'yev, S.YU. O tekushchem polozhenii Rossii v mirovoy gibridnoy voyne i sozdanii neobkhodimykh usloviy dlya nashey pobedy [Electronic resource]. – Access mode : file:///D:/GUP/Likhachevskiye chteniya/Plenarnoye%20zasedaniye/Glazyev__8.pdf.
2. Zatulin, K.F. Ukrainskiy vopros. Doklad na KHKH Likhachevskikh nauchnykh chteniyakh [Electronic resource]. – Access mode : file:///D:/GUP/Likhachevskiye%20chteniya/Plenarnoye%20zasedaniye/Zatulin__.pdf.
3. Isayev, A.K. O tekushchem momente [Electronic resource]. – Access mode : file:///D:/GUP/Likhachevskiye%20chteniya/Plenarnoye%20zasedaniye/Isaev__8.pdf.
4. Hekipelov, A.D. Ekonomika Rossii v period krizisa mirokhozaystvennogo ustroystva [Electronic resource]. – Access mode : file:///D:/GUP/Likhachevskiye%20chteniya/Plenarnoye%20zasedaniye/Nekipelov__9.pdf.
5. Po informatsii ofitsial'nogo sayta Sankt-Peterburgskogo Gumanitarnogo universiteta profsoyuzov [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.gup.ru/events/news/detail.php?ID=223926>.
6. Shmakov, M.V. Global'nyy konflikt i kontury novogo mirovogo poryadka [Electronic resource]. – Access mode : file:///D:/GUP/Likhachevskiye%20chteniya/Plenarnoye%20zasedaniye/Shmakov__7.pdf.

УДК 339.1

Е. С. КУЛИКОВА

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург

СОЦИАЛЬНЫЕ МЕДИА КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОДВИЖЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

Ключевые слова: ВКонтакте; Одноклассники; социальные медиа; цифровой маркетинг; *Social Media Marketing (SMM); Twitter; YouTube.*

Аннотация. Стабильное развитие цифровых технологий предоставляет современным предприятиям и организациям, продающим товары и услуги, широкие возможности виртуального взаимодействия с потребителем. В контексте развития программы «Цифровая экономика 2024» важным аспектом становится цифровизация территорий регионов в сети Интернет. В связи с наличием в настоящее время большого количества инструментов цифрового маркетинга администрации регионов ощущают необходимость выделиться среди конкурентов, привлечь внимание населения к их территории, повысить узнаваемость территории, оптимизировать затраты на виртуальную рекламу. Цель статьи – провести анализ инструментов и сервисов *SMM* для продвижения территории. В статье описаны возможности социальных медиа в решении указанных задач. Перечислены преимущества *SMM* в сравнении с традиционным маркетингом.

Огромную роль в содействии коммуникациям при продвижении продукта на рынке играют социальные медиа, посредством которых представители бизнеса организуют оперативную связь с покупателем, продвигают свой товар.

Стало возможным решение таких стратегических бизнес-задач, как повышение темпов и качества подачи информации потенциальным клиентам, обратной связи от них. Это помогает сформировать и совершенствовать особую лояльность покупателей к продвигаемому бренду.

Большой интерес у предпринимателей при решении тактических задач вызывают возможности мотивирования клиентов на повторные

покупки, прокламирования промо-акций, что существенно повышает продажи [2].

Наиболее широко распространенными в нашей стране *SMM*-направлениями массовых интернет-коммуникаций являются социальные сети ВКонтакте, Одноклассники, блог *Twitter*; видео- и фотоблоги *YouTube*.

В социальных сетях ВКонтакте, Одноклассники, *Facebook* на отдельных страницах собираются сторонники тех или иных компаний для обсуждения качества, преимуществ и недостатков товаров, брендов, совместного поиска решений.

У такого рода виртуальных групп нет обратной связи с компаниями. Фирмы самостоятельно создают сообщества представителей целевой аудитории. В отделах маркетинга специальные работники поддерживают бренд-сообщества, обеспечивают обратную связь, формируют и продвигают в социальных сетях группы людей с общими интересами в отношении деятельности компании.

Посредством Твиттера, направляя короткие сообщения на домашние страницы подписанных на блог пользователей, компании продвигают свои бренды: дают ссылки на веб-сайты, сообщества, фото- и видеоматериалы, упоминания в средствах массовой информации.

В сервисе с элементами социальной сети Инстаграм (запрещен на территории РФ) для продвижения торговой марки создается аккаунт, в котором можно пользоваться функциями обмена фотографиями, видеозаписями, проведения прямых видеотрансляций. Заинтересованные пользователи подписываются на страницу, высказывают свое мнение о продукте, оценивают полученную в аккаунте информацию.

На сервисе *YouTube* компании размещают видеозаписи, посвященные новым товарам, интегрируя в одном ролике рекламу и тему сообщения.

Очевидными «плюсами» социальных медиа при создании содержания и обмена им для продвижения продукции можно назвать:

- гарантированное получение пользователем в определенное время нужной ему информации;
- возможность внесения корректив в опубликованные сведения;
- использование ссылок на любые материалы;
- невозможность полного контроля за содержанием страницы [1].

Активно используют социальные сети для продвижения своей продукции представители крупного бизнеса: финансисты, виртуальные операторы сетевой связи.

SMM-процессы осваивает и средний бизнес: исполнители отдельных категорий товаров, туристические организации, предприятия торговой сферы.

Владельцы малого бизнеса также строят свою маркетинговую стратегию с учетом возможностей и преимуществ социальных медиа [4].

Внедрение социальных медиа в работу фирм осуществляется посредством ряда шагов:

- отбор инструментария, который обеспечит эффективность деятельности;
- согласование возможностей *SMM* с маркетинговыми целями и задачами организации;
- четкое определение вектора дальнейших мероприятий, направленных на превращение осведомленности потенциального покупателя о товаре в желание стать его обладателем;
- оценка социальных медиа-платформ с точки зрения бизнес-стратегии фирмы и интересов целевой аудитории [3].

Несмотря на то, что *SMM* является стратегией пролонгированного результата (ее эффективность можно будет увидеть не ранее, чем через 3–6 месяцев после начала внедрения), при грамотном ведении дела повысится качество презентаций компании и ее товаров. Существенно возрастет число клиентов. Возникнут новые, стабильные партнерские деловые отношения. Станет выше рейтинг фирмы

в поисковых системах. На фоне снижения маркетинговых расходов увеличатся продажи продукции [5].

Помимо преимуществ применения *SMM* в бизнесе, следует назвать проблемы.

Не всегда получается качественно рассчитать уровень возврата инвестиций из-за некачественного мониторинга влияния мероприятий в социальных сетях на повышение продаж в конкретном сегменте. У каждой организации должна быть собственная система проведения измерений и оценки результатов.

Не каждая компания таргетирует на правильную целевую аудиторию, что также является риском при использовании *SMM* для ведения бизнеса. Необходимы хорошие инструменты для оптимизации стратегии управления и грамотное владение ими.

Что касается других источников *SMM* продвижения, для социальных сетей реализовали функцию анализа публикации и рекомендацию другим пользователям особо интересный контент. Таким образом, современный бизнес занимается не только созданием качественного продукта, а еще тратит много сил на создание качественного контента, который будет автоматически рекомендоваться к просмотру другим пользователям. Поэтому все успешные компании обязательно имеют в своем арсенале несколько страниц бренда, которые могут выступать как блог, магазин или какая-то еще тематическая страница.

2020 г. стал очередным годом увеличенного внимания к *SMM*. Все больше пользователей, желающих начать собственное дело, использовали в первую очередь рекламные инструменты в социальных сетях и только позже при необходимости обращались к контекстной медийной рекламе. Из-за того, что социальные сети стерли границы между городами, областями и странами, люди научились вести бизнес со своего смартфона из любой точки мира. Поэтому *SMM* с года в год будет увеличивать объем инвестируемых денег в него и становиться одним из главных инструментов для привлечения новых клиентов.

Список литературы

1. Амирова, Д.Р. Преимущества использования инструментов интернет-маркетинга для современных компаний / Д.Р. Амирова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2018. – № 2. – С. 14–17.
2. Костина, С.А. Маркетинг в социальных сетях как инструмент продвижения товаров и ус-

луг / С.А. Костина, Д.И. Усманов // Научный альманах. – 2015. – № 9(11). – С. 205–208.

3. Куликова, Е.С. Государство и образование: маркетинговый подход / Е.С. Куликова, В.В. Сулимин // Цифровая экономика: особенности и тенденции развития : сборник статей Всероссийской научно-практической очно-заочной конференции. – Нижний Тагил : Уральский институт подготовки кадров, 2018. – С. 75–80.

4. Сулимин, В.В. Социальные сети как инструмент развития бизнеса / В.В. Сулимин // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2020. – № 7(109). – С. 131–133.

5. Уманская, М.В. SMM как элемент стратегии развития предприятия / М.В. Уманская, С.В. Петров // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2018. – № 6-2. – С. 104–106.

References

1. Amirova, D.R. Preimushchestva ispol'zovaniya instrumentov internet-marketinga dlya sovremennykh kompaniy / D.R. Amirova // Ekonomika i biznes: teoriya i praktika. – 2018. – № 2. – S. 14–17.

2. Kostina, S.A. Marketing v sotsial'nykh setyakh kak instrument prodvizheniya tovarov i uslug / S.A. Kostina, D.I. Usmanov // Nauchnyy al'manakh. – 2015. – № 9(11). – S. 205–208.

3. Kulikova, Ye.S. Gosudarstvo i obrazovaniye: marketingovyy podkhod / Ye.S. Kulikova, V.V. Sulimin // Tsifrovaya ekonomika: osobennosti i tendentsii razvitiya : sbornik statey Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy ochno-zaochnoy konferentsii. – Nizhniy Tagil : Ural'skiy institut podgotovki kadrov, 2018. – S. 75–80.

4. Sulimin, V.V. Sotsial'nyye seti kak instrument razvitiya biznesa / V.V. Sulimin // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2020. – № 7(109). – S. 131–133.

5. Umanskaya, M.V. SMM kak element strategii razvitiya predpriyatiya / M.V. Umanskaya, S.V. Petrov // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i yestestvennykh nauk. – 2018. – № 6-2. – S. 104–106.

© Е.С. Куликова, 2022

УДК 65.9

Е.Н. ЛОБАЧЕВА, Т.И. КУЗНЕЦОВА, М.А. КУЗНЕЦОВ

ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет

имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва

НОВЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СОВРЕМЕННОГО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ключевые слова: контроль качества заготовки; система контроля *HD LASr*; система контроля *SIAS*; технология лазерного сечения.

Аннотация. В современных условиях в целях совершенствования управления производством возникает потребность в автоматизации контроля продукции. В связи с этим повышается актуальность комплексного исследования систем контроля качества поверхностей металлопродукции, заготовок, размеров оборудования и т.д. Цель исследования – анализ новых систем автоматизированного контроля современного высокотехнологичного производства. Задачи: определить новые системы автоматизированного контроля и их влияние на эффективность производства. Гипотеза исследования: системы автоматизированного контроля производства и их развитие в условиях кризиса. Методы исследования: системный подход, обобщение, сравнительный анализ. Достигнутые результаты: проанализированы различные системы автоматизированного контроля высокотехнологичного производства, определены пути снижения производственных затрат в условиях кризиса.

В настоящее время роль автоматизированного контроля продукции возрастает. Системы автоматизированного контроля производственных процессов включают: системы контроля качества металлических поверхностей, заготовок, размеров оборудования, центрирование установок непрерывной разливки стали и т.д. [1].

Система «*Dimension control and surface analysis of hot rolled*» основана на технологии лазерного светового сечения и объединяет два продукта: *MEERGAUGE* – измерение труб, катушки, прутка и *PROGAUGE* – измерение рельс, швеллера, тавра [2].

Измерительная система работает на основе технологии лазерного светового сечения с использованием датчиков, выполняющих синхронные бесконтактные измерения по всему поперечному сечению. Датчики измеряют до 15 000 контуров в секунду. Для этого специальные лазеры проецируют линии на поверхность изделия. Камеры улавливают отраженный лазерный свет, а интегральная схема преобразует изображение в координаты *XУ* (рис. 1).

Значения координат, зарегистрированные всеми датчиками, расположенными вокруг продукта, представляют собой точное поперечное сечение продукта. Для точного и полного захвата сложных контуров датчики освещают различные области контура лазером разных цветов. Это важная основа для синхронного измерения каждого поперечного сечения (рис. 2).

На основе высокоточных измерений поперечного сечения системы автоматизированного контроля генерируют точную информацию, необходимую для управления процессом прокатки, и загружают ее обратно в производственную систему. Данные отображаются на рабочих местах операторов завода и/или автоматически анализируются системами управления компании с целью повышения качества продукции.

Автоматизированные установки позволяют вести контроль при высоких температурах (до 600–1 000 °С), значительно сокращают время между разливкой стали и проведением контроля (с 3–4 суток до 1 ч.) [3].

Примером автоматизированного контроля металлоизделий является автоматизированная установка ультразвукового контроля заготовок, основанная на способе бесконтактного электромагнитно-акустического измерения. Установка в режиме реального времени осуществляет контроль толщины сляба и поиск дефектов сталеплавильного происхождения.

Достоинством автоматизированного кон-

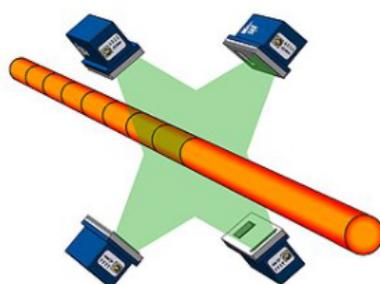


Рис. 1. Автоматизированная система «*Dimension control and surface analysis of hot rolled*» с четырьмя датчиками

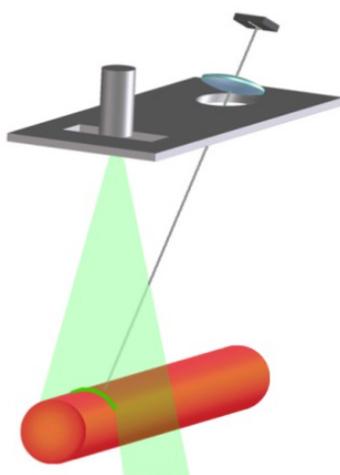


Рис. 2. Измерение поперечного сечения заготовки системой автоматизированного контроля

троля при высоких температурах является возможность использования его результатов при загрузке слитков в нагревательные колодцы при температуре поверхности слитка более 400 °С. Наряду с достоинствами автоматизированный контроль имеет ряд недостатков, а именно: значительное удорожание оборудования; необходимость перепроверки результатов контроля, если металл остужался, так как в настоящее время нет данных, устанавливающих, при каких температурах прекращаются рост и образование дефектов [4].

Учеными разработан уникальный инструмент для выравнивания пресс-форм, сегментов и направляющих деталей *HD LASr [strand]*, который заменяет шаблоны для измерения тол-

щины заготовки тремя измерительными инструментами: лазерным трекером, отражателем, предметным стеклом [5].

Мировым лидером в области контроля качества поверхности оцинкованной продукции является автоматизированная система *SIAS*. Система обнаруживает и идентифицирует критические дефекты: отверстия, царапины, дуговые пятна. *SIAS* предоставляет высокоточную информацию о качестве поверхностей на автомобильном рынке, рынке упаковки и бытовой техники.

Использование инновационных технологий автоматизированного контроля производства позволит снизить затраты труда, материалов, времени.

Список литературы

1. Кузнецов, А.А. Совершенствование производственной системы металлургического предприятия на основе инноваций / А.А. Кузнецов // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 3(129). – С. 150–152.
2. Кузнецова, Т.И. Цифровое предприятие в концепции «Индустрия 4.0» / Т.И. Кузнецова, Г.М. Иванов, О.И. Опарин // Гуманитарный вестник. – 2017. – № 12(62). – С. 10.
3. Латышенко, К.П. Автоматизация измерений, контроля и испытаний : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Стандартизация и метрология» / К.П. Латышенко. – М. : Академия, 2012.
4. Самсонов, К.С. Повышение эффективности системы контроля за созданием инновационных материалов / К.С. Самсонов, А.В. Севрюкова, Т.И. Кузнецова // Гуманитарный вестник. – 2016. – № 10(48). – С. 6.
5. The dynamic model of elements' interaction within system of science-intensive production under unstable macroeconomic conditions / A. Chursin, P. Drogovoz, T. Sadovskaya, V. Shiboldenkov // Journal of Applied Economic Sciences. – 2017. – Vol. 12. – No 5(51). – P. 1520–1530.

References

1. Kuznetsov, A.A. Sovershenstvovaniye proizvodstvennoy sistemy metallurgicheskogo predpriyatiya na osnove innovatsiy / A.A. Kuznetsov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 3(129). – S. 150–152.
2. Kuznetsova, T.I. Tsifrovoye predpriyatiye v kontseptsii «Industriya 4.0» / T.I. Kuznetsova, G.M. Ivanov, O.I. Oparin // Gumanitarnyy vestnik. – 2017. – № 12(62). – S. 10.
3. Latyshenko, K.P. Avtomatizatsiya izmereniy, kontrolya i ispytaniy : uchebnik dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy, obuchayushchikhsya po napravleniyu «Standartizatsiya i metrologiya» / K.P. Latyshenko. – M. : Akademiya, 2012.
4. Samsonov, K.S. Povysheniye effektivnosti sistemy kontrolya za sozdaniyem innovatsionnykh materialov / K.S. Samsonov, A.V. Sevryukova, T.I. Kuznetsova // Gumanitarnyy vestnik. – 2016. – № 10(48). – S. 6.

© Е.Н. Лобачева, Т.И. Кузнецова, М.А. Кузнецов, 2022

УДК 338.49:332.12:330.341

*Т.Л. ПЕРВУШИНА, Е.И. ГАЛИУТИНОВА**ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск*

ИННОВАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА РЕГИОНА И ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

Ключевые слова: инновационная деятельность; инновационная инфраструктура; инновационная система; инновация; регион; цифровые технологии.

Аннотация. Одним из приоритетных направлений социально-экономического развития Российской Федерации является развитие науки, национальной инновационной системы, технологий и действенных механизмов реализации инновационной политики. Инфраструктура занимает значительную часть инновационной системы. Она служит связующим звеном между создателями инноваций и производителями товаров и услуг, является фактором активизации инновационных процессов. Целью исследований является изучение современной инновационной инфраструктуры Красноярского края. Задачи: изучить теоретические аспекты региональной инновационной инфраструктуры, оценить роль цифровых платформ как элемента цифровизации инновационной инфраструктуры, предложить способы совершенствования инновационной инфраструктуры. Методами исследования являются научный анализ данных, описание, сравнение и синтез. Результаты исследования: предложены способы совершенствования инновационной инфраструктуры Красноярского края путем создания цифровой платформы.

Основная цель разработки Стратегии развития Красноярского края до 2030 г. – создание региональной инновационной системы. Новая экономика края объединит организации и институты, генерирующие и распространяющие новые знания с инфраструктурными элементами, способствующие технологическому, организационному, финансово-экономическому, правовому и информационному обеспечению

инновационной деятельности [1].

Красноярский край – опорный регион России. Способность интегрироваться в глобальные рынки и сохранять экономический рост связана с задачами модернизации базовой экономической структуры. Вектор перспективного развития региональной экономики – трансформация экономической модели края от преимущественно сырьевой в сторону инновационного и индустриального развития [2]. Край имеет благоприятный инвестиционный климат и значительный инновационный потенциал (12 место среди регионов РФ). Объем инвестиций в технологический бизнес увеличился в три раза. В то же время в рейтинге регионов Агентства стратегических инициатив Красноярский край по итогам 2020 г. не попал в 30 лучших регионов [3].

Каждый этап инновационного процесса (от разработки продукта до его внедрения и продвижения на рынке) должен быть обеспечен необходимой структурой поддержки и специализированными финансовыми источниками. Все это формирует инновационную инфраструктуру как комплекс мероприятий, ресурсов, средств, субъектов, способствующих осуществлению инновационной деятельности, в том числе оказание услуг по созданию и реализации инновационной продукции.

Инфраструктура поддержки инновационного бизнеса в регионе представлена Красноярским региональным инновационно-технологическим бизнес-инкубатором (**КРИТБИ**), патентными отделами при ВУЗах, в научно-исследовательских институтах (**НИИ**) и на промышленных предприятиях. В регионе также сформирована инфраструктура поддержки творческих команд и коллективов, представленная центрами молодежного инновационного творчества (**ЦМИТ**) и детским технопарком «Кванториум». Также к основным элементам

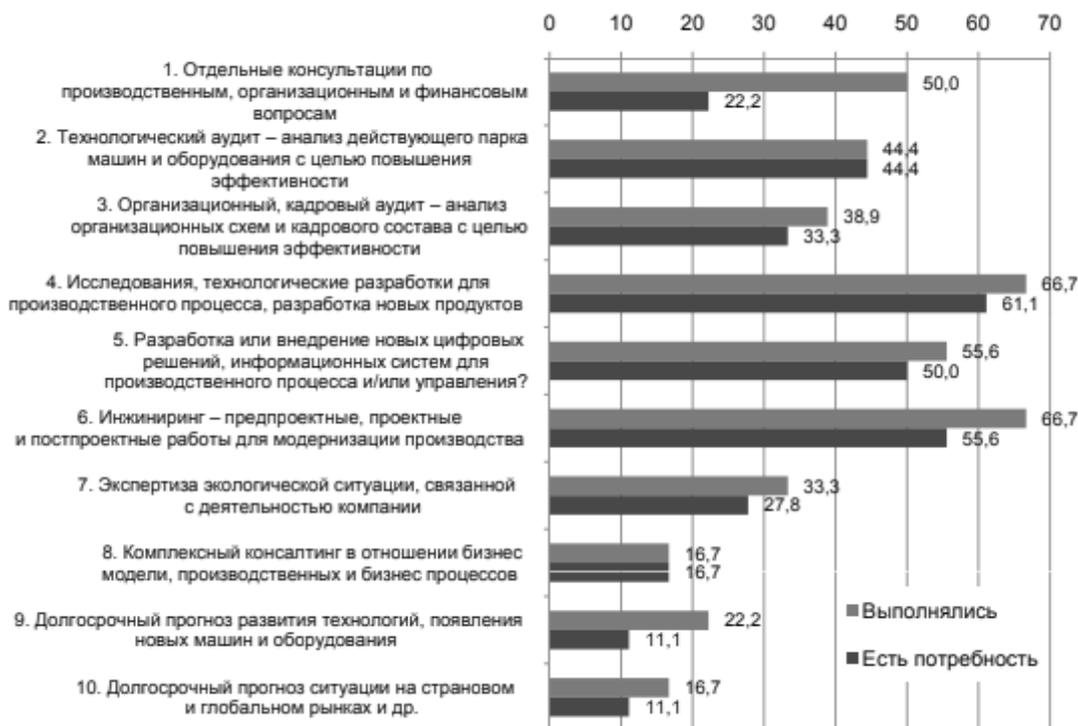


Рис. 1. Уровень востребованности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) и консалтинга бизнесом



Рис. 2. Уровень востребованности работ в области подготовки, переподготовки и повышения квалификации персонала

инновационной инфраструктуры в Красноярском крае можно отнести Сибирский научно-образовательный консорциум, Красноярский

краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности.

Основное требование к формированию и

поддержанию инновационной инфраструктуры региона и инновационной активности в целом заключается в том, что уровень взаимодействия университетов, исследовательских институтов и бизнес-компаний, организаций инновационной инфраструктуры и органов власти в сфере научных исследований, технологических разработок и образования должен соответствовать современным вызовам и обеспечивать решение стратегических задач развития региона с учетом возможностей цифровой революции.

Рассматривая исследования и разработки, консалтинг и инжиниринг, предприятия в регионе имеют тенденцию к заказу определенных видов услуг. Данные тенденции можно наблюдать на рис. 1.

На рис. 2 отражены показатели, характеризующие запросы бизнеса на подготовку, переподготовку и повышение квалификации персонала.

Таким образом, основной проблемой развития инновационной инфраструктуры является сокращение числа исследователей, которое приводит и к уменьшению созданных передовых технологий.

Цифровые технологии тесно связаны с инновационной инфраструктурой. Цифровые платформы упрощают процесс обмена информацией между пользователями. С точки зрения институциональной экономики цифровые платформы – это гибридные структуры: гибриды рынков, фирм, сообществ и технологических систем. Их можно рассматривать как посреднический институт нового поколения [4].

Цифровые платформы позволяют объединять знания, разработки, исследования, ученых, студентов, учебные заведения, малые предприятия, субъекты инновационной инфраструктуры с целью инновационного и экономического развития региона, страны и всего мира в целом.

Для совершенствования инновационной инфраструктуры региона предлагается создание цифровой платформы на базе Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, задачей которой будет являться поддержка процессов

формирования экосистемы науки, образования и инноваций Красноярского края.

Самой главной задачей создания и эффективного функционирования цифровой платформы является формирование коллективного субъекта деятельности в области науки и высшего образования Красноярского края. Коллективный субъект формируется через настраивание и осуществление активных действий индивидуальных (ученые, преподаватели, обучающиеся вузов и ученики старших классов, жители региона, проявляющие заинтересованность и нужду в использовании цифровых платформ) и институциональных пользователей, т.е. организаций, действующих на платформе посредством своих представителей (органы власти региона, вузы, академические институты, фонды, инжиниринговые компании, бизнес-компании).

В современных условиях цифровизации и развития инновационных систем создаваемая цифровая платформа может быть разработана на основе актуальных сервисов, которые позволяют своевременно и эффективно выполнять все виды работ, предназначенные для корректного функционирования цифровой платформы. На основе данных, собранных с сайтов разработчиков, различных конференций, вузов и т.д., были отобраны сервисы, на которых может существовать цифровая платформа, затрагивающая именно процесс обучения, повышения квалификации и переподготовки кадров. В ходе исследований был проведен сравнительный анализ функциональных возможностей таких сервисов, как *Electude*, *edX*, *Totara* и *Thinkific*, для создания цифровой платформы. Анализ рассматриваемых сервисов на соответствие требованиям эффективной работы цифровых платформ позволил сделать вывод, что система *Totara* является наиболее выигрышной в использовании для создания цифровой платформы.

Создание цифровой платформы позволит совершенствовать инновационную инфраструктуру края, т.к. использование современных цифровых технологий лежит в основе успеха субъектов инновационной деятельности.

Список литературы

1. Постановление Правительства Красноярского края «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Красноярского края до 2030 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://docs.cntd.ru/document/550243058>.
2. Галиутинова, Е.И. Красноярский край в рейтингах инновационных регионов России /

Е.И. Галиутинова, Т.Л. Первушина, Д. М. Голубева // Наука и бизнес: пути развития. – 2020. – № 12(114). – С. 172–175.

3. Национальный инвестиционный рейтинг : сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://asi.ru/government_officials/rating.

4. Гелисханов, И.З. Цифровые платформы в экономике: сущность, модели, тенденции развития / И.З. Гелисханов, Т.Н. Юдина // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2018. – № 6. – С. 22–36.

References

1. Postanovleniye Pravitel'stva Krasnoyarskogo kraya «Ob utverzhdenii strategii sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Krasnoyarskogo kraya do 2030 goda» [Electronic resource]. – Access mode : <https://docs.cntd.ru/document/550243058>.

2. Galiutinova, Ye.I. Krasnoyarskiy kray v reytingakh innovatsionnykh regionov Rossii / Ye.I. Galiutinova, T.L. Pervushina, D. M. Golubeva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2020. – № 12(114). – S. 172–175.

3. Natsional'nyy investitsionnyy reyting : sayt [Electronic resource]. – Access mode : https://asi.ru/government_officials/rating.

4. Geliskhanov, I.Z. Tsifrovyye platformy v ekonomike: sushchnost', modeli, tendentsii razvitiya / I.Z. Geliskhanov, T.N. Yudina // Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskkiye nauki. – 2018. – № 6. – S. 22–36.

© Т.Л. Первушина, Е.И. Галиутинова, 2022

УДК 336:004

Ю.А. САЛАВАТОВА, Ю.О. САПОЖНИКОВА

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», г. Хабаровск

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА КРЕДИТОВАНИЯ В БАНКАХ

Ключевые слова: информационные технологии; кредит; цифровая экономика.

Аннотация. Целью исследования является анализ информационных технологий, используемых в процессе кредитования в банковской системе, выявление недостатков и формулирование предложения по совершенствованию процесса кредитования физических лиц. Гипотеза: дистанционное оформление заявки на кредит является эффективным средством повышения эффективности деятельности банка и лояльности клиентов. Полученные результаты: модель бизнес-процесса «процесс кредитования с использованием мобильного приложения» на примере ПАО «Совкомбанк», алгоритм действий клиента по получению кредита с использованием информационных технологий. В работе использованы общенаучные методы: анализ, синтез, диалектика.

Применение современных информационных технологий в банке напрямую влияет на качество предоставляемых банковских услуг и проведение операций, тем самым определяя конкурентный уровень на рынке [3].

В ходе исследования была рассмотрена деятельность ПАО «Совкомбанк». Согласно данным аналитического агентства *Marksw Webb* в 2020 г. ПАО «Совкомбанк» занимал 15–16 место в рейтинге банков по уровню развития цифрового офиса в мобильном банке на *IOS* и 17 место по рейтингу на *Android*, предлагая клиентам цифровой офис, который решал только базовые задачи [1]. В 2021 г. банк занял пятое место в рейтинге среди лучших мобильных банков для решения ежедневных задач за счет расширения возможностей. Подъем в рейтинге стал возможен за счет того, что были внедрены возможность оплаты товаров и услуг по

QR, отображение суммарного остатка по всем счетам, информации по комиссиям и лимитам на операции, *uskeub* настройки автонакопления клиентов [2].

Самым популярным продуктом банка является карта Халва, которая может быть использована в режиме заемных или собственных средств. Для анализа конкурентоспособности на рынке было проведено сравнительное исследование бонусной программы ПАО «Совкомбанк» и ПАО «Сбербанк», на основании которого выявлено, что предложение от ПАО «Совкомбанк» является объективно более выгодным для клиентов (табл. 1).

В цифровой экономике перспективным направлением развития современной банковской структуры является дистанционное оформление банковских продуктов. Авторами предпринята попытка рассмотреть процесс кредитования в офисах банков и дистанционно, представив их в виде моделей бизнес-процесса (рис. 1–2).

Кредит – это движение ссудного капитала, объединяющее в себе мобилизацию свободных денежных средств народного хозяйства и населения и их перераспределение на условиях возвратности, срочности, платности в целях расширенного воспроизводства.

В ПАО «Совкомбанк» для заведения заявки на кредит сотрудниками используется финансовая информационная система «Кредитный фронт-офис». В процессе анализа данного программного решения было выявлено, что в среднем для заведения заявки на кредит финансовый консультант тратит примерно три часа, однако не все заемщики готовы тратить такое количество времени на получение кредита в офисе. Это оказывает влияние на лояльность клиентов банков к процессу кредитования. Решением является предложение по дистанционному оформлению кредита. Преимуществом данного процесса является доступность оформ-

Таблица 1. Сравнение программ «Спасибо» (ПАО «Сбербанк») и «Халва» (ПАО «Совкомбанк»)

Параметр	Программа «Спасибо» (ПАО «Сбербанк»)	Программа «Халва» (ПАО «Совкомбанк»)
Регистрация в программе	Необходима регистрация	Владелец Халвы автоматически становится участником программы лояльности
Начисление базового кэшбэка за покупки не у партнера	Начиная со второго уровня привилегий (при условии выполнения ряд условий в предыдущих трех месяцах)	Всегда
Процент базового кэшбэка за покупки не у партнера	0,5 %	1 % – за каждую покупку от 1 000 рублей
Начисление кэшбэка	Только за покупки от 100 рублей	Без ограничения у партнеров, у других участников – от 1 000 рублей
Перевод баллов/бонусов в рубли	Возможно только на четвертом уровне привилегий	В любой момент
Курс обмена на рубли	1 бонус = 0,5 рублей	1 балл = 1 рубль
Условия для начисления кэшбэка	До четырех обязательных условий в течение трех месяцев	Пять покупок от 10 000 рублей в месяц

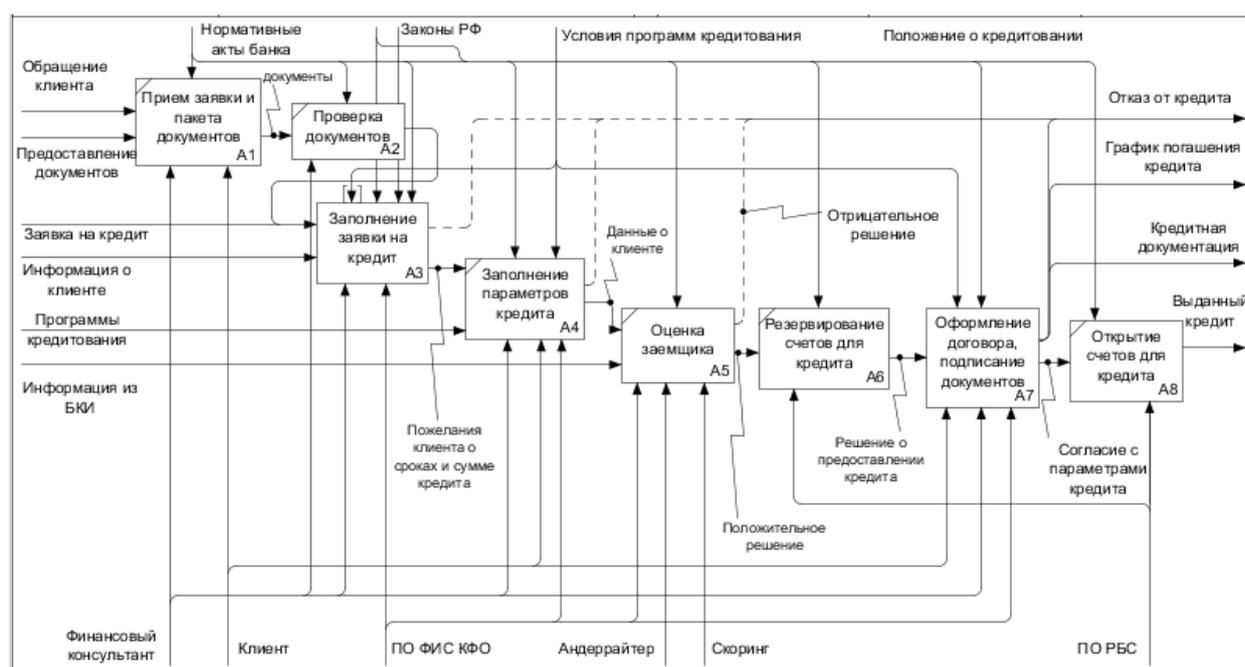


Рис. 1. Процесс кредитования в офисах банка

ления кредита в любое время и из любой точки с доступом в интернет.

В ходе исследования авторами разработан алгоритм действий клиентов по оформлению кредита дистанционно (рис. 3). Если на этапе заполнения параметров кредита у клиента

возникнут вопросы о значимости различных дополнительных услуг или о программах кредитования, то он всегда может обратиться к кредитному эксперту за консультацией. Предусмотрена регистрация в приложении для новых пользователей и возможность получения пла-

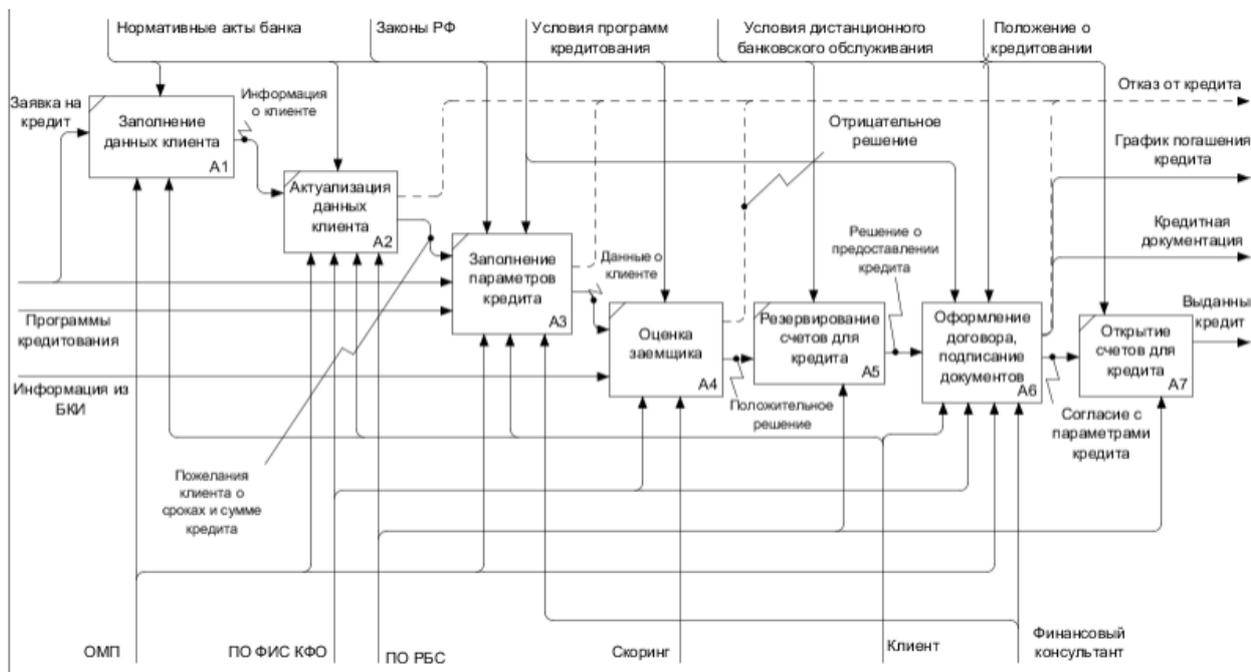


Рис. 2. Процесс кредитования в дистанционной форме

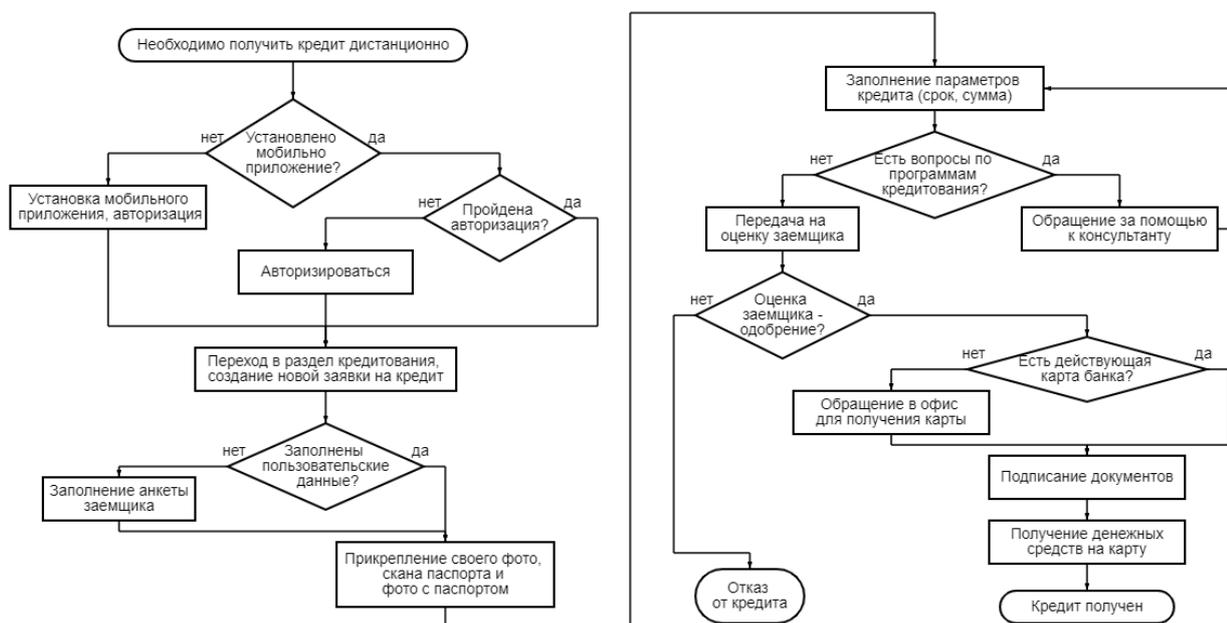


Рис. 3. Алгоритм получения кредита дистанционно

стиковой карты в офисе при ее отсутствии. Данный научный результат имеет практическую значимость и может быть использован банками в качестве инструкции для пользователей.

Дистанционное оформление кредита имеет преимущества перед традиционным спосо-

бом (табл. 2).

Цифровизация банковских продуктов представляет собой фокус развития данной сферы. Актуальность работы обосновывается тем, что эффективное осуществление кредитного процесса способствует совершенствованию дея-

Таблица 1. Сравнительный анализ традиционного и дистанционного обслуживания

Критерий	Традиционное банковское обслуживание	Дистанционное банковское обслуживание
Посещение офиса	Требуется	Не требуется
Оплата дополнительных услуг	Требуется для некоторых услуг	Не требуется
Взаимодействие с финансовым консультантом	Требуется	Требуется в случае консультации по услугам банка
Предоставление услуг в любом месте	Нет, только в отделениях банка	Да
Человеческий фактор	Есть и зависит от финансового консультанта	Есть, но зависит только от самого клиента
Ограниченное время работы	Да	Нет, круглосуточный доступ в любой точке
Недоверие к системе	Нет	Да, в редких случаях

тельности коммерческого банка в целом, повышает его значимость на рынке финансовых услуг, обеспечивая устойчивое развитие финансового сектора в цифровой экономике. Лидеры индустрии эффективно решают пользовательские задачи на всем клиентском пути. ПАО «Совкомбанк» путем расширения возможностей и услуг за 2020 г. поднялся в рейтинге на 11 по-

зиций, дистанционное оформление кредитных заявок является существенным направлением повышения эффективности деятельности банка. Значимость проведенного исследования заключается в выявлении недостатков в процессе кредитования и обоснования по внедрению дистанционного оформления кредита, проектирования и систематизации данного процесса.

Список литературы

1. Mobile Banking Rank 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://www.marksw Webb.ru/report/mobile-banking-rank-2020/#digital_office_iOS.
2. Mobile Banking Rank [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.marksw Webb.ru/report/mobile-banking-rank-2021/#anchor-about>.
3. Рябичева, О.И. Цифровизация розничных банковских услуг в Российской Федерации на современном этапе / О.И. Рябичева // Журнал прикладных исследований. – 2021. – № 6-9. – С. 896–904.

References

1. Mobile Banking Rank 2020 [Electronic resource]. – Access mode : https://www.marksw Webb.ru/report/mobile-banking-rank-2020/#digital_office_iOS.
2. Rejting mobil'nogo bankinga [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.marksw Webb.ru/report/mobile-banking-rank-2021/#anchor-about>.
3. Ryabicheva, O.I. Tsifrovizatsiya roznichnykh bankovskikh uslug v Rossiyskoy Federatsii na izbiratel'nom uchastke / O.I. Ryabicheva // Zhurnal prikladnykh issledovaniy. – 2021. – № 6-9. – S. 896–904.

© Ю.А. Салаватова, Ю.О. Сапожникова, 2022

УДК 332.8

В.В. СУЛИМИН, В.В. ШВЕДОВ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЭКОЛОГИИ УМНОГО ГОРОДА

Ключевые слова: защита окружающей среды; умный город; цифровизация.

Аннотация. Понятие умного города включает в себя достаточно широкий спектр характеристик этого нового для современного общества явления. Основной целью создания умных городов называют комфортное проживание в них людей с высоким уровнем благосостояния. Качество условий жизнедеятельности людей в умных городах напрямую зависит от того, насколько чистой является природная среда их обитания. Цель статьи – описать сущность технологий умного города в контексте экологии. В статье рассматриваются особенности развития экологического вектора создания городов с максимальными удобствами для жителей. Перечисляются вероятные риски, связанные с небрежным отношением к объектам живой и неживой природы, намечаются пути качественной экологической защиты городов будущего.

Базовыми составляющими совокупности мер, нацеленных на повышение благосостояния граждан посредством цифровизации ключевых сфер полиса являются:

– применение инновационных технологий, обеспечивающих экономичность и экологичность использования всех систем жизнедеятельности города;

– упрощение управления внутренними процессами города путем создания надежной и качественной взаимосвязи коммуникативных, информационных технологий и интернета вещей;

– создание структуры, позволяющей эффективно использовать ресурсы.

Умный город предполагает: а) умный образ жизни умных людей; б) умную экономику; в) умный транспорт; г) умное управление всей жизнедеятельностью; д) умную природ-

ную среду.

Умный образ жизни умных людей складывается из грамотного потребления, высокой культуры взаимоотношений индивидов, здорового образа жизни. В свою очередь, умные люди обладают всеми необходимыми навыками пользования информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), стремятся к самосовершенствованию, активно участвуют в жизни социума.

Умная экономика – это гибкость, продуктивность, инновационные сервисы и модели ведения бизнеса, эффективное сотрудничество.

Транспортные системы в умном городе должны быть интегрированными, все виды транспорта – безвредными для окружающей среды.

В рамках умного управления на основе умных сервисов как можно большее число жителей города принимают решения, удовлетворяющие запросы и нужды всего населения [7].

Создавая умную среду, необходимо обратить внимание на вопросы эффективного расходования энергии, пользования естественными источниками энергии, пополняющимися за счет естественных процессов, защиты живых и неживых природных объектов, экономии ресурсов.

Ключевой идеей экологической устойчивости умных городов становится повышение эффективности производства, благосостояния людей в условиях низких рисков для окружающей среды, недопущения деградации живых и неживых природных объектов, эффективного использования природных ресурсов, возвращения бытовых и производственных отходов в производственные операции по превращению в готовую продукцию исходного сырьевого материала [6].

Важно развивать антикризисные экономические модели, основанные на мультипликационном аспекте, объединяющем экологические инновации со сферой производственно-эконо-

мической деятельности. Применять в экономической политике обладающий значительным потенциалом антикризисный инструментарий, стимулирующий развитие «зеленой» экономической стратегии.

Для этого необходимо: разрабатывать государственные планы создания умных городов с учетом индивидуальных особенностей ландшафта, специфики природных условий, содействующих либо препятствующих развитию общественного производства; продумывать систему максимально эффективного использования земельных ресурсов. Строить город на нескольких уровнях: 1) инфраструктура по использованию различных видов энергии, в первую очередь солнечной; 2) устойчивые технологии по сбережению энергии и ресурсов; 3) доступ к хранилищам информационных массивов; 4) умные жилые дома: оптимальные плотность, высота зданий, озелененные и обустроенные общественные пространства; 5) здоровье, безопасность, комфорт, максимальное удовлетворение социальных нужд и потребностей населения.

Под особый контроль следует брать уровень экологической чистоты строительных технологий: разрабатывать индивидуальные планы каждого здания для обеспечения максимального комфорта работы или проживания; исключать из процесса строительства наносящие вред окружающей среде виды работ; озеленять стены и крыши строений [5].

Достаточно эффективным способом повышения уровня экологической защиты умных городов представляется привлечение администрациями граждан к сотрудничеству по развитию «зеленой» экономики: у каждого индивида должна быть возможность обнародовать свои предложения по использованию экологических технологий, а также принять участие в волонтерских проектах по озеленению территорий, очистке их от мусора.

Негативная экологическая ситуация, экологический кризис будут препятствовать решению самой главной задачи умных городов – созданию максимально комфортной среды обитания, станут причиной ухудшения здоровья людей, роста генетических заболеваний. Известно уже, что экономические издержки по восстановлению здоровья граждан, нарушенного вследствие загрязнений воздуха и воды, составляют око-

ло 5 % внутреннего валового продукта (ВВП) крупного европейского государства. Поэтому вопросы защиты окружающей среды должны стоять на первом месте в процессе планирования и создания умных городов [4].

Высокий уровень надежности энергообеспечения умного города могут обеспечить водные ресурсы, например, энергия приливов рек, технически доступных геотермальных источников. Значительный потенциал в этом плане имеется у солнца, ветра, тепловой энергии земли, а также у органических отходов сельского хозяйства, отходов деревообрабатывающей промышленности, твердых бытовых отходов (ТБО) самих умных городов и даже у коммунальных стоков. То есть одним из важнейших факторов экологической защиты умных городов становится альтернативная энергетика.

Развивать «зеленый» сектор умных городов нужно на основе следующих принципов.

1. Модернизация налогообложения: уменьшение налогов на рабочую силу с постепенным увеличением налогов на загрязнение окружающей среды.

2. Увеличение объемов государственных инвестиций в умный транспорт, в возобновляемые ресурсы, из которых собирается полезная энергия, в создание строений с низким потреблением энергии, в восстановление, поддержание, рост природных производственных ресурсов [1].

3. Введение в программы высшего и среднего экономического образования экологической составляющей для умных городов. Разработка специальных программ обучения жизнедеятельности, не наносящей вреда окружающей среде в умных городах, для дошкольных образовательных учреждений.

4. «Озеленение» производственных технологий посредством ужесточения мер государственного принуждения за превышение на производствах затрат природного капитала в отношении объемов произведенного продукта [3]. Совершенствование правовых механизмов, реализующих неукоснительное исполнение актуальных законов по защите окружающей среды.

Соблюдение перечисленных выше принципов будет способствовать экологической устойчивости умных городов, повышению качества жизни и благосостояния населения.

Список литературы

1. Власова, Н.Ю. Маркетинг территории в условиях становления цифровой экономики / Н.Ю. Власова, Е.С. Куликова // Известия Уральского государственного экономического университета. – 2018. – Т. 19. – № 3. – С. 69–81.
2. Инюцын, А.Ю. Умные технологии становятся доступнее для городов / А.Ю. Инюцын // Практика муниципального управления. – 2017. – № 2. – С. 46–55.
3. Бобылев, С.Н. «Зеленая» экономика: проектный подход / С.Н. Бобылев, А.А. Горячева, В.И. Немова // Государственное управление. Электронный вестник. – 2017. – № 64. – С. 34–44.
4. Мозырева, А.В. Использование и проблемы внедрения технологии блокчейн / А.В. Мозырева, В.В. Сулимин // Родной край – основа всех начинаний поколения молодых : Сборник докладов Юбилейной Республиканской научно-практической конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и учащихся. – Рудный : Рудненский индустриальный институт, 2019. – С. 205–207.

References

1. Vlasova, N.YU. Marketing territorii v usloviyakh stanovleniya tsifrovoy ekonomiki / N.YU. Vlasova, Ye.S. Kulikova // Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. – 2018. – T. 19. – № 3. – S. 69–81.
2. Inyutsyn, A.YU. Umnyye tekhnologii stanovyatsya dostupneye dlya gorodov / A.YU. Inyutsyn // Praktika munitsipal'nogo upravleniya. – 2017. – № 2. – S. 46–55.
3. Bobylev, S.N. «Zelenaya» ekonomika: proyektnyy podkhod / S.N. Bobylev, A.A. Goryacheva, V.I. Nemova // Gosudarstvennoye upravleniye. Elektronnyy vestnik. – 2017. – № 64. – S. 34–44.
4. Mozyreva, A.V. Ispol'zovaniye i problemy vnedreniya tekhnologii blokcheyn / A.V. Mozyreva, V.V. Sulimin // Rodnoy kray – osnova vsekhn nachinaniy pokoleniya molodykh : Sbornik dokladov Yubileynoy Respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh, magistrantov, studentov i uchashchikhsya. – Rudnyy : Rudnenskiy industrial'nyy institut, 2019. – S. 205–207.

© В.В. Сулимин, В.В. Шведов, 2022

УДК 625.71

Н.А. ТОДОР, А.С. ВАСИЛЬЕВ

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ

Ключевые слова: авария; безопасность дорожного движения; дорожно-транспортное происшествие; съезд с дороги; транспорт.

Аннотация. Цель – установить потенциал повышения уровня безопасности при эксплуатации объектов автомобильного транспорта на территории Республики Карелия. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: изучена статистика транспортных аварий, характерных для Республики Карелия в 2021 г., выявлены наиболее часто встречающиеся виды дорожно-транспортных происшествий и изучены причины их возникновения. В результате работы были сформулированы рекомендации по повышению безопасности дорожного движения на территории Республики Карелия.

Дорожное движение – одна из неотъемлемых частей современного мира. Транспортные средства все время совершенствуются, при этом возрастают их скоростные характеристики, удобство эксплуатации, что ведет к увеличению интенсивности их использования [1]. В результате в современном мире дорожно-транспортные происшествия стали одной из самых опасных угроз жизни и здоровью людей. В работе [2] отмечается, что только координированные усилия всех участников дорожного движения и государственных органов позволят решить весь комплекс вопросов, связанных с обеспечением безопасной эксплуатации транспортных средств.

В ходе исследования по данным госавтоинспекции [3] за 2021 г. были собраны и проанализированы сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения на территории Республики Карелия в целом, а также в от-

ношении ее районов.

В результате исследования было установлено, что:

– для регионального центра, города Петрозаводска, самым аварийным месяцем является октябрь, за ним идут июль и август, а на дорогах Республики Карелия самыми аварийными месяцами являются июль, август, ноябрь;

– на дорогах районов Карелии в выходные дни (пятница, суббота, воскресенье) аварийность на 26 % выше, чем в будние дни; для города Петрозаводска, наоборот, в выходные дни аварийность уменьшается по сравнению с будними днями на 19 %;

– самым распространенным видом дорожно-транспортного происшествия на дорогах Республики Карелия является столкновение (37 %), на втором месте идет съезд с дороги (32 %), на третьем – наезд на пешехода (13 %); на дорогах Петрозаводска чаще всего происходит столкновение (42 %), на втором месте по частоте происхождения находится наезд на пешехода (35 %), на третьем месте – наезд на велосипедиста (9 %).

Также в ходе анализа собранного статистического материала были установлены наиболее и наименее аварийные часы в течение суток. Для каждого района это разные часы. Эти данные могут быть использованы сотрудниками государственной инспекции дорожного движения при планировании маршрутов и времени патрулирования, а также автолюбителями при планировании маршрутов.

Если на карту Карелии нанести количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП), характерное для региона, то мы увидим, что наибольшее количество ДТП происходит в районах, географически приближенных к региональному центру, т.е. Петрозаводску, и там, где проходит федеральная трасса «Кола», соеди-

няющая Санкт-Петербург и Мурманск. Также большое количество аварий происходит на территории Соргавальского района, что, по всей видимости, обусловлено сложным рельефом местности и большой популярностью данного региона среди туристов.

Для минимизации количества дорожно-транспортных происшествий, обусловленных съездом с дороги, следует обочины дорог делать более заметными, обозначать краской со светоотражателем, на наиболее аварийных участках следует по краю дороги устанавливать шумовые полосы. Также вдоль дорог можно на постоянной основе установить визуальные метки в виде сигнальных дорожных вешек со светоотражателями, аналогичных тем, что используются зимой для обозначения края дороги. С учетом того, что светоотражатель виден в дальнем свете фар с расстояния 400 м, то с целью экономии ресурсов можно рекомендовать такое расстояние как интервал установки данных визуальных меток. При обозначении края дорожного полотна краской со светоотражателем с целью удешевления данной процедуры дорогостоящую светоотражательную краску можно наносить прерывистыми участками с промежуточным расстоянием, соответствующим их видимости в дальнем свете фар автотранспортного средства, а промежутки заполнять обычной краской.

Анализ причин, приведших к такому виду ДТП, как столкновение, показал, что в качестве таковых чаще всего выступают: несоблюдение дистанции, погодные условия, например, туман, который визуально отдаляет предметы, снегопад, ливень, которые заметно ухудшают видимость. С целью снижения данного вида транспортных происшествий предлагается в ходе обучения водителей в автошколе уделять повышенное внимание обучению езде в сложных природно-климатических условиях (снегопад, туман, гололед, дождь), обучать кандидатов в водители езде в таких условиях на тренажерах-симуляторах. Также в автошколах наряду с обучением передвижению в городских условиях следует проводить обязательное обучение передвижению по загородным трассам, прививая тем самым навыки движения в потоке машин, навыки обгона, навыки передвижения с высокими скоростями.

В ходе исследования установлено, что большое число аварий происходит в результате переутомления водителей. Для минимизации аварий по данной причине предлагается администрации региона создать условия для предпринимателей с тем, чтобы они организовывали вдоль дорог места отдыха, придорожные гостиницы с ремонтными службами и приемлемыми ценами на услуги с тем, чтобы водители, почувствовав усталость, могли отдохнуть. При этом стоит организовать охраняемые места отдыха (либо бесплатные, либо с небольшой почасовой оплатой), на которых водители могли бы отдохнуть прямо в машине. При наличии поста охраны на местах стоянок водители будут там останавливаться и спокойно ночевать в машинах, а не гнать, борясь с усталостью, до ближайшего населенного пункта, который может находиться за сотни километров в часах езды. Если вдоль дорог будут располагаться подобные места отдыха на расстоянии, определяемым часом езды, то водители смогут, почувствовав усталость, своевременно остановиться и отдохнуть.

С целью снижения количества наездов на пешеходов на пешеходных переходах предлагается оснастить их видеокамерами с записью, хранящейся в течении определенного промежутка времени, например, в течение суток. На территории Республики Карелия многие пешеходные переходы оснащены светофорами с двухцветным сигналом либо с одноцветным мигающим желтым цветом, следовательно, подключение камеры не составит большого труда, т.к. электрическая сеть уже подведена к данному узлу. При этом водитель будет знать, что его действия при проезде перехода фиксируются и в случае нарушения правил дорожного движения сотрудники государственной инспекции безопасности дорожного движения смогут просмотреть запись с видеокамеры, что, в свою очередь, будет способствовать повышению аккуратности со стороны водителей при проезде пешеходных переходов. Хранение видеозаписи длительное время нецелесообразно, т.к. приведет к необоснованным финансовым затратам, связанным с хранением большого объема информации. Хранения в течение суток достаточно для того, чтобы в случае возникновения происшествия на переходе представители власти смогли просмотреть видеозапись и установить обстоятельства происшествия.

Список литературы

1. Смольяков, С.В. Безопасность дорожного движения как подсистема дорожного движения / С.В. Смольяков // Перспективы науки. – 2011. – № 3(18). – С. 142–144.
2. Карев, В.Ф. Повышение безопасности дорожного движения комплексная проблема всех ветвей власти Российской Федерации / В.Ф. Карев, В.В. Карева // Организация и безопасность дорожного движения : материалы XIII Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2020. – С. 160–165.
3. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://stat.gibdd.ru>.

References

1. Smol'yakov, S.V. Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya kak podsistema dorozhnogo dvizheniya / S.V. Smol'yakov // Perspektivy nauki. – 2011. – № 3(18). – S. 142–144.
2. Karev, V.F. Povysheniye bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya kompleksnaya problema vseh vetvey vlasti Rossiyskoy Federatsii / V.F. Karev, V.V. Kareva // Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya : materialy XIII Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. – Tyumen' : Tyumenskiy industrial'nyy universitet, 2020. – S. 160–165.
3. Svedeniya o pokazatelyakh sostoyaniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Electronic resource]. – Access mode : <http://stat.gibdd.ru>.

© Н.А. Тодор, А.С. Васильев, 2022

УДК 81.25

*ХУ ЛИЯН, ВАН ХУАНЬ**«Харбинский научно-технический университет», г. Харбин (Китай)*

ИССЛЕДОВАНИЕ КИТАЙСКОГО ПЕРЕВОДА РОССИЙСКИХ ДОКУМЕНТОВ ПО РАЗВИТИЮ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕОРИИ ПЕРЕВОДЧЕСКОЙ КОМПЕНСАЦИИ

Ключевые слова: культурное упущение; перевод документов на китайский язык; развитие российского Северного морского пути; теория переводческой компенсации.

Аннотация. С достижением консенсуса по инициативе совместного строительства «Ледяного Шелкового пути» между Россией и Китаем китайские эксперты и ученые с каждым годом уделяют все больше внимания Северному морскому пути. Однако до сих пор существует недостаток соответствующих китайских переводов русских текстов для ознакомления. Учитывая когнитивные пробелы при передаче информации с одного языка на другой, культурное упущение неизбежно. С помощью метода примеров и метода индукции автор пытается продемонстрировать применимость теории переводческой компенсации к исследованию китайского перевода документов по развитию Северного морского пути. С помощью теории переводческой компенсации в данном исследовании сначала дается обзор проблемы исследования развития Северного морского водного пути России и указывается значение исследования текста, а затем обсуждаются культурные упущения и стратегии компенсации в процессе перевода на китайский язык литературы о развитии Северного морского водного пути России с лингвистического и эстетического уровней, чтобы обеспечить перевод на китайский язык соответствующей литературы, обеспечить литературную поддержку научного участия Китая в развитии водного пути и способствовать общему строительству Ледяного Шелкового пути. Благодаря анализу примеров перевода автор обнаружила, что теория переводческой компенсации может эффективно устранять двусмыс-

ленности и непонимание в процессе перевода таких текстов на китайский язык.

В середине XVI века мореплаватели начали свои первые исследования Северного морского пути в поисках Евразийского морского пути. Однако из-за отсутствия географических знаний и незрелости навигационных технологий в то время Северный морской путь стал неразгаданной тайной. С тех пор эта тайна веками вдохновляла мореплавателей на исследования. Во время Второй мировой войны Северный морской путь стал для союзников важным способом поддержки Советского Союза в советско-германской войне. С начала этого века наряду с потеплением климата и таянием ледников возросли потребности собственного развития России, а международная обстановка становилась все более сложной. Россия включила развитие Северного морского пути в свою национальную стратегию развития и разработала ряд политических мер для его поддержки. В свое время В.В. Путин заявил, что возрождение Северного морского пути является приоритетной задачей развития российской Арктики [1]. Учитывая трудности строительства Северного морского пути и неравномерности самостоятельного освоения, Россия предложила Китаю принять участие в строительстве Ледяного Шелкового пути. Являясь важной частью Ледяного Шелкового пути и еще одним важным дополнением к строительству Китаем Морского Шелкового пути, Северный морской путь соответствует инициативам Китая «Выход на глобальный уровень» и «Один пояс, один путь». Поэтому Китай положительно отреагировал на призыв России предоставить китайские идеи и внести

китайские решения в строительство Северного морского пути.

Краткое изложение исследований по развитию российского Северного морского пути

В последние годы российские и китайские ученые сосредоточили внимание на исследованиях строительства Северного морского пути и внесли предложения по перспективам его развития, практическим трудностям, прогнозированию рисков, решениям и краеугольным камням сотрудничества. В контексте глобализации и строительства Китаем «Одного пояса, одного пути» Ми Чэньси (2015 г.), Лю Хуэйжун (2016 г.) и другие пытаются найти стратегическую позицию Китая в строительстве Северного морского пути, чтобы обеспечить основу для более эффективного использования силы Китая. Ли Тяньшэн (2017 г.) оценил юридические вопросы, с которыми обе стороны могут столкнуться в контексте российско-китайских мультимодальных перевозок, выдвинул рекомендации по защите прав и интересов вовлеченных лиц и содействию здоровому и долгосрочному сотрудничеству между двумя сторонами. Цзян Инань (2019 г.) и Юэ Пэн (2020 г.) проанализировали дилемму Китая и России, совместно строящих Ледяной Шелковый путь, и пытаются найти метод совместного развития, способствующий устойчивому улучшению, стабильности и взаимной выгоде двух стран от самых истоков.

Действительно, как страна Арктического кольца Россия на 90 % контролирует Северный морской путь, имеет долгую историю и богатый опыт его освоения, а также полные и достоверные данные из первых рук. И хотя Китай стал официальным государством-наблюдателем Арктического совета (2013 г.) как экстерриториальное государство в Арктике, его внимание и исследования Северного морского пути начались с опозданием. После многочисленных консультаций с российским руководством в январе 2018 г. китайское правительство официально выпустило Белую книгу «Арктическая политика Китая», в которой четко сказано: «Китай готов полагаться на развитие и использование арктического водного пути для совместного строительства «Ледяного Шелкового пути» со всеми сторонами» [2]. Более того, как страна средних широт

Китай не имеет соответствующего опыта в освоении полярных морей и отстает в технологиях. Кроме того, на данном этапе наблюдается нехватка китайской переводной и развивающей литературы, связанной с Северным морским путем, что ограничивает участие Китая в его строительстве.

Значение перевода на китайский язык российских документов по развитию Северного морского пути

В контексте инициативы по совместному строительству «Ледяного Шелкового пути» Россия и Китай активно сосредоточились на своих сильных и слабых сторонах для укрепления обменов и сотрудничества с целью достижения взаимовыгодных результатов за счет дополнения ресурсов друг друга. Российские исследования Северного морского пути вылились в хорошо структурированную систему специализированных книг, статей и других документов. Перевод на китайский язык российских документов по развитию Северного морского пути будет способствовать общему пониманию Китаем исторических достижений, текущей политики, правовой базы, прорывов в сложных проблемах и будущих задач развития Северного морского пути, чтобы идти в ногу со временем. Это способствует своевременной корректировке работы соответствующих ведомств и персонала, участвующих в совместном строительстве, что позволяет более целенаправленно решать технические проблемы и максимально использовать преимущества китайской стороны.

Ввиду того, что лексика, обороты речи, дискурс и эстетика разных языков имеют свои отличительные национальные черты, отражающие способы выражения и мышления разных народов, в процессе перевода на китайский язык неизбежно возникает культурное упущение. По мнению Лу Ин (2004 г.), разные страны и народы часто имеют разные точки зрения и способы описания мира, и у них есть свой уникальный опыт в историческом процессе. Все это со временем накапливается в глубинных слоях языка и культуры, становясь, таким образом, имплицитным знанием в языке. Однако для иностранных читателей они представляют собой культурное упущение [3]. С точки зрения теории переводческой компенсации, в данном исследовании проводится изучение перево-

да на китайский язык документов по развитию Северного морского пути, обсуждаются языковые различия и компенсационные стратегии в русско-китайском двуязычии, а также делается попытка предложить решения для перевода на китайский язык большого количества научных и технологических текстов путем поиска универсальных правил, чтобы способствовать усвоению выдающихся зарубежных научно-популярных произведений, которые будут использоваться для справки и усвоения китайскими научными и технологическими инновациями и читателями.

Принципы перевода

Ввиду того, что литература по освоению Северного морского пути в России относится к научному стилю, ее текст строг и профессионален по терминологии, логичен и абстрактен по мышлению. Поэтому при переводе на китайский язык важно в первую очередь соблюдать объективность, упорядоченность и общность исходного языка, а также избегать избыточности и нарушения аутентичности. Научный и технический перевод должны следовать принципам лояльности к автору, служения читателю, обработки дискурса, четкой логики, свободного выражения и аутентичного перевода [4]. Во-вторую очередь, исходя из цели перевода на китайский язык, нужно предоставить актуальную информацию для лучшего обслуживания китайского правительства, предприятий и научно-исследовательских учреждений и попытаться сделать их участие в развитии российского Северного морского пути более уверенным, научным и обоснованным. Кроме того, важны популяризация достижений, связанных с Северным морским путем, и повышение осведомленности китайских граждан об Арктике. Поэтому при переводе на китайский язык следует придерживаться сочетания натурализации и диссимилиации, чтобы переведенный язык можно было назвать китайским и чтобы он лучше воспринимался читателями. Кроме того, соблюдается принцип согласованности. Многие фразы в документах о развитии Северного морского пути полны эстетического колорита. Поэтому в переводе на китайский язык необходимо придерживаться соответствия между внутренней мыслью и внешней формой, а также сохранять согласованность общего стиля целевого языка и исходного языка.

Стратегии перевода и анализ примеров перевода

Теория компенсации перевода – это теория, основанная на перспективе культурного умолчания, дополненная различными средствами компенсации, чтобы попытаться сохранить функциональную эквивалентность между исходным языком и целевым языками. Что такое культурное упущение? Согласно У Цзэюну, это означает, что «релевантная схема в когнитивном контексте автора исходного языка не существует или является неполной в когнитивном контексте читателя на целевом языке» [5]. Автор считает, что язык является носителем культуры. В силу различий в культуре разных этнических групп, языки, на которых она представлена, также имеют отличительные национальные особенности. Поэтому непредусмотренные детали в процессе перевода неизбежно приведут к культурному упущению. Как сказал Ван Цзолян (1987 г.), «самая большая трудность в переводе – это различие между двумя культурами. То, что очевидно в одной культуре, должно быть объяснено с большими усилиями в другой» [6].

В данном исследовании в основном компенсируется феномен культурного упущения в документах об освоении Северного морского пути (СМП) России на двух основных уровнях, а именно на лингвистическом уровне и на уровне эстетическом. На лингвистическом уровне автор исходит из трех аспектов: лексического (компенсация словарного запаса путем расширения, конкретизации и обобщения), грамматического (компенсация времени предложения, порядка слов, активного и пассивного залога предложений, чтобы они соответствовали китайским привычным выражениям), дискурсивный (сделать перевод отрывка более подходящим и логически более ясным с помощью контекста). Эстетический уровень должен быть направлен на сохранение структурной аккуратности и единства предложений в переводе. Гибкость в использовании переводческих навыков для передачи динамики красоты исходного языка на целевой язык. Путем анализа примеров перевода в данном исследовании делается попытка выяснить общую стратегию компенсации научно-технических текстов, чтобы способствовать изучению их перевода на китайский язык.

Первый пример: «Первая функция связана с обеспечением обороноспособности страны со

第一项职能与确保北极的国家国防力量有关。

Рис. 1. Перевод из первого примера

第三项有前景的职能——试图建立一条从欧洲到东南亚再从东南亚到欧洲过境海路。

Рис. 2. Перевод из второго примера

在这方面，北方海航道的军事战略重要性日益提高，基于此，近年来俄罗斯海军在北极进行了大规模的演习。

Рис. 3. Перевод из третьего примера

实际上，我们从没有系统地考虑过俄罗斯北极地区的运输综合体问题（特别是如果考虑这个问题的技术层面）。

Рис. 4. Перевод из четвертого примера

стороны Северного полюса».

Перевод – рис. 1.

С точки зрения лексики в данном примере используется средство обобщающей компенсации. Слово «со стороны» опущено из перевода с лексической точки зрения, что делает перевод более соответствующим китайским привычкам, более беглым и позволяет избежать избыточности.

Второй пример: «Третья перспективная функция – попытка наладить сквозной транзитный морской путь из Европы в Юго-Восточную Азию и обратно».

Перевод – рис. 2.

С точки зрения лексики в данном примере используется метод дополнительной переводческой компенсации. Замена слова «обратно» в исходном тексте на «из Юго-Восточной Азии в Европу» в переводе делает предложение симметричным и более броским, подчеркивая намерение построить транзитный морской путь.

Третий пример: «В этой связи усиливается военно-стратегическое значение СМП, по которому в последние годы осуществляются мас-

штабные походы в Арктику российских военно-морских сил (ВМС)».

Перевод – рис. 3.

В данном примере используется конкретизация как средство компенсации с лексической точки зрения. Исходя из этого предложения, в котором говорится о стратегическом военном положении СМП, автор уточняет «походы» в оригинальном тексте как учения, что делает предложение более лаконичным и делает арктическую деятельность российского флота более понятной для читателя.

Четвертый пример: «Системно проблема транспортного комплекса в арктических регионах России (особенно если брать технологический аспект этой задачи) практически никогда не рассматривалась».

Перевод – рис. 4.

В данном примере предложение является пассивным, но в китайском языке в основном используются активные предложения. Поэтому автор добавляет в переводе лицо «мы», чтобы компенсировать это с грамматической

如果在北方海航道破冰护航服务收费方面未能形成相应的国家政策，则北部过境的成本将仍然非常高。

Рис. 5. Перевод из пятого примера

由于该地区气候恶劣，地震威胁，冰川融化有关的故事和紧急情况而造成的污染风险。

Рис. 6. Перевод из шестого примера

точки зрения и сделать порядок слов более беглым.

Пятый пример: «Если не будет сформирована соответствующая государственная политика в части тарифа на оплату услуг ледокольного сопровождения по СМП, стоимость северного транзита останется чрезвычайно высокой».

Перевод – рис. 5.

Данное предложение является условным, глаголы «сформирована» и «останется» совершенного вида, они указывают на порядок, в котором происходят события. Однако в китайском языке делается акцент на смысловом согласовании, и его глаголы не могут выражать значение времени. Поэтому автор компенсирует это с точки зрения дискурса, добавляя в перевод переходное слово («когда», «как только»), тем самым усиливая контраст между двумя предложениями и подчеркивая внутреннюю логическую связь.

Шестой пример: «Риски загрязнения в результате аварий и чрезвычайных ситуаций, связанных с суровыми климатическими условиями, сейсмической опасностью, таянием льдов в регионе».

Перевод – рис. 6.

В данном примере предложение компенсируется на эстетическом уровне. Все три причины в примерах перевода «суровыми климатическими условиями, сейсмической опасностью, таянием льдов» употреблены в творительном падеже, поэтому автор использует в переводе три выражения из четырех иероглифов. Во-первых, параллелизм увеличи-

вает импульс, а во-вторых, компенсирует равный статус трех слов в оригинальном тексте.

Заключение

Литература по развитию СМП в России представляет собой систематизированный и исчерпывающий справочник по развитию СМП, который имеет важное руководящее значение для участия Китая в строительстве СМП. Как и научный текст, содержание документов по развитию СМП является очень строгим, поэтому предъявляет высокие требования к переводчику, который должен не исказить смысл исходного языка и в то же время передать его эстетический эффект. Поэтому проблема культурного упущения в процессе перевода на китайский язык доставляет переводчику определенные трудности. Ся Тиндэ указал, что в переводе есть неперебиваемые явления, но нет непоправимых явлений [7]. В данной статье автор опирается на теорию переводческой компенсации, чтобы компенсировать явление культурного упущения как на языковом, так и на эстетическом уровнях. Важно отметить, что эти два уровня не разделены, а скорее переплетены и дополняют друг друга, чтобы переводной язык был максимально приближен к исходному, а форма и смысл высказывания были едины. Автор надеется облегчить процесс перевода таких текстов на китайский язык с помощью исследования компенсации перевода российских текстов о развитии СМП.

Исследование выполнено за счет гранта научного фонда провинции Хэйлуцзян (проект № 21GJC192), гранта научного фонда провинции Хэйлуцзян (проект № 2021B042), гранта науч-

ного фонда провинции Хэйлунцзян (проект № WY2021037-B).

Список литературы

1. Закон о развитии Арктической зоны РФ может быть принят осенью 2017 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://tass.ru/v-strane/4272096>.
2. Арктическая политика Китая [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [ht-tps: // www. fmprc. gov. cn / web / ziliao _ 674904 / tytj _ 674911 / zcwj _ 674915 / t1529258. shtml](https://www.fmprc.gov.cn/web/ziliao_674904/tytj_674911/zcwj_674915/t1529258.shtml).
3. Ин, Л. Об оптимизации разнородных переводов / Лу Ин // Журнал Сычуаньского института иностранных языков, 2004 (5).
4. Чжуншэн, Ю. Новые предложения по стандартам перевода науки и техники / Юэ Чжуншэн, Цзэн Фанмин // Научно-технический перевод Китая, 2000.
5. Цзэцюн, У. Различия в культурных схемах и вариации в переводе / У Цзэцюн // Гуанмин Жибао, 2009.
6. Цзолян, В. Перевод: Мышление и проба пера / Ван Цзолян. – Пекин : Издательство Вайюй Цзяосюэ Яньцзю Чубаньшэ, 1997.
7. Тиндэ, С. Исследование компенсации перевода / Ся Тиндэ // Хубэй Цзяоюй Чубаньшэ, 2006.

References

1. Zakon o razvitii Arkticheskoy zony RF mozhet byt' prinyat osen'yu 2017 goda [Electronic resource]. – Access mode : <http://tass.ru/v-strane/4272096>.
2. Arkticheskaya politika Kitaya [Electronic resource]. – Access mode : [ht-tps: // www. fmprc. gov. cn / web / ziliao _ 674904 / tytj _ 674911 / zcwj _ 674915 / t1529258. shtml](https://www.fmprc.gov.cn/web/ziliao_674904/tytj_674911/zcwj_674915/t1529258.shtml).
3. In, L. Ob optimizatsii raznorodnykh perevodov / Lu In // Zhurnal Sychuan'skogo instituta inostrannykh yazykov, 2004 (5).
4. Chzhunshen, YU. Novyye predlozheniya po standartam perevoda nauki i tekhniki / Yue Chzhunshen, TSzen Fanmin // Nauchno-tekhnicheskyy perevod Kitaya, 2000.
5. TSzetsyun, U. Razlichiya v kul'turnykh skhemakh i variatsii v perevode / U TSzetsyun // Guanmin Zhibao, 2009.
6. TSzolyan, V. Perevod: Myshleniye i proba pera / Van TSzolyan. – Pekin : Izdatel'stvo Vayuyy TSzyaoyue Yan'tszyu Chuban'she, 1997.
7. Tinde, S. Issledovaniye kompensatsii perevoda / Sya Tinde // Khubey TSzyaoyuy Chuban'she, 2006.

© Ху Лиян, Ван Хуань, 2022

Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Инновационные идеи в машиностроении»

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт машиностроения, материалов и транспорта
Высшая школа машиностроения

г. Санкт-Петербург, 24–26 мая 2022 года

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Сопредседатели:

Попович А.А. – д.т.н., проф. (СПбПУ, Санкт-Петербург)

Гасюк Д.П. – д.т.н., проф. (СПбПУ, Санкт-Петербург)

Зам. председателя:

Радкевич М.М. – д.т.н., проф. (СПбПУ, Санкт-Петербург)

Состав:

Сапожков С.Б. – д.т.н., проф. (НовГУ, В. Новгород)

Максаров В.В. – д.т.н., проф. (СПГУ, Санкт-Петербург)

Михайлов С.В. – д.т.н., проф. (КГУ, Кострома)

Колодяжный Д.Ю. – д.т.н., проф. (АО «НЦВ Миль и Камов», Моск. область)

Аксенов Л.Б. – д.т.н., проф. (СПбПУ, Санкт-Петербург)

Мамутов В.С. – д.т.н., проф. (СПбПУ, Санкт-Петербург)

Метлов Л.С. – д.ф.-м.н., проф. (ДонФТИ, Донецк)

Дмитриевский А.А. – д.ф.-м.н., проф. (ТГУ, Тамбов)

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Сопредседатели:

Скотникова М.А. – д.т.н. (СПбПУ, Санкт-Петербург)

Теплухин В.Г. – к.т.н. (СПбПУ, Санкт-Петербург)

Состав:

Помыткин С.П. – д.ф.-м.н. (ГУАП, Санкт-Петербург)

Тарасов С.Б. – к.т.н. (ООО ИМЦ «Микро», Санкт-Петербург)

Любомудров С.А. – к.т.н. (СПбПУ, Санкт-Петербург)
Ковеленов Н.Ю. – к.т.н. (ООО «Вириал», Санкт-Петербург)
Кожушко В.В. – к.ф.-м.н. (ИММС, Гомель)
Шатунова О.В. – к.п.н. (КФУ, Елабуга)
Прокофьева О.В. – к.т.н. (ДонФТИ, Донецк)
Аникеев С.Г. – к.ф.-м.н. (ТГУ, Томск)
Степанов С.Н. – к.т.н. (СПбПУ, Санкт-Петербург)

Секретари:

Макарова Т.А. – к.т.н. (СПбПУ, Санкт-Петербург)
Хлопков Е.А. – (СПбПУ, Санкт-Петербург)
Шабалин Д.Н. – к.т.н. (СПбПУ, Санкт-Петербург)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

- 1. Технология машиностроения**
- 2. Цифровизация машиностроительных производств**
- 3. Компьютерные технологии в машиностроении**
- 4. Конструкторско-технологические разработки триботехнического назначения**
- 5. Инновационные технологии электро-физических и электрохимических методов обработки материалов**
- 6. Машины и технология обработки металлов давлением**
- 7. Управление качеством в машиностроении**
- 8. Перспективные материалы и технологии**

УДК 62–229.38

Х. АРСЛАН, М.Т. КОРОТКИХ

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

РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ ЗАЖИМНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Ключевые слова: зажимное устройство; память формы; станочные приспособления; термомеханический силовой привод.

Аннотация. Статья посвящена определению характеристик термомеханических зажимных устройств с применением материалов из сплава с памятью формы (СПФ). Рассмотрены силовые зажимные элементы, которые могут быть использованы в станочной оснастке. В результате проделанной работы создан привод, который позволяет закрепление и раскрепление заготовок производить дистанционно в условиях автоматизированного производства. Такой привод может быть использован в различных малогабаритных устройствах, способных развивать большие усилия.

Введение

В настоящее время при автоматизации машиностроительных производств на основе использования станков с числовым программным управлением (ЧПУ) определенной проблемой является автоматизация установки, закрепления и снятия заготовок в станочных приспособлениях.

Силовые приводы, работающие с пневматическими, гидравлическими и механическими системами, могут быть заменены приводом для закрепления заготовок с приводами из СПФ из-за их небольшого веса и высокой мощности. Кроме того, они проще, с меньшим количеством деталей и, как правило, просты в обслуживании и проверке [1–5].

В классе патентов Международной патентной классификации (МПК) F03G7/06 представ-

лен широкий спектр таких устройств. Известны такие устройства, в которых изготовленные элементы из СПФ расположены параллельно с пружиной сжатия, а пружина деформируется за счет воздействия нагрева элементов с памятью формы, например WO 2019/043599 A1. Недостатком таких устройств являются увеличенные габариты и инерционность срабатывания благодаря большой массе нагреваемых элементов [6].

В данной статье рассматривается разработка термомеханических зажимных устройств для станочных приспособлений, отличающихся компактностью при высоких силовых характеристиках.

Методы

Предлагаемый привод зажимного устройства [7–8] состоит из упругого элемента, например, пружины сжатия и элемента из материала с памятью формы, отличающегося тем, что термомеханический силовой привод снабжен фланцами из изоляционного материала, расположенными на торцах пружины, а элемент из СПФ выполнен в виде тороидальной катушки, намотанной вокруг фланцев и пружины.

При нагреве предварительно пластически растянутых элементов из СПФ до критической температуры они могут укорачиваться на длину, определяемую допустимой относительной пластической деформацией. Например, для сплава «нитинол» она достигает $\delta = 5\%$, что позволяет использовать его для большого количества рабочих циклов.

При этом возникающие в этом материале напряжения σ могут достигать 800 МПа. В то же время при растяжении этого сплава при температуре ниже критической его предел

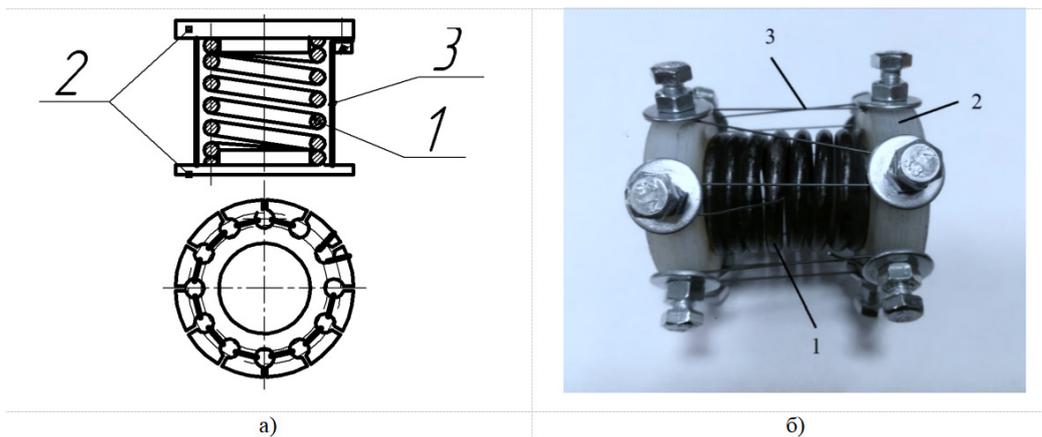


Рис. 1. Термомеханическое зажимное устройство: а) 1 – силовой элемент из пружины сжатия; 2 – фланцы из изоляционного материала (капролон); 3 – проволоки из металла с эффектом памяти формы (нитинол); б) модель зажимного устройства

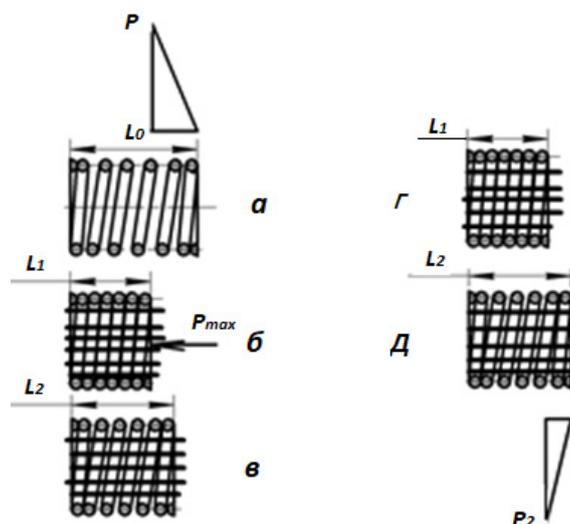


Рис. 2. Последовательность создания и работы зажимного элемента

прочности при переходе в псевдопластическое состояние σ_T не велик и составляет не более 200 МПа [9].

На рис. 1 представлено термомеханическое зажимное устройство, в котором пружина сжатия (1) находится между фланцами (2) из изоляционного материала (капролон), вокруг которых намотана тороидальная катушка из проволоки (3) из материала с памятью формы (нитинол), причем намотка осуществлена при сжатой пружине.

На рис. 2 показана последовательность соз-

дания и работы зажимного элемента. Пружина в свободном состоянии длиной L_0 (рис. 2а) сжата до предела упругости на длину L_1 , и в сжатом состоянии между изолирующими фланцами на торцах пружины катушку наматывают без предварительного натяжения (рис. 2б). Сила сжатия пружины снимается, она расправляется на длину L_2 , растягивая проволоку из СПФ на заданную величину, не превышающую порога пластической деформации, восстанавливаемой при фазовом переходе (рис. 2в).

При нагреве проволоки до температуры фа-

Таблица 1. Характеристики зажимных элементов с применением СПФ

Вариант	d , мм	D , мм	L_0 , мм	L_1 , мм	L_2 , мм	N	K , Н/мм	P_{fix} , Н	S , мм ²	d_n , мм	n
1	4	25	52	32	33,6	5,5	29,23	292,3	2,15	0,5	5
2	5	34,5	57,5	32	33,6	4,5	33,19	423,2	2,97	0,5	7
3	5,5	36,5	52	33	34,6	4	46,16	438,5	3,2	0,5	8



Рис. 3. Экспериментальный привод: а) при холодных элементах из СПФ; б) при нагреве элементов из СПФ

зового перехода, например, при пропускании через нее электрического тока, она укорачивается и сжимает пружину до размера L_1 , что может быть использовано для освобождения зажатого объекта (рис. 2г). А при остывании проволоки пружина стремится удлиниться до размера L_2 , что и используется для зажима объекта крепления. Определить силу закрепления заготовки можно по диаграмме сжатия пружины с установленными на ней элементами СПФ (рис. 2д). В этом случае характеристика такого зажимного элемента будет определяться ходом $L_2 - L_1$ с максимальным усилием P_2 .

Учитывая, что предельное удлинение элементов из памяти формы не может превышать 5 %, можно определить допустимую силу растяжения элементов:

$$P_{5\%} = P_{\max} \left(1 - \frac{0,05 \cdot L_1}{L_0 - L_1} \right), \quad (1)$$

где L_0 – свободная длина пружины; L_1 – длина пружины при сжатии до предела упругости с силой P_{\max} . Тогда суммарная площадь попереч-

ного сечения элементов из СПФ:

$$S = \frac{P_{5\%}}{\sigma_T}, \quad (2)$$

где σ_T – предел текучести СПФ при его квазипластической деформации; $P_{5\%}$ – сила, воспринимаемая проволоками из СПФ. А длина пружины после растяжения установленных элементов составит:

$$L_2 = 1,05 \cdot L_1. \quad (3)$$

Если задаться, что ход при раскреплении:

$$X = \frac{0,05 \cdot L_1}{2}, \quad (4)$$

то сила закрепления будет:

$$P_{fix} = \frac{P_{\max}}{2}. \quad (5)$$

Рабочий ход такого зажимного устройства составит $0,05L_1$, что довольно незначительно,

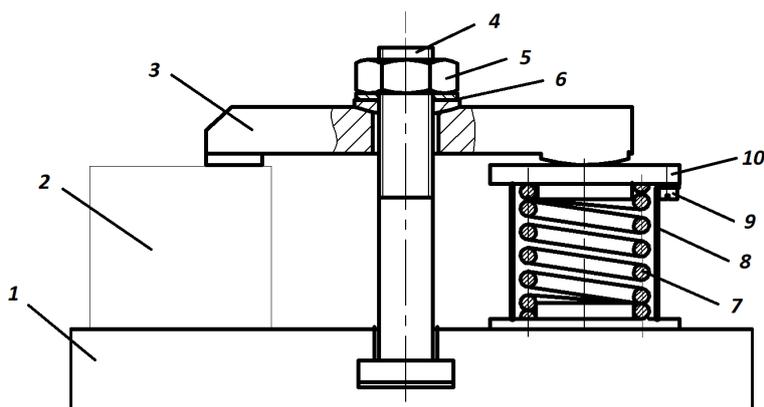


Рис. 4. Автоматизированный прихват: 1 – основание; 2 – заготовка; 3 – прижимная планка; 4 – шпилька; 5 – гайка; 6 – шайба; 7 – пружина; 8 – проволока из материала с эффектом памяти формы; 9 – клеммы для подвода электрического тока; 10 – фланец из изоляционного материала

но для раскрепления заготовки, простого ее снятия, при установке в приспособлениях освобождение ее на 0,7–2 мм достаточно.

Результаты и обсуждение

Задача расчета этого зажимного устройства имеет несколько решений, учитывая, что в качестве пружины могут быть использованы как винтовые пружины, так и тарельчатые пружины, а также прорезные пружины. Расчеты показали, что даже зажимные элементы с винтовыми пружинами сжатия могут быть более компактными по сравнению с пневматическими (табл. 1).

Обозначения в таблице: d – диаметр проволоки пружины; D – средний диаметр пружины; L_0 – длина пружины в свободном состоянии; L_1 – длина полностью загруженной пружины при P_{max} ; L_2 – длина пружины с установленными после ее сжатия элементами из СПФ; N – количество рабочих витков пружины; K – жесткость пружины; P_{fix} – сила закрепления с

рабочим ходом 0,8 мм; S – суммарная площадь поперечного сечения проволоки нитинола; d_n – диаметр проволоки нитинола; n – число ветвей проволоки нитинола.

На рис. 3 показана модель экспериментального привода, в котором нагрев элементов из СПФ осуществлялся пропусканием электрического тока от источника напряжением 5В.

В простейшем случае предлагаемое зажимное устройство может быть использовано в автоматизированных прихватах (рис. 4), в которых заготовка освобождается при нагреве элементов из СПФ электрическим током [8].

Заключение

Разработанная и представленная в данной статье новая конструкция зажимного устройства на основе материала с памятью формы может быть использована в станочных приспособлениях для станков с ЧПУ и обеспечивает надежное закрепление заготовок при отсутствии подвода энергии.

Список литературы

1. Hirose, S. Development of shape-memory alloy actuators. Performance assessment and introduction of a new composing approach / S. Hirose, K. Ikuta, Y. Umetani // *Adv. Robot.* – 1988. – Vol. 3. – No 1. – P. 3–16.
2. Ma, J. High temperature shape memory alloys / J. Ma, I. Karaman, R.D. Noebe // *International Materials Reviews.* – 2010. – Vol. 55. – No 5. – P. 257–315.
3. Nespoli, A. The high potential of shape memory alloys in developing miniature mechanical devices: a review on shape memory alloy mini-actuators / A. Nespoli, S. Besseghini, S. Pittaccio, E. Villa, S. Viscuso // *Sensor Actuator Phys.* – 2010. – Vol. 158. – No 1. – P. 149–160.

4. Jani, J.M. A review of shape memory alloy research, applications and opportunities / J.M. Jani, M. Leary, A. Subic, M.A. Gibson // *Materials and Design*. – 2014. – Vol. 56. – P. 1078–1113.
5. Глущенко, В.А. Многозвенные силоприводы из материала с памятью формы и их характеристики/ В.А. Глущенко, В.К. Алехина // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2017. – С. 483–488.
6. Патентный фонд [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.fips.ru>.
7. Arslan, H. Electromechanical clamping device using shape memory materials / H. Arslan, M.T. Korotkih // *Advances in Mechanical Engineering, LNME*. – 2022. – P. 150–158.
8. Арслан, Х. Применение электромеханических зажимных устройств с применением материалов с памятью формы в станочных приспособлениях / Х. Арслан, М.Т. Коротких // *Металлообработка*. – 2022. – № 1. – С. 51–55.
9. Бледнова, Ж.М. Роль сплавов с эффектом памяти формы в современном машиностроении / Ж.М. Бледнова, М.А. Степаненко. – Краснодар : 2012. – 69 с.

References

5. Glushchenkov, V.A. Mnogozvennyye siloprivody iz materiala s pamyat'yu formy i ikh kharakteristiki/ V.A. Glushchenkov, V.K. Alekhina // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. – 2017. – S. 483–488.
6. Patentnyy fond [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.fips.ru>.
7. Arslan, H. Electromechanical clamping device using shape memory materials / H. Arslan, M.T. Korotkih // *Advances in Mechanical Engineering, LNME*. – 2022. – P. 150–158.
8. Arslan, KH. Primeneniye elektromekhanicheskikh zazhimnykh ustroystv s primeneniyyem materialov s pamyat'yu formy v stanochnykh prispособleniyakh / KH. Arslan, M.T. Korotkikh // *MetallООbrabotka*. – 2022. – № 1. – S. 51–55.
9. Blednova, ZH.M. Rol' splavov s effektom pamyati formy v sovremennom mashinostroyenii / ZH.M. Blednova, M.A. Stepanenko. – Krasnodar : 2012. – 69 s.

© Х. Арслан, М.Т. Коротких, 2022

УДК 669.295

Ю.Б. ЕГОРОВА¹, А.В. ЧЕЛПАНОВ¹, Л.В. ДАВЫДЕНКО²¹ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва;²ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», г. Москва

О КЛАССИФИКАЦИИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭКВИВАЛЕНТОВ ПО АЛЮМИНИЮ И МОЛИБДЕНУ

Ключевые слова: классификация; кластерный анализ; регрессионный анализ; титановые сплавы; фазовый и химический состав; эквиваленты по алюминию и молибдену.

Аннотация. В статье изложены современные представления о классификации титановых сплавов по фазовому составу в отожженном состоянии. Цель работы состояла в уточнении классификации в зависимости от эквивалентов по алюминию и молибдену. На основе регрессионного и кластерного анализов проведено сопоставление химического и фазового составов 140 отечественных и зарубежных сплавов в зависимости от эквивалентов по алюминию и молибдену. Предложена концепция цифровой классификации титановых сплавов. Построена классификационная диаграмма титановых сплавов в координатах «эквивалент по алюминию – эквивалент по молибдену» со статистически подтвержденными границами раздела областей существования α , псевдо α -, $\alpha + \beta$ -сплавов и псевдо β -сплавов. Разработан пакет прикладных программ «Титановые сплавы: цифровая классификация».

более 5 %); 3) $\alpha + \beta$ -сплавы, структура которых представлена α - и β -фазами (5–50 % β -фазы); 4) сплавы переходного класса, которые по структуре и протекающим в них превращениям занимают промежуточное положение между $\alpha + \beta$ - и псевдо β -сплавами; в отожженном состоянии содержат 50–60 % β -фазы; 5) псевдо β -сплавы со структурой, представленной в отожженном состоянии β -фазой (> 65–70 %) и небольшим количеством α -фазы; 6) β -сплавы, структура которых представлена термодинамически стабильной β -фазой.

Для интегральной количественной характеристики сплавов по химическому и фазовому составам были введены понятия эквивалентов легирующих элементов и примесей по алюминию и молибдену $[Mo]_{\text{экв}}^{\text{cmp}}$ [3,7,9]:

$$Al_{\text{экв}}^{\text{cmp}} = \%Al + \%Sn / 3 + \%Zn / 6 + 10[\%O + \%C + 2\%N], \quad (1)$$

$$[Mo]_{\text{экв}}^{\text{cmp}} = \%Mo + \%Ta / 4,5 + \%Nb / 3,3 + \%W / 2 + \%V / 1,4 + \%Cr / 0,6 + \%Mn / 0,6 + \%Fe / 0,4 + \%Ni / 0,8. \quad (2)$$

Введение

В настоящее время наиболее распространена классификация титановых сплавов по фазовому составу в отожженном состоянии [3; 6; 7; 9], которая включает в себя: 1) α -сплавы, структура которых представлена α -фазой; 2) псевдо α -сплавы, структура которых представлена α -фазой и небольшим количеством β -фазы (не

Эквивалент по молибдену характеризует близость сплава ко второй критической концентрации β -стабилизаторов, начиная с которой при закалке из β -области подавляется мартенситное превращение и фиксируется метастабильная β -фаза (с ω -состоянием внутри нее). Вторая критическая концентрация в перерасчете на эквивалент по молибдену ~11 %. Эквивалент по алюминию характеризует воз-

Таблица 1. Классификация титановых сплавов по фазовому составу в отожженном состоянии на основе кластерного анализа

Номер кластера	Класс сплава	Количество β-фазы, %	$[Mo]_{\text{экв}}^{\text{стр}}, \%$	$[Al]_{\text{экв}}^{\text{стр}}, \%$
1	α-сплавы	< 1	~0,3	~1,0/9,0
			< 1,3	~1,0/4,0
2	Псевдо α-сплавы	< 5	~1,0–2,5	~1,0/6,0
			~0,5/1,0	~6,0/9,0
3	α + β-сплавы	5–50	~2,5–9,0	~1,0/9,0
4	Переходные сплавы	50–60	~8,0–10,0	~4,0/7,0
			~10,0–13,0	~2,0/6,0
5	Псевдо β-сплавы	≥ 60/70	~12,0–30,0	~2,0/6,0
6	β-сплавы	100	> 30	~1,0/6,0

возможность образования α₂-фазы и термическую стабильность сплавов [3; 7; 9]. В соответствии с монографией [7] для α-сплавов принимают $[Mo]_{\text{экв}}^{\text{стр}} = 0$, для псевдо α-сплавов $[Mo]_{\text{экв}}^{\text{стр}} < 2,5 \%$, для α+β-сплавов $[Mo]_{\text{экв}}^{\text{стр}} \approx 2,5-10 \%$, для сплавов переходного класса $[Mo]_{\text{экв}}^{\text{стр}} \approx 10-13 \%$, для псевдо β-сплавов $[Mo]_{\text{экв}}^{\text{стр}} > 13 \%$ и для β-сплавов $[Mo]_{\text{экв}}^{\text{стр}} > 27-30 \%$, при этом влияние α-стабилизаторов и нейтральных упрочнителей не учитывается.

Цель работы состояла в уточнении классификации титановых сплавов по фазовому составу в зависимости от эквивалентов по алюминию и молибдену. Для этого необходимо было статистически обосновать границы, разделяющие разные классы титановых сплавов, и разработать методы идентификации класса сплава в зависимости от эквивалентов по алюминию и молибдену.

Методы

Были обобщены литературные данные по химическому и фазовому составу промышленных отечественных и зарубежных сплавов. В качестве литературных источников были использованы отечественные справочники и монографии [1; 2; 7; 10; 11], а также уникальное по объему собранной информации американское издание [12]. Для расчета эквивалентов по алюминию и молибдену по формулам (1) и (2) использовали средний марочный состав 140 сплавов. Статистический анализ (корреля-

ционно-регрессионный и кластерный) проводили с помощью пакета прикладных программ *Statistica* компании *StatSoft*. Исследуемыми факторами послужили: структурные эквиваленты по алюминию и молибдену, количество (объемная доля) α- и β-фаз в отожженном состоянии, класс сплава в кодированном виде: 1 – α-сплавы, 2 – псевдо α-сплавы, 3 – α+β-сплавы, 4 – α+β-сплавы переходного класса, 5 – псевдо β-сплавы, 6 – β-сплавы.

Для разработки пакета прикладных программ использован язык программирования C++, фреймворк *Qt*, *IDE Qt Creator 6.0.2*, для отладки расчетных модулей – среда *Microsoft Visual Studio 2019*.

Результаты и обсуждение

Для структурирования исходных данных на первом этапе был использован метод кластерного анализа, который предназначен для разбиения множества объектов (сплавов) на заданное число кластеров на основании классификационных признаков (эквивалентов по алюминию и молибдену и количества β-фазы). На этой основе была проведена сортировка сплавов по классам и уточнены интервалы изменения эквивалентов по алюминию и молибдену в зависимости от номера кластера (табл. 1). Для псевдо α-сплавов $[Al]_{\text{экв}}^{\text{стр}}$ может принимать все значения из интервала 1,0–9,0 %, поэтому их принято различать в зависимости от содержания алюминия и других α-стабилизаторов и

Таблица 2. Фазовые границы, разделяющие разные классы титановых сплавов

№	Фазовые границы	Регрессионная модель	Коэффициент корреляции	S*, % по массе
1	α /псевдо α	$[Mo]_{экв}^{cmp} = 1,0 + 0,315[Al]_{экв}^{cmp} - 0,047([Al]_{экв}^{cmp})^2$	0,98	0,30
2	псевдо $\alpha/\alpha + \beta$	$[Mo]_{экв}^{cmp} = 2,5 + 0,108[Al]_{экв}^{cmp} - 0,015([Al]_{экв}^{cmp})^2$	0,99	0,50
3	$\alpha + \beta$ /переходный	$[Mo]_{экв}^{cmp} = 8,0 + 0,427[Al]_{экв}^{cmp} - 0,053([Al]_{экв}^{cmp})^2$	0,97	0,50
4	Переходный/псевдо β	$[Mo]_{экв}^{cmp} = 12,0 + 0,427[Al]_{экв}^{cmp} - 0,053([Al]_{экв}^{cmp})^2$	0,97	0,55
5	Псевдо β/β	$[Mo]_{экв}^{cmp} = 30,0 + 0,475[Al]_{экв}^{cmp} - 0,063([Al]_{экв}^{cmp})^2$	0,97	0,60

Примечание: * - статистическая ошибка модели.

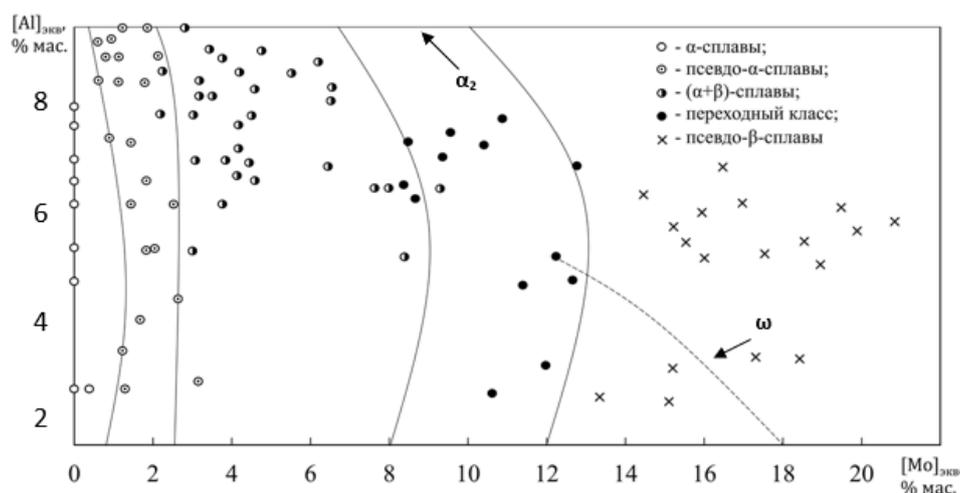


Рис. 1. Классификационная диаграмма титановых сплавов в координатах «эквивалент по алюминию – эквивалент по молибдену»: α_2 – линия, выше которой наблюдается выделение алюминидов титана, ω – линия, выше которой подавляется выделение ω -фазы

нейтральных упрочнителей: малолегированные малопрочные сплавы с $[Al]_{экв}^{cmp} = 1-6\%$ и жаропрочные с $[Al]_{экв}^{cmp} = 6-9\%$.

Необходимо отметить, что в титане и всех титановых сплавах неизменно присутствуют примеси, относящиеся к β -стабилизаторам. Например, в титане и α -сплавах железо приводит к образованию тонких прослоек β -фазы, так что эти сплавы могут содержать β -фазу в количестве не более 1,0 %. Типичное содержание железа как примеси в титане и его сплавах

составляет $\sim 0,1/0,15\%$, а типичное содержание всех β -примесных элементов эквивалентно $[Mo]_{экв}^{cmp} \approx 0,2-0,3\%$.

На основе проведенного кластерного и регрессионного анализа были статистически обоснованы границы, разделяющие разные классы титановых сплавов, и разработан пакет прикладных программ «Титановые сплавы: цифровая классификация», позволяющий определить класс сплава по эквивалентам с учетом граничных условий, приведенных в табл. 2. Под циф-

ровой классификацией может пониматься, по нашему мнению, результат реализации компьютерных программ, основанных на современных методах статистического анализа зависимостей типа «химический состав – фазовый состав – класс сплава», «химический состав – фазовый состав – свойства – класс сплава» и т.п.

На рис. 1 визуализированы результаты программирования (цифровой классификации) в виде классификационной диаграммы титановых сплавов в координатах «эквивалент по алюминию – эквивалент по молибдену» со статистически подтвержденными границами раздела областей существования α , псевдо α -, $\alpha + \beta$ -сплавов и псевдо β -сплавов.

Алюминий и нейтральные упрочнители при концентрациях более $[Al]_{экв}^{cmp} \sim 7,0\%$ стабилизируют β -фазу и повышают ее количество, а при $[Al]_{экв}^{cmp} \approx 4,0/6,0\%$ наблюдается сдвиг фа-

зовых границ классов в сторону больших концентраций β -стабилизаторов, так что границы имеют серповидный характер [4; 5; 8]. Верхняя граница, равная $[Al]_{экв}^{cmp} = 9\%$, соответствует условию образования второй фазы. При более высоких значениях возможно образование алюминиды титана (α_2 -фазы), что приводит к падению пластичности и термической стабильности при температурах эксплуатации [7; 12].

Заключение

На основе корреляционно-регрессионного и кластерного анализов предложена концепция цифровой классификации титановых сплавов, которая позволяет определить класс сплава в зависимости от эквивалентов по алюминию и молибдену с использованием разработанного пакета прикладных программ.

Список литературы

1. Авиационные материалы. Справ. в 9 т. / под общ. ред. А.Т. Туманова. Т.5 Магниевые и титановые сплавы. – М. : ОНТИ, 1973. – 560 с.
2. Авиационные материалы: Справочник в 12 т. / под общ. ред. Е.Н. Каблова. Т.6 Титановые сплавы. – М. : ВИАМ, 2010. – 96 с.
3. Белов, С.П. Металловедение титана и его сплавов / С.П. Белов, М.Я. Брун, С.Г. Глазунов [и др.]; под общей редакцией С.Г. Глазунова, Б.А. Колачева. – М. : Metallurgia, 1992. – 352 с.
4. Воздвиженский, В.М. О форме границ фазовых областей и положение титановых сплавов на квалификационной диаграмме / В.М. Воздвиженский, Б.А. Колачев, М.В. Воздвиженская, Д.В. Рынденков // Металлы. – 2002. – № 3. – С. 29–34.
5. Воздвиженский, В.М.. Структурная диаграмма титановых сплавов в отожженном состоянии / В.М. Воздвиженский, Б.А. Колачев, М.В. Воздвиженская // Известия ВУЗов. Цв. Metallurgia. – 2003. – № 2. – С. 32–38.
6. Ильин, А.А. Различные виды классификации отечественных титановых сплавов / А.А. Ильин, Ю.Б. Егорова, С.В. Скворцова, А.М. Мамонов, Н.А. Ночовная, Л.В. Давыденко // Титан. – 2012. – № 2(36). – С.11–18.
7. Ильин, А.А. Титановые сплавы. Состав, структура, свойства. Справочник / А.А. Ильин, Б.А. Колачев, И.С. Полькин. – М. : ВИЛС – МАТИ, 2009. – 520 с.
8. Колачев, Б.А. Ti-Al-Mo как основа диаграммы фазового состава отожженных титановых сплавов / Б.А. Колачев, А.А. Ильин, Д.В. Рынденков // Известия ВУЗов. Цв. Metallurgia. – 2005. – № 6. – С. 56–61.
9. Колачев, Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. 4-е изд / Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов. – М. : МИСИС, 2005. – 432 с.
10. Фридляндер, И.Н. Машиностроение. Энциклопедия. Т. 2-3. Цветные металлы и сплавы / И.Н. Фридляндер, О.Г. Сенаторова, О.Е. Осинцев [и др.]. – М. : Машиностроение, 2001. – С. 585–586 с.
11. Цвиккер, У. Титан и его сплавы / У. Цвиккер. – М. : Metallurgia, 1979. – 512 с.
12. Boyer, R. Materials Properties Handbook. Titanium Alloys, / R. Boyer, G. Welsch, E.W. Collings. – USA, ASM International, Materials Park, 1994. – 1176 p.

References

1. Aviatsionnyye materialy. Sprav. v 9 t. / pod obshch. red. A.T.Tumanova. T.5 Magniyevyye i titanovyye splavy. – M. : ONTI, 1973. – 560 s.
2. Aviatsionnyye materialy: Spravochnik v 12 t. / pod obshch. red. Ye.N. Kablova. T.6 Titanovyye splavy. – M. : VIAM, 2010. – 96 s.
3. Belov, S.P. Metallovedeniye titana i yego splavov / S.P. Belov, M.YA. Brun, S.G. Glazunov [i dr.]; pod obshchey redaktsiyey S.G. Glazunova, B.A. Kolacheva. – M. : Metallurgiya, 1992. – 352 s.
4. Vozdvizhenskiy, V.M. O forme granits fazovykh oblastey i polozheniye titanovykh splavov na kvalifikatsionnoy diagramme / V.M. Vozdvizhenskiy, B.A. Kolachev, M.V. Vozdvizhenskaya, D.V. Ryndenkov // Metally. – 2002. – № 3. – S. 29–34.
5. Vozdvizhenskiy, V.M.. Strukturnaya diagramma titanovykh splavov v otozhzhennom sostoyanii / V.M. Vozdvizhenskiy, B.A. Kolachev, M.V. Vozdvizhenskaya // Izvestiya VUZov. Tsv. Metallurgiya. – 2003. – № 2. – S. 32–38.
6. Il'in, A.A. Razlichnyye vidy klassifikatsii otechestvennykh titanovykh splavov / A.A. Il'in, YU.B. Yegorova, S.V. Skvortsova, A.M. Mamonov, N.A. Nochovnaya, L.V. Davydenko // Titan. – 2012. – № 2(36). – S.11–18.
7. Il'in, A.A. Titanovyye splavy. Sostav, struktura, svoystva. Spravochnik / A.A. Il'in, B.A. Kolachev, I.S. Pol'kin. – M. : VILS – MATI, 2009. – 520 s.
8. Kolachev, B.A. Ti-Al-Mo kak osnova diagrammy fazovogo sostava otozhzhennykh titanovykh splavov / B.A. Kolachev, A.A. Il'in, D.V. Ryndenkov // Izvestiya VUZov. Tsv. Metallurgiya. – 2005. – № 6. – S. 56–61.
9. Kolachev, B.A. Metallovedeniye i termicheskaya obrabotka tsvetnykh metallov i splavov. 4-ye izd / B.A. Kolachev, V.I. Yelagin, V.A. Livanov. – M. : MISIS, 2005. – 432 s.
10. Fridlyander, I.N. Mashinostroyeniye. Entsiklopediya. T. 2-3. Tsvetnyye metally i splavy / I.N. Fridlyander, O.G. Senatorova, O.Ye. Osintsev [i dr.]. – M. : Mashinostroyeniye, 2001. – S. 585–586 s.
11. Tsvikker, U. Titan i yego splavy / U. Tsvikker. – M. : Metallurgiya, 1979. – 512 s.

© Ю.Б. Егорова, А.В. Челпанов, Л.В.Давыденко, 2022

УДК 621.923

Н.Ю. КОВЕЛЕНОВ, А.А. ГРИБАНОВ

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого», г. Санкт-Петербург;

ООО «Вириал», г. Санкт-Петербург

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИНИШНЫХ ОПЕРАЦИЙ ОБРАБОТКИ СЕГМЕНТОВ ТОРЦОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ

Ключевые слова: авиационный двигатель; изотропный пиролитический углерод; керамический притир; нанесение канавок лазером; повышение эффективности; торцевые уплотнения; финишная обработка.

Аннотация. В статье рассматривается решение задачи по повышению производительности финишной обработки торцевых уплотнений газотурбинного авиационного двигателя, а также уменьшения износа рабочей поверхности инструмента и увеличения его стойкости. Целью является модификация и тестирование предложенной технологии с использованием шлифовально-полировального оборудования на операции без абразивной притирки торцевых поверхностей сегментов уплотнений, а также использование специально разработанного керамического притира с лазерными насечками, обеспечивающими увеличенную интенсивность съема материала, показывающими преимущества, обеспечивающие повышение эффективности производства. Основным методом исследования является метод бережливого производства. Полученный результат при модификации технологии демонстрирует преимущества по сравнению со старой технологией финишной обработки.

Согласно распоряжению правительства РФ от 24 декабря 2012 г. «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 гг.» одним из направлений определено авиационное двигателестроение. Основными пунктами по развитию в данном направлении определены следующие цели: проведение политики импортозамещения и увеличение объема выпуска конкурентоспособных типов двигателей [1].

Для создания авиационных двигателей нового поколения с улучшенными показателями надежности и экономичности необходимо решение научно-технических проблем, связанных с изготовлением, в том числе и высокоэффективных уплотнений, работоспособных при высоких скоростях вращения ротора в условиях повышенного давления рабочей среды.

Долгосрочную работу ротора и, как следствие, самого газотурбинного двигателя (ГТД) обеспечивают уплотнительные устройства, которые предохраняют его от возникающих утечек масла из масляных полостей в проточную часть двигателя и воспрепятствуют загрязнению основных узлов.

Уплотнительные устройства делятся по типу на контактные и бесконтактные. Контактные характеризуются непосредственным соприкосновением вращающихся и неподвижных деталей в месте уплотняющего стыка. Они, в отличие от бесконтактных, обеспечивают высокий уровень герметичности масляных полостей опор роторов ГТД, обладают незначительными потерями на трение и необходимой надежностью [2]. Именно поэтому основным направлением по повышению качественных характеристик ГТД выбраны радиально-торцевые контактные уплотнения.

На рис. 1 показана конструкция такого уплотнения. Оно собирается из отдельных секций, изготавливаемых из изотропного пиролитического углерода (пирографита), обладающего гораздо более высокими прочностными характеристиками, чем обычные графиты.

Наружный ряд уплотнения состоит из шести нижних секций (2) и шести верхних секций (3), обжимаемых браслетной пружиной (4).

Нижние и верхние секции расположены друг относительно друга в шахматном поряд-

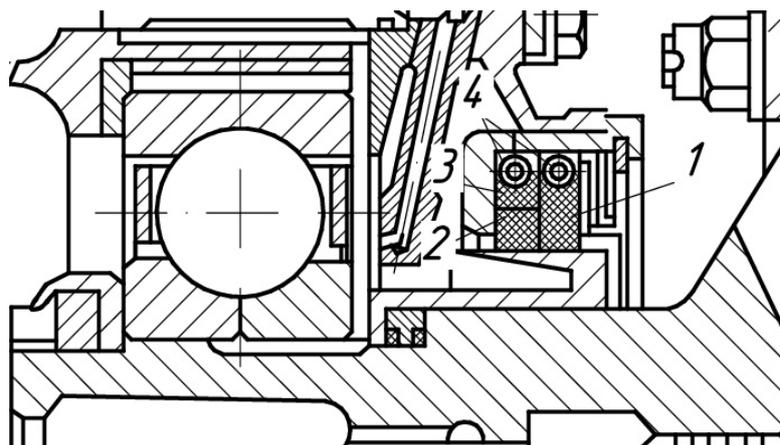


Рис. 1. Конструкция радиально-торцевого уплотнительного устройства

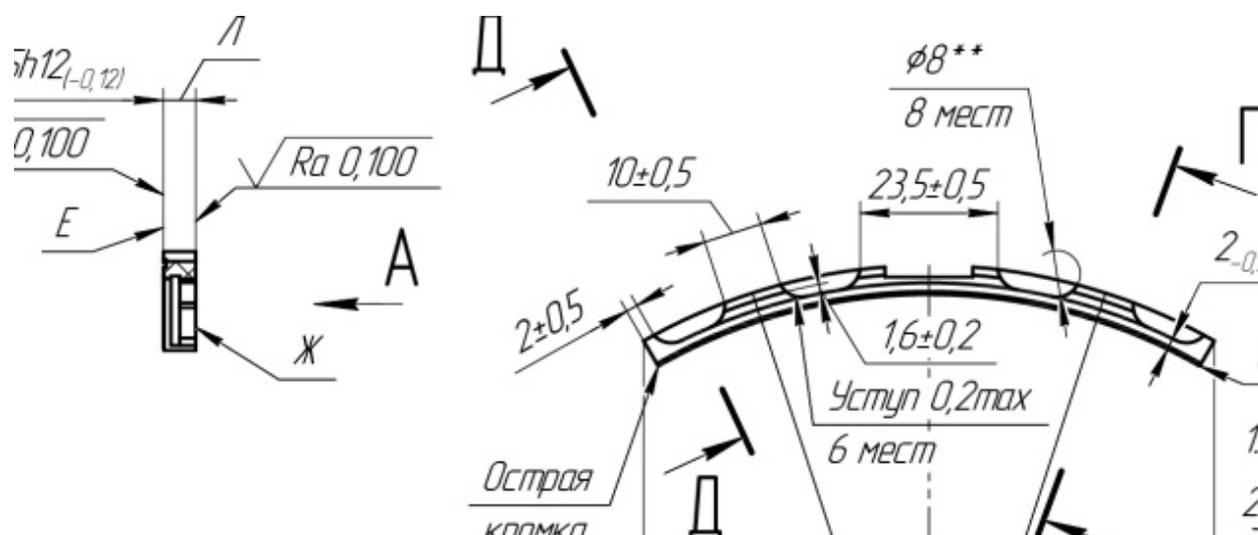


Рис. 2. Фрагмент чертежа нижней секции

ке. Второй ряд состоит из шести внутренних секций (1), обжимаемых второй браслетной пружиной. Усилие поджатия торцевых поверхностей обеспечивается пружинами (на схеме не показаны).

Существенное влияние на работу уплотнений и величину утечек через них (герметичность) оказывают характеристики уплотнительных поверхностей, а именно: допуск параллельности торцевых поверхностей секций (Е и Ж) не должен превышать 0,02 мм, допуск их плоскостности должен быть в пределах 0,3–0,6 микрон [3], шероховатость контактирующих поверхностей (в том числе внутренней) по параметру Ra не должна превышать 0,1 микрон. Толщина комплекта внутрен-

них секций должна превышать толщину наружных секций не более, чем на 20 микрон. Видимый просвет между вставкой вала и внутренним диаметром сегментов нижней и внутренней секций не допускается.

Приведенные выше значения параметров по имеющейся технологии изготовления таких изделий получают при ручной притирке поверхностей сначала на чугунной плите со свободным абразивом, а затем на матовой шлифованной стеклянной плите без абразива. Данный процесс крайне непроизводителен, а также требует участия в нем высококвалифицированных рабочих. Именно от их квалификации существенно зависит количество брака на данной операции. Помимо описанных проблем с полу-

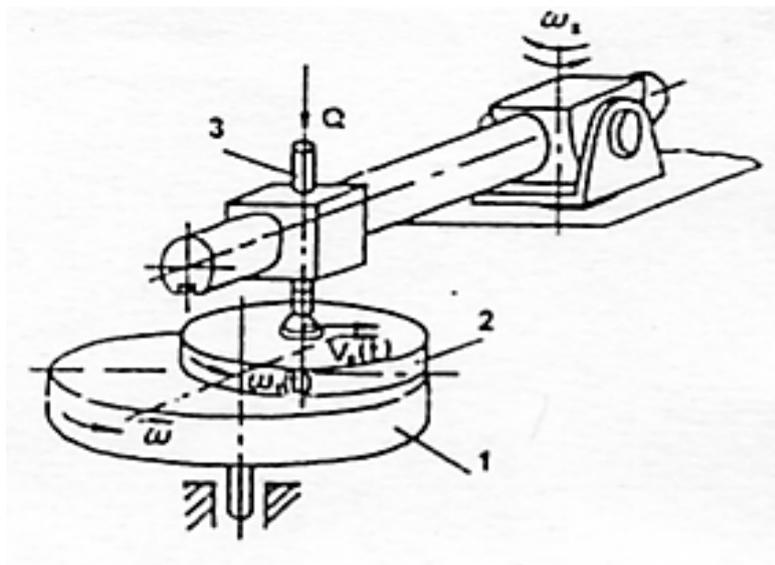


Рис. 3. Схема притирки на станке с поводковым механизмом, где: нижнее звено 1 – инструмент (шлифовальный круг или притир); верхнее звено 2 – оправка с наклеенными на нее сегментами; 3 – прижим со сферической головкой, на который передается усилие и возвратно-поступательное движение подачи от поводка станка

Таблица 1. Параметры притирки торцевых поверхностей сегментов с использованием керамических притиров

Расстояние между насечками, мм	Параметр шероховатости Ra , мкм	Параметр плоскостности, мм	Интенсивность съема материала, мкм/мин	Величина снимаемого припуска, мкм	Время обработки, мин
40	0,05	0,0006	0,8	50	62,5
30	0,07	0,0006	1,9		26,3
20	0,09	0,0006	4,1		12,2
10	0,1	0,0006	6,8		7,35
5	0,15	0,0006	7,9		6,3

чением самих изделий, возникают проблемы с притирочными плитами: в процессе притирки они быстро изнашиваются, теряя возможность получать заявленную шероховатость и плоскостность секций.

В связи с увеличением объема производства двигателей актуальным становится вопрос повышения производительности изготовления торцевых уплотнений, в том числе сокращение времени выполнения финишных притирочных операций.

На предприятии ООО «Вириал» была разработана и изготовлена установка по получению заготовок из пирографита и испытана

прогрессивная технология обработки торцевых уплотнений с использованием современного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ). Финишные притирочные операции согласно этой технологии выполнялись на шлифовально-полировальном станке ЗШП-320. На рис. 3 приведена схема работы данного станка.

В предложенной технологии предварительная притирка осуществлялась с использованием алмазных мелкозернистых кругов на бакелитовой связке. Финишная обработка производилась с помощью специально разработанного притира, изготовленного из смешанной

керамики марки VCS 45 с нанесенными с помощью лазера на его торцевую поверхность насечками.

Использование станка на операциях предварительной притирки позволило уменьшить время обработки в два раза с 30 до 15 минут (при снятии припуска 100 мкм), получив при этом заданные технические параметры.

Производительность финишной притирки существенно зависит от количества насечек (шага), нанесенных на поверхность притира насечек [4]. Были проведены эксперименты по притирке сегментов с использованием притиров с различным шагом насечек.

При использовании данной схемы притирки плоскостность изделия в значительной степени зависит от плоскостности притира, так как при обработке происходит копирование поверхности притира. Поэтому важной характеристи-

кой процесса притирки является интенсивность износа притира. В отличие от используемого в базовой технологии стеклянного притира, керамический притир показал значительно большую износоустойчивость. Эксперименты производились на одинаковой (заранее определенной) скорости вращения инструмента и усилие прижим. Результаты экспериментов приведены в табл. 1.

Проведенные исследования показали, что использование керамического притира на операции финишной притирки повышает производительность обработки в два раза и увеличивает износоустойчивость поверхности инструмента в три раза, что позволило сократить время на смену притира и его восстановление.

Притирка внутренней поверхности осуществлялась на специально разработанном приспособлении по керамической втулке.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 24 декабря 2012 г. № 2509-р Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 годы».
2. Конструкция и проектирование авиационных газотурбинных двигателей: учебник для вузов по специальности «Авиационные двигатели и энергетические установки» / Под ред. Хронина Д.В. – М. : Машиностроение, 1989.
3. Белоусов, А.И. Конструкция и проектирование уплотнений вращающихся валов турбомашин двигателей летательных аппаратов / А.И. Белоусов, В.А. Зрелов. – Куйбышев : Куйбышевский авиационный институт, 1989. – 104 с.
4. Toshio Shikata, Hirokazu Tokoro, Takanobu Nishimura, Masaharu Kinoshita, Norio Masuda, US Patent, 1989.

References

1. Rasporyazheniye Pravitel'stva RF ot 24 dekabrya 2012 g. № 2509-r Ob utverzhdenii gosudarstvennoy programmy Rossiyskoy Federatsii «Razvitiye aviatsionnoy promyshlennosti na 2013–2025 gody».
2. Konstruktsiya i proyektirovaniye aviatsionnykh gazoturbinnnykh dvigateley: uchebnik dlya vuzov po spetsial'nosti «Aviatsionnyye dvigateli i energeticheskiye ustanovki» / Pod red. Khronina D.V. – M. : Mashinostroyeniye, 1989.
3. Belousov, A.I. Konstruktsiya i proyektirovaniye uplotneniy vrashchayushchikhsya valov turbomashin dvigateley letatel'nykh apparatov / A.I. Belousov, V.A. Zrelov. – Kuybyshev : Kuybyshevskiy aviatsionnyy institut, 1989. – 104 s.

© Н.Ю. Ковеленов, А.А. Грибанов, 2022

УДК 658.512.4.07

И.Н. ХРУСТАЛЕВА, Д.П. ГАСЮК, Л.Г. ЧЕРНЫХ, С.Н. СТЕПАНОВ, А.А. ЛАПТЕВ
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого», г. Санкт-Петербург

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ключевые слова: автоматизация; имитационная модель; многокритериальный анализ; средства производства; технологический процесс сборки.

Аннотация. В работе рассматривается решение задачи по повышению эффективности технологической подготовки среднесерийного производства. Целью работы является разработка имитационной модели, позволяющей проводить анализ различных вариантов технологического процесса и определять рациональный вариант. Основным методом исследования является многокритериальный анализ. Разработанная модель применялась на этапе технологической подготовки сборочного производства для изделия «Машинка для резки». В работе представлены результаты моделирования различных вариантов технологического процесса сборки для данного изделия и определен рациональный вариант.

Современные машиностроительные предприятия, работающие в условиях крупносерийного и массового типов производства характеризуются сложной структурой движения потоков, управленческого состава, многообразием оборудования, интенсивностью производственного процесса и т.д. [1; 2] Для повышения эффективности производственного процесса на предприятиях данного типа широко применяются сборочные поточные линии.

Каждый технологический процесс характеризуется множеством управляемых параметров, в число которых входят технологические параметры производственного процесса, методы организации произведенного процесса, квалификация рабочих [3; 4].

Повышения эффективности производственного процесса можно добиться в том числе за счет снижения трудоемкости этапа технологической подготовки производства. В настоящее время для решения данной задачи оптимальным является метод имитационного моделирования, который позволяет на этапе технологической подготовки производства определить рациональную структуру производственного участка, а также технологические параметры отдельных технологических переходов [5; 6].

Таким образом, целью работы является разработка имитационной модели, обеспечивающей повышение эффективности технологической подготовки производства сборочной линии за счет анализа множества вариантов технологического процесса сборки и выбора рационального варианта на основе многокритериального анализа.

Описание имитационной модели

На основе имитационных экспериментов осуществляется выбор рациональной структуры производственного участка и рациональных технологических параметров на основе следующих целевых показателей: длительность производственного цикла, технологическая себестоимость.

В качестве граничных условий будут выступать: максимальная длительность производственного цикла, максимальная технологическая себестоимость, максимальная сумма капитальных вложений.

Разработанная имитационная модель будет состоять из следующих шагов:

- расчет такта выпуска;
- распределение шагов по технологическим станциям;

- расчет оптимальной партии запуска;
- расчет периодичности запуска деталей в производство;
- расчет длительности технологического цикла изготовления партии изделий основной сборки;
- расчет параметров узловых станций;
- расчет периодичности запуска партий деталей в производство;
- расчет технологической себестоимости единицы изделия.

Алгоритм имитационной модели представлен на рис. 1.

Описание математических зависимостей для расчета технологических параметров сборочной поточной линии

Такт поточной линии определяется по формуле [7]:

$$r = \frac{F_{\text{Э}}}{N_{\text{Э}}}; \quad (1)$$

$$F_{\text{Э}} = (D_p T_{\text{см}} K_{\text{см}} - T_{\text{сум}}) \left(1 - \frac{P_{\text{пр}}}{100} \right), \quad (2)$$

где $F_{\text{Э}}$ – эффективный фонд времени за плановый период, мин; $N_{\text{Э}}$ – количество изделий, подлежащих выпуску в плановый период времени, шт.; D_p – число расчетных дней в рабочем периоде; $T_{\text{см}}$ – продолжительность рабочей смены, мин; $K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности работ; $T_{\text{сум}}$ – суммарное время за период сокращения рабочего времени в праздничные дни, мин; $P_{\text{пр}}$ – процент времени планового технического обслуживания по отношению к номинальному фонду времени.

Величина оптимальной партии запуска определяется по формуле [7]:

$$n_{\text{opt}} = \sqrt{\frac{2DS}{h}}, \quad (3)$$

где D – объем потребления ресурса (необходимое количество деталей/изделий) в плановом периоде; h – затраты, обусловленные хранением единицы запаса в течение всего планового периода; S – затраты на переналадку технологического оборудования/затраты на закупку.

Расчет периодичности запуска деталей в

производство рассчитывается по формуле:

$$f = D / n_{\text{opt}}, \quad (4)$$

где D – объем потребления ресурса (необходимое количество деталей/изделий) в плановом периоде; n_{opt} – оптимальная партия запуска, шт.

Расчет длительности производственно-го цикла изготовления партии сборки единиц ($T_{\text{пар}}$) производится по следующим формулам.

При последовательно-параллельном движении предметов труда [7]:

$$T_{\text{тех.}}^{\text{oc}} = n_{\text{opt}} \sum_{i=1}^m \frac{(T_{\text{шт}}^{\text{oc}})_i}{C_i} - (n_{\text{opt}} - p) \times \sum_{i=1}^{m-1} \frac{(T_{\text{шт}}^{\text{oc}})_{ki}}{C_i}. \quad (5)$$

При параллельном движении предметов труда [7]:

$$T_{\text{тех.}}^{\text{oc}} = (n_{\text{opt}} - p) \frac{(T_{\text{шт}}^{\text{oc}})_{imax}}{C_i} + \sum_{i=1}^m \frac{(T_{\text{шт}}^{\text{oc}})_{ki}}{C_i}, \quad (6)$$

где m – число операций в технологическом процессе (число станций); C_i – принятое число рабочих мест (станков) на i -й операции (степень распараллеливания станции), шт.; $(T_{\text{шт}}^{\text{oc}})_i$ – норма штучного времени на i -й операции, мин.; p – размер транспортной (передаточной) партии, шт.; $(T_{\text{шт}}^{\text{oc}})_{ki}$ – наименьшая норма времени между k -й парой смежных операций с учетом количества единиц оборудования, мин.

Расчет параметров узловых станций производится по следующему алгоритму.

1. Определение минимального количества узловых станций:

$$n_{\text{yc}} = \frac{n_{\text{opt}} T_{\text{п/сб}}^{\text{сум}}}{F_{\text{Э}}}, \quad (7)$$

где $T_{\text{п/сб}}^{\text{сум}}$ – суммарное время изготовления подборок для одного изделия, мин; n_{opt} – оптимальная партия запуска; $F_{\text{Э}}$ – эффективный

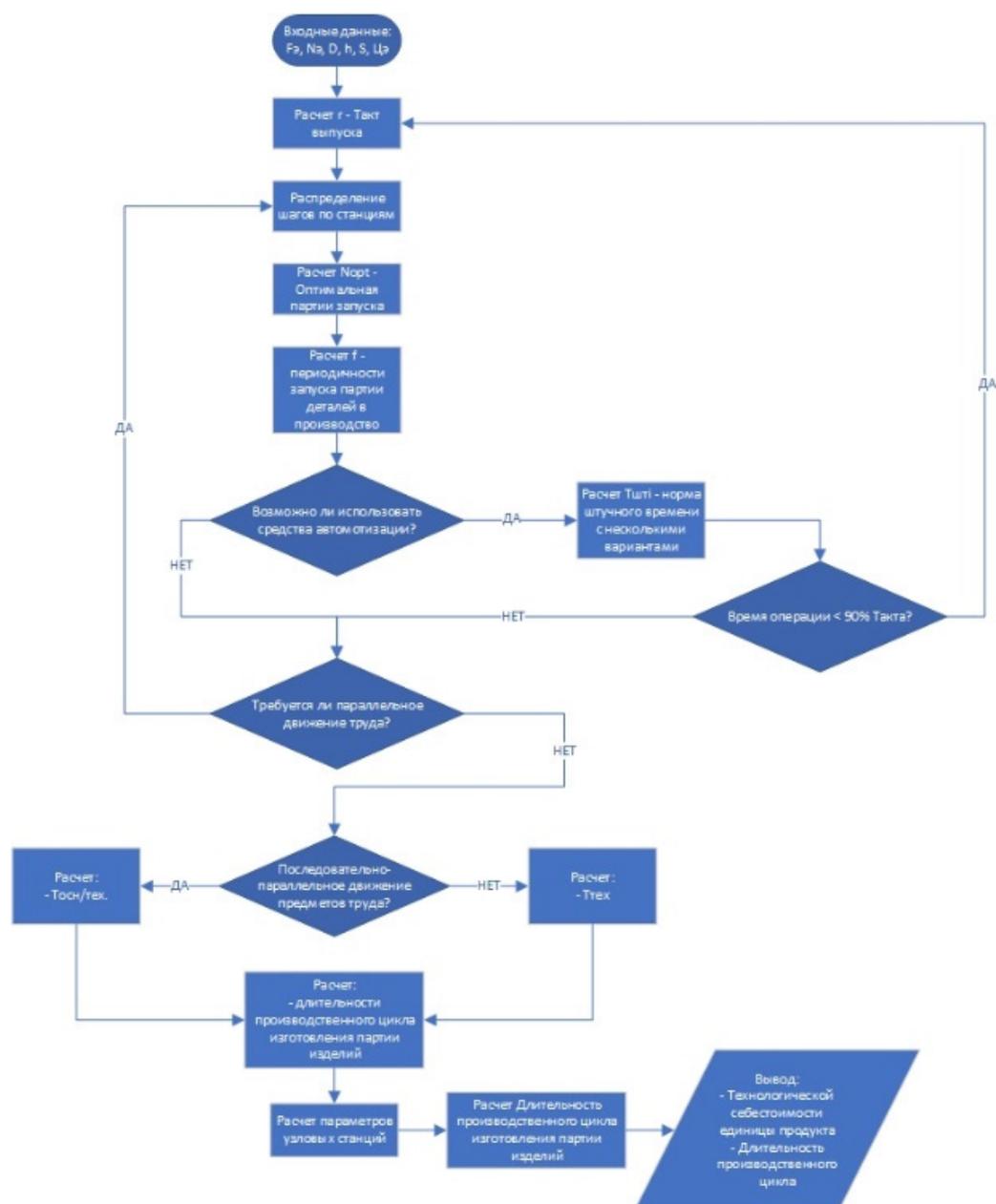


Рис. 1. Алгоритм имитационной модели

фонд рабочего времени за период.

2. Определение типа под сборки (*online/offline*).

Online под сборка – узловая сборочная единица, сборка которой производится параллельно основной сборке с учетом такта выпуска.

Offline под сборка – узловая сборочная единица, сборка которой производится независимо от основной сборки.

Тип под сборки определяется на основе следующего неравенства:

$$T_{\text{сум}}^i s \leq rl, \quad (8)$$

где $T_{\text{сум}}^i$ – суммарное время изготовления под-сборок на i -ой станции для одного изделия; r – ритм поточной линии; s – уровень распараллеливания i -ой станции основной сборки; l – уровень распараллеливания i -ой станции узловой сборки.

Если $T_{\text{сум}}^i s \leq rl$, то все под сборки изготавливаются *Online*. Если $T_{\text{сум}}^i > rl$, то из суммар-

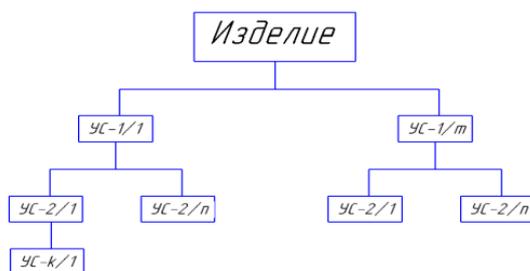


Рис. 2. Иерархическая схема узловых сборок

ного времени изготовления подборок на i -ой станции ($T_{\text{СУМ}}^i$) исключается суммарное время изготовления подборок низшего уровня для рассматриваемой станции (рис. 2).

Исключение времени выполнения подборок из ($T_{\text{СУМ}}^i$) производится до тех пор, пока не будет выполняться условие выражения (8).

3. Определение оптимальной партии запуска *offline*-подборок:

$$n_{\text{opt-уз}} = \sqrt{\frac{2DS}{h}}, \quad (9)$$

где D – объем потребления ресурса (необходимое количество деталей/изделий) в плановом периоде; h – затраты, обусловленные хранением единицы запаса в течение всего планового периода; S – затраты на переналадку технологического оборудования/стоимость закупки.

Расчет технологической себестоимости единицы изделия производится по формуле [8]:

$$C_m = M^{\text{oc}} + 3_0^{\text{oc}} + S_{\text{осн}}^{\text{oc}} + S_3^{\text{oc}} + S_p^{\text{oc}} + \text{ПР}^{\text{oc}}, \quad (10)$$

где C_m – технологическая себестоимость основной сборки, руб. и технологическая себестоимость узловой сборки, руб.; n – количество узловых сборок в изделии, шт.; M – затраты на основные материалы (за вычетом отходов) или стоимость заготовки $S_{\text{заг}}$ для основной сборки, руб.; 3_0 – затраты на заработную плату основных производственных рабочих основной сборки, руб.; $S_{\text{осн}}$ – затраты на быстроизнашиваемую технологическую оснастку основной сборки, руб.; S_3 – затраты на технологическую энергию для основной сборки, руб.; S_p – затраты на обслуживание и ремонт оборудования основной сборки, руб.; ПР – прочие затраты основной

сборки, руб.

4. Определение рационально технологического процесса.

Для определения рационального варианта технологического процесса сборки используется формула:

$$F_{\text{ТП}} = \frac{T_i K_1}{T_{\text{min}}} + \frac{C_{\text{ти}} K_2}{C_{\text{тmin}}}, \quad (11)$$

где T_i – длительность производственного цикла по i -ому варианту технологического процесса; T_{min} – минимальная длительность производственного цикла из всех рассчитанных вариантов; K_1 – весовой коэффициент для определения значимости критерия «Длительность производственного цикла»; $C_{\text{ти}}$ – величина затрат на изготовление партии деталей по i -ому варианту технологического процесса; $C_{\text{тmin}}$ – минимальная величина затрат из всех рассчитанных вариантов; K_2 – весовой коэффициент для определения значимости критерия «Величина затрат».

Рациональным вариантом технологического процесса будет являться вариант с минимальным значением показателя ($F_{\text{ТП}}$).

Результаты определения рационального варианта технологического процесса сборки изделия «Машинка для резки» получаются на основе разработанной имитационной модели.

Машина для резки предназначена для проведения врезок в трубопроводы и сосуды, работающие под давлением, без остановки их работы, общий вид которой представлен на рис. 3. Выбор оборудования производится под конкретные условия врезки, в том числе с учетом величины давления перекачиваемого продукта в трубопроводе под врезку и геометрию присоединительного оборудования.

Машина для резки состоит из следующих узловых сборок: вал выдвижной, вал силовой,

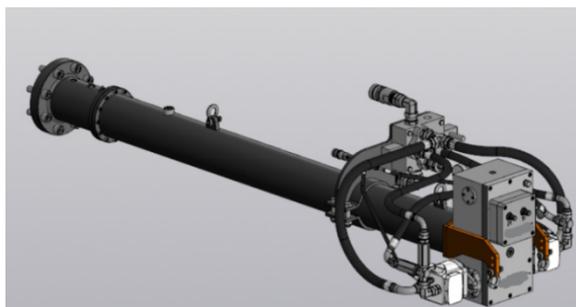


Рис. 3. Машина для резки

Таблица 1. Результаты расчетов вариантов технологического процесса сборки изделия «Машина для резки»

Параметр	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Количество станций основной сборки	4 шт.	4 шт.	4 шт.	4 шт.
Количество рабочих основной сборки	14 чел.	13 чел.	13 чел.	13 чел.
Количество станций узловой сборки	2 шт.	2 шт.	2 шт.	2 шт.
Количество рабочих узловой сборки	4 чел.	3 чел.	3 чел.	3 чел.
Капитальные вложения	0 руб.	60 000 руб.	60 000 руб.	60 000 руб.
Длительности производственного цикла	339 мин.	346 мин.	345 мин.	344 мин.
Себестоимость сборки	84 870 руб.	82 585 руб.	82 578 руб.	82 576 руб.
Рейтинг	1,0166	1,0079	1,0072	1,0065

винт ходовой, штанга держателя, переключатель.

В табл. 1 представлены результаты расчетов четырех вариантов технологического процесса сборки изделия «Машина для резки».

Проанализировав результаты табл. 1, мы приняли решение использовать вариант № 4 технологического процесса, так как в нем не нарушается условие капитальных вложений, была уменьшена длительность технологического процесса и сокращены производственные затраты.

Предложенная имитационная модель по-

зволяет спроектировать множество вариантов технологических процессов сборки изделия, а также провести многокритериальный анализ и определить рациональные значения технологических параметров производственного процесса. Анализ различных вариантов технологического процесса сборки с помощью имитационной модели на этапе технологической подготовки производства позволит в значительной степени повысить эффективность производственного процесса за счет снижения трудоемкости и себестоимости изготавливаемой продукции.

Список литературы

1. Федотова, А.М. Анализ рисков возникновения проблем с качеством технологической подготовки производства и разработка мероприятий по их снижению в условиях АО «НИИЭФА» / А.М. Федотова, Д.П. Гасюк // Металлообработка. – 2021. – № 1(121). – С. 50–54.
2. Косова, В.А. К вопросу анализа условий разработки технологических процессов машиностроительных предприятий / В.А. Косова, Д.П. Гасюк // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 2. – С. 655–658.

3. Computer Aided Design Systems for Solving Problems in Mechanical Engineering / Г.С. Жетесова, V.V. Yurchenko, Т.Ю. Никонова [et al.]. – СПб : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2020. – 100 p.
4. Степанов, С.Н. Измерение и качество / С.Н. Степанов, С.Б. Тарасов // Современное машиностроение. Наука и образование. – 2011. – № 1. – С. 83–89.
5. Automating production engineering for custom and small-batch production on the basis of simulation modeling / I.N. Khrustaleva, S.A. Lyubomudrov, L.G. Chernykh [et al.] // Journal of Physics: Conference Series, Saint Petersburg. – SPb, 2021. – P. 012047.
6. Хрусталева, И.Н. Имитационная модель технологической подготовки производства цеха механической обработки / И.Н. Хрусталева, С.А. Любомудров, П.И. Романов // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. – 2017. – Т. 23. – № 2. – С. 215–222.
7. Производственный менеджмент: Учебник / Под ред. В.А. Козловского. – М. : ИНФРА-М, 2003. – 574 с.
8. Экономика предприятия : учебник / В.М. Семенов [и др.]. – СПб : Питер, 2010. – 416 с.

References

1. Fedotova, A.M. Analiz riskov vozniknoveniya problem s kachestvom tekhnologicheskoy podgotovki proizvodstva i razrabotka meropriyatiy po ikh snizheniyu v usloviyakh АО «НИИЕФА» / A.M. Fedotova, D.P. Gasyuk // Metalloobrabotka. – 2021. – № 1(121). – S. 50–54.
2. Kosova, V.A. K voprosu analiza usloviy razrabotki tekhnologicheskikh protsessov mashinostroytel'nykh predpriyatiy / V.A. Kosova, D.P. Gasyuk // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki. – 2021. – № 2. – S. 655–658.
4. Stepanov, S.N. Izmereniye i kachestvo / S.N. Stepanov, S.B. Tarasov // Sovremennoye mashinostroyeniye. Nauka i obrazovaniye. – 2011. – № 1. – S. 83–89.
6. Khrustaleva, I.N. Imitatsionnaya model' tekhnologicheskoy podgotovki proizvodstva tsekha mekhanicheskoy obrabotki / I.N. Khrustaleva, S.A. Lyubomudrov, P.I. Romanov // Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti SPbPU. Yestestvennyye i inzhenernyye nauki. – 2017. – Т. 23. – № 2. – S. 215–222.
7. Proizvodstvennyy menedzhment: Uchebnik / Pod red. V.A. Kozlovskogo. – М. : INFRA-М, 2003. – 574 с.
8. Ekonomika predpriyatiya : uchebnik / V.M. Semenov [i dr.]. – SPb : Piter, 2010. – 416 s.

© И.Н. Хрусталева, Д.П. Гасюк, Л.Г. Черных, С.Н. Степанов, А.А. Лаптев, 2022

УДК 658.512.4.07

Е.Л. ЛЕВАШОВА, М.М. РАДКЕВИЧ, М.В. ЯКОВИЦКАЯ
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого», г. Санкт-Петербург

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РАЗМЕРОВ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА МЕТОДОМ СВОБОДНОЙ ГИБКИ

Ключевые слова: автоматизированный комплекс; гибка; листовой прокат; проектирование; пружинение; текстура; технологический процесс; трехмерное автономное программирование; сложнопрофильное изделие.

Аннотация. В данной статье рассмотрена методика проектирования технологического процесса изготовления сложнопрофильных изделий из листового материала методом свободной гибки. Предложен вариант автоматического подбора инструмента с помощью высокотехнологичной программы, применяемой на оборудовании для свободной гибки *Metamation Flux* для оптимизации технологического процесса на основе учета факторов, влияющих на пружинение металла, для обеспечения более высокого качества получаемых деталей.

Рассматриваемый метод оптимизации технологического процесса получения сложнопрофильных изделий из металлического листового проката методом свободной гибки основан на практике использования автоматизированной программы *Metamation Flux*, учитывающей факторы (*k-factor*, предел прочности и т.д.) для сокращения времени производства и удешевления себестоимости конечного продукта.

Введение

Гибка металла – один из самых популярных способов обработки металлопроката. Благодаря ей можно получить самые разные формы изделий, востребованных в любом виде промышленности, строительстве, в вентиляционных системах, в системах водоснабжения, газовых трубопроводах, в быту.

При гибке заготовок необходимо придерживаться технологии, исключающей образование трещин на поверхности и возникновение складок [1].

Для того чтобы обеспечить точность размеров детали, на производстве разрабатывают технологический процесс, экспериментально проверяется технология и при необходимости вносятся уточнения. За счет этого этапа происходит потеря времени, и это влечет за собой значительное повышение трудоемкости при внедрении новой технологии, а также приводит к увеличению себестоимости детали.

Методы

В предлагаемой технологии рассмотрено влияние исходного материала, толщины листа, внутреннего и внешнего радиусов гибки, а также текстуры деформации проката, скоростигиба на точность получаемого изделия при операции гибки.

Полученная информация является определяющей при разработке технологических процессов изготовления сложнопрофильных изделий с использованием автоматизированного комплекса *Metamation Flux*. В данном комплексе применяется трехмерное автономное программирование, которое дает возможность надежно управлять процессом разработки технологии процесса гибки. При этом полностью исключается предварительная тестовая оценка и экспериментальная проверка правильности разработки техпроцесса гибки.

Использование программы *Metamation Flux* может обеспечить процесс автоматического подбора гибочного инструмента, исключая этап экспериментальной отработки, и благодаря учету физико-механических свойств используемо-

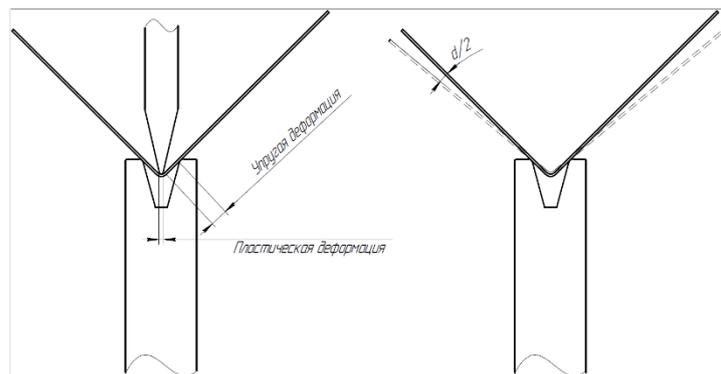


Рис. 1. Схема гибки с указанием видов деформации

го металла, в особенности последовательности переходов при гибке, обеспечивает высокое качество деталей.

Применение автоматизированного комплекса позволят уменьшить трудоемкость и сократить затраты времени от проектирования процесса до его практической реализации в производство, оптимально подобрать технологическую оснастку.

Применение автоматизированного комплекса позволит сократить время и уменьшить трудоемкость от проектирования процесса до его практической реализации в производство.

Результаты и обсуждение

На конечный результат свободной гибки оказывают влияние такие параметры процесса, как предельный радиусгиба, толщина листа, направление волокон металла (текстура), механические свойства, допустимое отклонение конфигурации готовой детали, которые следует учитывать при разработке технологического процесса.

В связи с отсутствием в настоящее время возможности автоматизированного учета всех параметров, влияющих на точность изготовления изделия гибкой, этап подготовки технологического процесса достаточно трудоемок. Он требует специального производственного оборудования для экспериментальной оценки трудоемкости изделия.

Следует отметить, что при моделировании технологического процесса вводятся исходные параметры, описывающие физико-механические свойства, характеристики листа, которые затем автоматически используются при разработке процесса свободной гибки, что при-

водит к ускорению процесса подбора инструмента, обеспечивая при этом высокую точность деталей со сложным профилем.

Имеется два важнейших фактора, влияющих на размеры детали после гибки. К ним следует отнести в первую очередь обратное пружинение детали и уменьшение площади поперечного сечения листа в месте изгиба [2].

Величина упругих деформаций при гибке характеризуется углом пружинения, представляющим собой разность между величиной угла детали после гибки и величиной угла в штампе (рис. 1).

Пружинение при гибке зависит от многих факторов, основными из которых являются механические свойства материала (чем выше модуль упругости и чем тверже материал, тем больше угол пружинения) и отношение радиуса гибки к толщине материала (чем больше угол пружинения, тем больше радиус гибки).

В процессе гибки листового металла внешний радиус увеличивается, а внутренний – уменьшается [3], происходит два вида деформации. В точке соприкосновения рабочей части пуансона с деталью происходит пластическая деформация, что сопровождается упрочнением металла. В местах, где отсутствует соприкосновение рабочей части пуансона с деталью, происходит упругая деформация, которая заставляет деталь вернуться в исходное состояние. За счет этого происходит пружинение металла после того, как снимается нагрузка.

Лист металла по длине может отличаться как по толщине, так и по свойствам. Так как в большинстве случаев пружинение детали положительно, т.е. угол детали получается больше угла штампа, то при проектировании угол штампа должен быть взят меньше угла детали.

Таблица 1. Отклонение угла гибки от 90° при различных отклонениях оси Y

α°	1°	1,5°	2°	2,5°	3°	3,5°	4°	4,5°	5°
$V_{\text{мм}}$									
4	0,022	0,033	0,044	0,055	0,066	0,077	0,088	0,099	0,11
6	0,033	0,049	0,065	0,081	0,097	0,113	0,129	0,145	0,161
8	0,044	0,066	0,088	0,11	0,132	0,154	0,176	0,198	0,22
10	0,055	0,082	0,11	0,137	0,165	0,192	0,22	0,247	0,275
12	0,066	0,099	0,132	0,165	0,198	0,231	0,264	0,297	0,33
16	0,088	0,132	0,176	0,22	0,264	0,308	0,352	0,396	0,44

Поэтому нередко корректировка технологического процесса гибки требуется даже внутри одной партии металла.

Упругие деформации во время операции гибки изменяют форму детали, ее размеры, появляется потребность в дополнительной операции правки.

Основные факторы, влияющие на пружинение металла.

1. Свойства материала. Угол пружинения тем больше, чем выше предел прочности на растяжение. Если сравнивать, например, гибку тонколистовой меди и стали, то градус пружинения, который нужно иметь ввиду на компенсацию у меди, будет 0,5°, а у стали – 1°. Нержавеющая сталь может превысить 2° на компенсацию.

2. Толщина листа. Пружинение тем выше, чем толще металл. Поэтому, чтобы обеспечить угол 90° на стали 3 мм и толщине металла 1 мм, используют угол в 88°, чтобы после возвращения пуансона в исходное положение деталь за счет остаточной деформации приняла угол 90°.

3. Скорость перемещения инструмента относительно детали. При медленной скорости перемещения пуансона относительно детали происходит снятие остаточных напряжений, которые влияют на остаточную деформацию.

4. Радиус гибки. Чем ближе радиус гибки к толщине металла, тем меньше остаточная деформация. Чем меньше раскрытие матрицы и радиус пуансона, тем больше площадь прилегания рабочих частей оснастки к заготовке, тем меньше упругая деформация. С уменьшением воздействия упругой деформации уменьшается остаточная деформация.

5. Направление прокатки создает волокна в структуре. При совпадении линии проката с линиейгиба угол пружинения будет минимальным [4]. Но сложнопрофильные подвергаются гибке как поперек, так и вдоль волокон. Следует при автоматическом подборе инструмента учитывать направление проката, чтобы обеспечить минимальное пружинение металла на исполнительных размерах.

6. Точность гибки также зависит от настройки оси Y траверсы станка, формирующей угол гибки [5].

Траверса с помощью пуансона вдавливают лист на выбранную глубину по оси Y, V-образную полость матрицы. Заготовка точно соприкасается с полками матрицы и не соприкасается со стенками матрицы. Это означает, что угол гибки определяется положением пуансона по оси Y, а не геометрией гибочного инструмента, как в случае штамповки.

Точность настройки оси Y на современных прессах – 0,01 мм.

Приведенная ниже табл. 1 показывает отклонение угла гибки от 90° при различных отклонениях оси Y.

На данный момент программы систем автоматизированного проектирования (САПР), которые осуществляют подбор инструмента, учитывают геометрию детали, но не учитывают все вышеприведенные факторы для компенсации остаточной деформации.

В данной статье рассматривается высокотехнологичная программа, применяемая на оборудовании для свободной гибки – *Metamotion Flux*. В программе происходит автоматический подбор инструмента, рассчитывается развертка в зависимости от выбранной

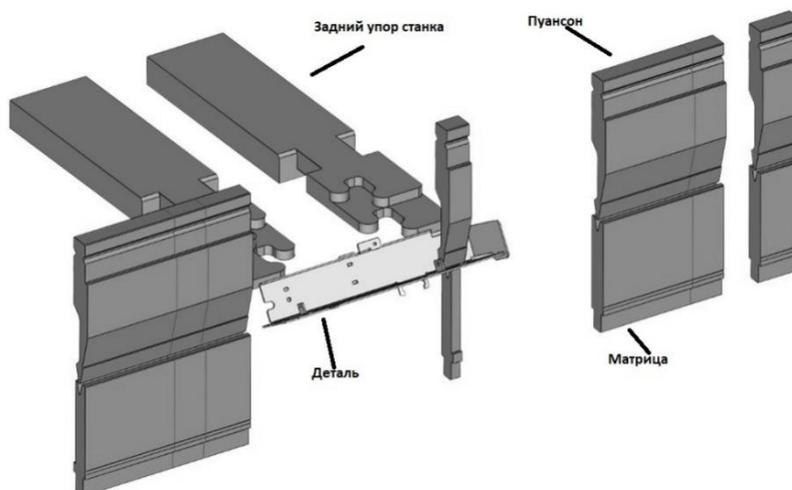


Рис. 2. Эскиз технологического процесса гибки из программы *Metamotion Flux*



Рис. 3. Факторы, учитываемые в программе *Metamotion Flux* при разработке технологического процесса

оснастки (рис. 2).

Расчет развертки в программе происходит в зависимости от K -фактора (коэффициента смещения условного нейтрального слоя), который вычисляется экспериментально, либо его можно рассчитать по формуле (1).

Так как нейтральный слой всегда смещен к центру изгиба (в сторону сжатых волокон), то всегда $0 < K \leq 0,5$. Замечено, что K -фактор за-

висит от отношения внутреннего радиуса гибки R к толщине металла s (1):

$$K = R/s. \quad (1)$$

K -фактор в программе можно принять самостоятельно, либо воспользоваться рекомендуемыми из программы *Metamotion Flux* в зависимости от марки материала (рис. 3).

В работе рассмотрены факторы, влияющие на результат процесса свободной гибки листовой детали. Отмечены параметры, оказывающие заметное влияние на процесс изготовления листовой детали методом свободной гибки, а именно направление прокатки исходного листа и свойства материала, в частности предел прочности на растяжение листовой заготовки.

товки.

Предложена методика проектирования технологического процесса изготовления изделий со сложным профилем из листового материала методом свободной гибки с учетом отмеченных параметров с помощью программы *Metamotion Flux* для обеспечения более высокого качества получаемых деталей.

Список литературы

1. Жарков, В.А. Перспективы экономии металла в листоштамповочном производстве / В.А. Жарков // Кузнечно-штамповочное производств. – 1991. – № 12. – С. 7–11.
2. Лысов, М.И. Теория и расчет процессов изготовления деталей методами гибки / М.И. Лысов. – М. : Машиностроение, 1966. – 236 с.
3. Попов, Е.А. Технология и автоматизация листовой штамповки: учеб. пособ. для вузов / Е.А. Попов, В.Г. Ковалев, И.Н. Шубин. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 480 с.
4. Ковка и штамповка: справочник. В 4 т. Т. 1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка / под общ. ред. Е.Н. Семенова. – М. : Машиностроение, 2010. – 717 с.
5. Шинкин, В.Н. Сопrotивление материалов для металлургов / В.Н. Шинкин. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2013. – 655 с.

References

1. Zharkov, V.A. Perspektivy ekonomii metalla v listoshtampovochnom proizvodstve / V.A. Zharkov // Kuznechno-shtampovochnoye proizvodstv. – 1991. – № 12. – S. 7–11.
2. Lysov, M.I. Teoriya i raschet protsessov izgotovleniya detaley metodami gibki / M.I. Lysov. – M. : Mashinostroyeniye, 1966. – 236 s.
3. Popov, Ye.A. Tekhnologiya i avtomatizatsiya listovoy shtampovki: ucheb. posob. dlya vuzov / Ye.A. Popov, V.G. Kovalev, I.N. Shubin. – M. : Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2000. – 480 s.
4. Kovka i shtampovka: spravochnik. V 4 t. T. 1. Materialy i nagrev. Oborudovaniye. Kovka / pod obshch. red. Ye.N. Semenova. – M. : Mashinostroyeniye, 2010. – 717 s.
5. Shinkin, V.N. Soprotivleniye materialov dlya metallurgov / V.N. Shinkin. – M. : Izd. Dom MISiS, 2013. – 655 s.

УДК 621.3

Т.А. МАКАРОВА, З.С. САВИНОВ

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет

Петра Великого», г. Санкт-Петербург

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА ЗУБОЗАКРУГЛЯЮЩИХ СТАНКАХ

Ключевые слова: зубозакругляющий станок; зубчатые колеса; кулачковый механизм; кулачок; модернизация; траектория перемещения инструмента.

Аннотация. Целью работы является проектирование и производство комплекта оснастки, пригодного для обработки любой номенклатуры заготовок на модернизированном станке 5E580.

Задачей работы является обеспечение повторяемости обработки заготовок, а также уменьшение вспомогательного и подготовительного времени.

Гипотеза: анализ производства по изготовлению зубчатых колес показал, что основной причиной брака на финальных операциях по доводке зубчатых венцов (зубозакруглению) является несовпадение технологических и конструкторских баз, а также некорректное деление припуска заготовки в процессе наладки и работы. Результатом выполненной работы является спроектированный и изготовленный комплект оснастки, решающий описанные выше проблемы.

Зубчатые колеса используются в большинстве современных производств: оборонной, автомобильной, станкостроительной [1; 2]. Производство зубчатых колес – сложный многоэтапный процесс, включающий множество методов формообразования. Одной из финальных обработок является зубозакругление. Оно применяется для облегчения зацепления зубчатых передач в процессе работы механизма [4]. Верно и обратное: при некачественно выполненном зубозакруглении (при ошибке работы делителя или неверной наладке технологической оснастки) переключение происходит со значительно

большими усилиями и может приводить к авариям.

В зубозакругляющем станке модели 5E580 в результате модернизации усовершенствован кулачковый механизм, что позволило исключить ошибку работы делителя станка [4; 5]. Следовательно, оставшейся проблемой является отсутствие оснастки, позволяющей корректно производить наладку станка и выпускать качественную продукцию с максимальной повторяемостью.

В качестве примера в работе рассматривается проектирование оснастки для заготовки, представленной на рис. 1.

Комплект оснастки необходимо использовать для обработки ряда заготовок, отличающихся геометрией, способом базирования и т.д. В связи с этим принято решение изготовить базовый комплект, который, в свою очередь, будет базироваться на столе станка и являться основой для проектирования комплекта оснастки под каждую отдельную деталь в частности.

Также важно отметить, что каждый из комплектов оснастки должен быть прост в эксплуатации, требовать минимального количества времени для монтажа и демонтажа на станке и включать в себя как можно меньшее количество деталей и быстро изнашиваемых элементов.

Важной функцией оснастки является защита внутренних элементов станка от стружки, которая проникает через отверстие в шпинделе изделия и способна вывести из строя подвижные элементы и подшипники. Для устранения данной проблемы необходимо предусмотреть резиновое либо войлочное уплотнение, не требующее долгой и тяжелой физической замены.

Далее определяется способ базирования заготовки на станке. Исходя из условий технологического эскиза, базирование необходимо

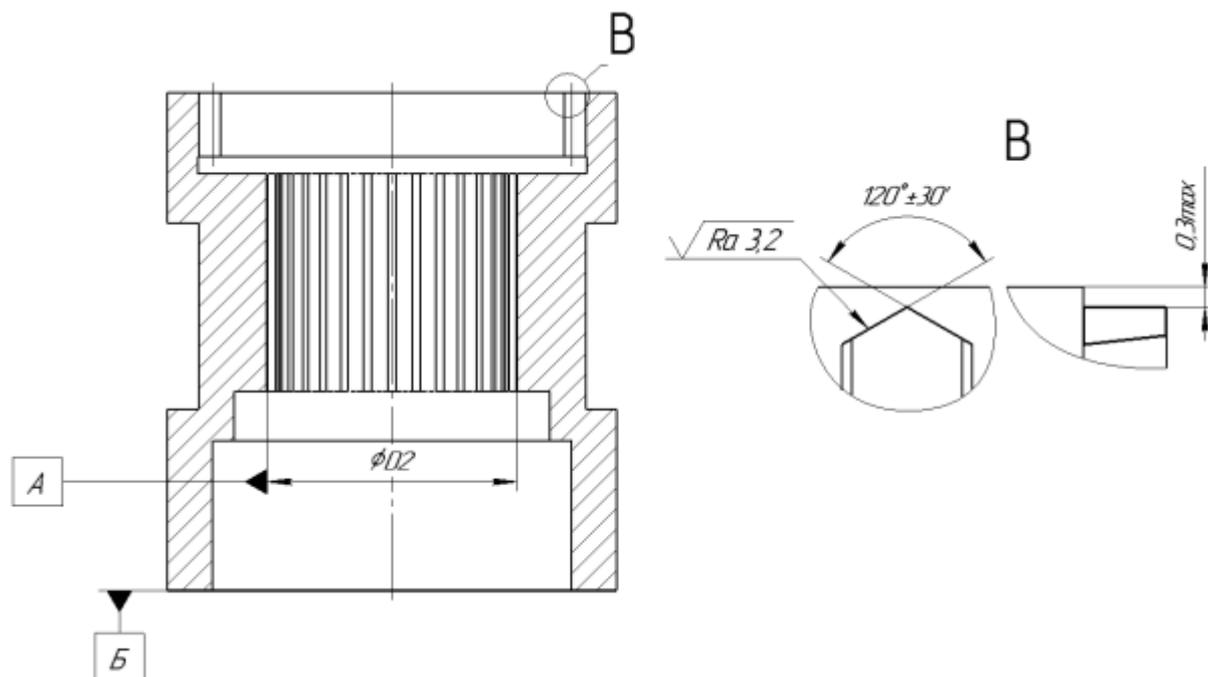


Рис. 1. Эскиз обрабатываемой заготовки с указанием конструкторских баз

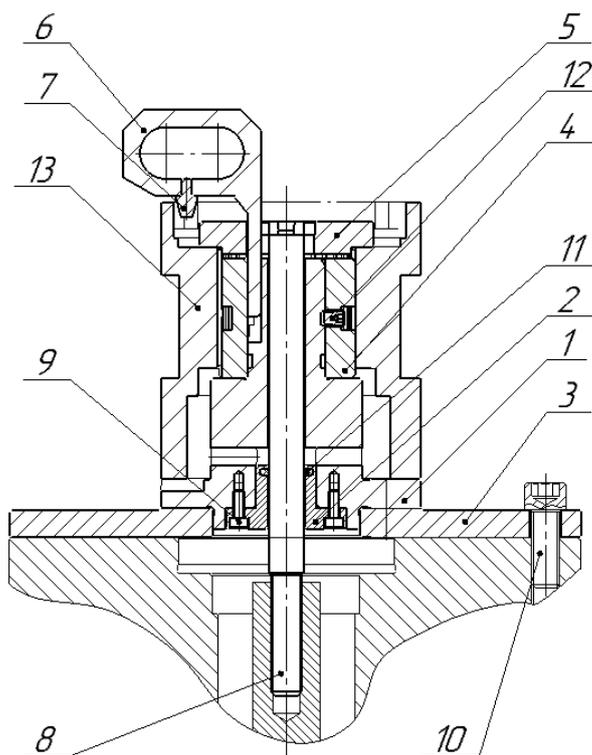


Рис. 2. Комплект оснастки для обработки детали

производить по делительному диаметру внутреннего зубчатого венца заготовки. Для этих

целей необходимо изготовить зубчатую втулку методом долбления. Так как элементы оснаст-

ки – штучные изделия, есть смысл использовать менее производительный, но более точный долбежный станок. Базирование заготовки по нижнему торцу не вызывает видимых сложностей.

На рис. 2 показан базовый комплект оснастки (включающий в себя опору (1), втулку (2) с уплотнительным кольцом (11), плиту (3) и винты (9)), который устанавливается на планшайбу стола с помощью винтов (10). Зубчатая втулка (4), являющаяся установочной базой для заготовки, устанавливается на базовый комплект оснастки и фиксируется от приворота винтом (12). Далее устанавливается заготовка (13), фиксирующаяся шайбой (5) путем прижима ее тягой (8). Для обеспечения повторяемости об-

ротки и деления заготовки используется ручка (6) и палец (7). После деления и фиксации детали на оснастке ручку в сборе с пальцем следует извлечь из зоны обработки. Демонтаж комплекта происходит в обратном порядке, за исключением делительной ручки.

Вывод: итогом работы является спроектированный и изготовленный комплект оснастки, позволяющий производить обработку заготовок с максимальной повторяемостью. Также для переналадки станка на другой типоразмер заготовок не требуется много времени: базовый комплект остается на месте, а замене подлежат только зубчатая втулка (4) и, возможно, палец (7), если следующая заготовка имеет другой модуль.

Список литературы

1. Оsepчугов, В.В. Автомобиль : Анализ конструкций, элементы расчета : [Учеб. для вузов по спец. «Автомобили и автомоб. хоз-во»] / В.В. Оsepчугов, А.К. Фрумкин. – М. : Машиностроение, 1989. – 302 с.
2. Механическая обработка зубчатых колес : учебное пособие / В.И. Жиганов, Ю.А. Сахно, В.В. Демидов, Е.Ю. Сахно. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 134 с.
3. Обработка зубчатых колес : учебное пособие по дисциплине «Технология производства машин» для студентов направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства» / Министерство образования и науки РФ: ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина». – Нижний Тагил : Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2016. – 132 с.
4. Руководство по эксплуатации станка 5E580.
5. Савинов, З.С. Модернизация зубозакругляющих станков с целью расширения их технологических возможностей / З.С. Савинов, Т.А. Макарова, И.И. Козарь // СТИН. – 2022. – № 1. – С. 9–12.

References

1. Osepchugov, V.V. Avtomobil' : Analiz konstruktsiy, elementy rascheta : [Ucheb. dlya vuzov po spets. «Avtomobili i avtomob. khoz-vo»] / V.V. Osepchugov, A.K. Frumkin. – M. : Mashinostroyeniye, 1989. – 302 s.
2. Mekhanicheskaya obrabotka zubchatykh koles : uchebnoye posobiye / V.I. Zhiganov, YU.A. Sakhno, V.V. Demidov, Ye.YU. Sakhno. – Ul'yanovsk : UIGTU, 2011. – 134 s.
3. Obrabotka zubchatykh koles : uchebnoye posobiye po distsipline «Tekhnologiya proizvodstva mashin» dlya studentov napravleniya «Konstruktorsko-tekhnologicheskoye obespecheniye mashinostroitel'nogo proizvodstva» / Ministerstvo obrazovaniya i nauki RF: FGAOU VO «UrFU im. pervogo Prezidenta Rossii B.N. Yel'tsina». – Nizhniy Tagil : Ural'skiy federal'nyy universitet im. pervogo Prezidenta Rossii B.N. Yel'tsina, 2016. – 132 s.
4. Rukovodstvo po ekspluatatsii stanka 5E580.
5. Savinov, Z.S. Modernizatsiya zubozaokruglyayushchikh stankov s tsel'yu rasshireniya ikh tekhnologicheskikh vozmozhnostey / Z.S. Savinov, T.A. Makarova, I.I. Kozar' // STIN. – 2022. – № 1. – S. 9–12.

УДК 620.182

В.Г. ТЕПЛУХИН, А.И. ПОПОВ, В.Н. КУДРЯВЦЕВ, М.В. ЯКОВИЦКАЯ
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого», г. Санкт-Петербург

МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТРУЙНОЙ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ

Ключевые слова: металлографические исследования; травление; шероховатость поверхности; шлиф; электролитно-плазменная обработка.

Аннотация. Рассмотрена возможность применения струйной электролитно-плазменной обработки при приготовлении шлифов для металлографических исследований. Показано, что по характеристикам шероховатости бездеформационная подготовка шлифов при электролитно-плазменной обработке соответствует аналогичной по задачам традиционной обработке после шлифования и травления. Подтверждена гипотеза о возможности бездеформационной подготовки поверхности со значительной шероховатостью для металлографических исследований.

ние мартенсита деформации, происходящее при абразивном шлифовании, приводит к недостоверности информации о структуре материала в сердцевине.

В практике оптической металлографии широко распространены различные виды электрохимического воздействия на стадии полирования шлифов. Однако такая обработка возможна только после достаточно тонкого шлифования поверхности и воздействует на малую глубину. Струйная электролитно-плазменная обработка поверхности приводит к удалению с поверхности значительного объема материала и является одним из способов, позволяющих удалить с поверхности слой материала при высокой исходной шероховатости поверхности $Ra > 25$ мкм. Данный вид обработки позволяет получать полированные поверхности с параметром шероховатости $Ra \geq 0,034$ мкм.

Введение

Механические свойства изделий машиностроительного производства зависят в первую очередь от структуры, формирующейся в процессе получения заготовок и изготовления изделий. Оптическая металлография остается основным методом изучения микроструктуры металлических материалов. Алгоритм металлографических исследований включает в себя шлифование и полировку поверхности образцов для изучения в отраженном свете [1]. Однако в метастабильных аустенитных сталях или сталях с большим количеством остаточного аустенита структура способна претерпевать изменения [2] как в процессе эксплуатации, так и в процессе механического воздействия при абразивной обработке поверхности. Образова-

Материалы и методика

Исследования производились на образцах стали 95X18 (ГОСТ 5949-2018). После прокатного нагрева сталь подвергалась отжигу. Закалка с высокой температуры 1 190 °С производилась для получения большого количества (до 90 %) остаточного аустенита [3].

После термической обработки с помощью профилометра TR-200 измерялась исходная шероховатость Ra торцевой поверхности. Затем производилось шлифование на шлифовальной бумаге с последовательным уменьшением размера зерна абразива в соответствии с табл. 1 при изменении направления шлифования на 90°.

После шлифования образцы полировались на войлочном круге с использованием суспензии с содержанием 2 г оксида алюминия на

Таблица 1. Зависимость шероховатости Ra от характеристик шлифовальной бумаги и полирования

Номер перехода шлифования	Номер зернистости абразива по ISO 6344	Размер основной фракции абразива, мкм	Шероховатость Ra , мкм
Без шлифовки	–	–	1,36
1	40	400–500	0,44
2	60	250–315	0,39
3	120	100–125	0,35
4	400	28–40	0,32
5	1 500	7–10	0,31
6	2 000	5–7	0,29
Полирование	–	–	0,22

Таблица 2. Результаты измерений шероховатости при струйной электролитно-плазменной обработке

№	Напряжение, В	Межэлектродный промежуток, мм	Температура в месте обработки, °С	Ra , мкм	Состав электролита
1	275	3–3,5	48	3,21	$NaCl$ (35 г/л) в воде
2	330	12	43	6,11	$NaNO_3$ (50 г/л) в воде
3	300	7	76–80	0,22	Na_2SO_4 (4 г/л) + H_2SO_4 (30 г/л) в воде

1 л воды.

После каждого перехода операции шлифования и после полировки измерялась шероховатость поверхности Ra .

С противоположного торца образец подвергался струйной электролитно-плазменной обработке на установке с бесступенчатым регулированием напряжения с полым катодом [4]. Регулируемыми параметрами являлись напряжение, межэлектродный промежуток и состав электролита. Контролировалась шероховатость поверхности Ra .

Структура образца изучалась с помощью металлографического микроскопа ЛОМО МЕТАМ ЛВ-41.

Результаты и обсуждение: в табл. 2 представлены результаты измерений шероховатости поверхности при струйной электролитно-плазменной обработке.

Произведен подбор режима, обеспечивающий получение шероховатости поверхности со-

ответствующей полированной поверхности после ее механической обработки.

В результате проведенных исследований выявлено, что одновременно с полировкой может происходить травление, приводящее к выявлению структуры (рис. 1).

Температура на поверхности образца не превышала 80 °С, что не приводит к структурным изменениям в сплавах железа.

Заключение

Струйная электролитно-плазменная обработка поверхности применима для проведения металлографических исследований и позволяет избежать структурных изменений, связанных с деформацией. В дальнейшем целесообразна разработка режимов для исследования структуры широкого круга легированных сталей, а также изучение возможностей этого вида воздействия на поверхность для повышения про-

изводительности металлографического анализа любых металлических материалов.

Список литературы

1. Герасимова, Л.П. Практическая металлография / Л.П. Герасимова, Ю.П. Гук. – М., 2017. – 245 с.
2. Счастливцев, В.М. О роли остаточного аустенита в структуре легированных сталей и влиянии на него внешних воздействий. / В.М. Счастливцев, Ю.В. Калетина, Е.А. Фокина, А.Ю. Калетин // Физика металлов и металловедение. – 2014. – Т. 115. – № 9. – С. 962–976.
3. Теплухин, В.Г. Экспресс-методика определения количества остаточного аустенита / В.Г. Теплухин, И.В. Лопатко, В.Н. Кудрявцев, В.С. Кобчиков, Гао Пань, В.С. Петрович, А.Ю. Стогов, Н.В. Лобанов // Модели и методы развития технологий машиностроения в условиях цифровизации экономики России. – СПб, 2022. – С. 131–136.
4. Новые режимы обработки высокохромистых сталей с высокой износостойкостью для насосов буровых установок / С.М. Никифорова, М.С. Хадыев, А.С. Жилин [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10-1. – С. 73–77.
5. Исследование процессов съема металла при электролитической струйной прошивке отверстий в нержавеющей сталях / А.И. Попов, М.М. Радкевич, В.Г. Теплухин [и др.] // Современное машиностроение. Наука и образование. – 2021. – № 10. – С. 657–674.

References

1. Gerasimova, L.P. Prakticheskaya metallografiya / L.P. Gerasimova, YU.P. Guk. – M., 2017. – 245 s.
2. Schastlivtsev, V.M. O roli ostatochnogo austenita v strukture legirovannykh staley i vliyaniy na nego vneshnikh vozdeystviy. / V.M. Schastlivtsev, YU.V. Kaletina, Ye.A. Fokina, A.YU. Kaletin // Fizika metallov i metallovedeniye. – 2014. – T. 115. – № 9. – S. 962–976.
3. Teplukhin, V.G. Ekspress-metodika opredeleniya kolichestva ostatochnogo austenita / V.G. Teplukhin, I.V. Lopatko, V.N. Kudryavtsev, V.S. Kobchikov, Gao Pan', V.S. Petrovich, A.YU. Stogov, N.V. Lobanov // Modeli i metody razvitiya tekhnologiy mashinostroyeniya v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki Rossii. – SPb, 2022. – S. 131–136.
4. Novyye rezhimy obrabotki vysokokhromistykh staley s vysokoy iznosostoykost'yu dlya nasosov burovykh ustanovok / S.M. Nikiforova, M.S. Khadyeyev, A.S. Zhilin [i dr.] // Fundamental'nyye issledovaniya. – 2016. – № 10-1. – S. 73–77.
5. Issledovaniye protsessov s'yema metalla pri elektroliticheskoy struynoy proshivke otverstiy v nerzhavayushchikh stalyakh / A.I. Popov, M.M. Radkevich, V.G. Teplukhin [i dr.] // Sovremennoye mashinostroyeniye. Nauka i obrazovaniye. – 2021. – № 10. – S. 657–674.

© В.Г. Теплухин, А.И. Попов, В.Н. Кудрявцев, М.В. Яковицкая, 2022

УДК 681.5

И.А. БЕЛЯНОВ, А.А. ОСИПОВ

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

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА ПОКРЫТИЙ *ITO*

Ключевые слова: байесовская оптимизация; магнетронное распыление; машинное обучение; оксид индия-олова.

Аннотация. Тенденция развития индустрии материаловедения и микроэлектроники, в частности, идет по пути внедрения в процессы синтеза различных материалов с заданными свойствами подходов, сочетающих машинное обучение и работу с большим набором данных. В работе рассматривается подход решения задач точного синтеза на примере получения пленок оксид-индия олова (*ITO*). В процессе изучения физики роста пленок *ITO* во время реактивного магнетронного распыления выделяются ключевые свойства материала и параметры синтеза, влияющие на получаемый результат.

Описан алгоритм применения метода байесовской оптимизации, который позволит увеличить скорость синтеза материалов с заданными свойствами и упростить их получение. Кратко будут подведены итоги подхода и поставлены задачи на будущие исследования.

Введение

В последнее время наблюдается непрерывный рост в сферах разработки и применения прозрачных полупроводниковых оксидов [1; 2]. Одним из самых перспективных из них является оксид индия-олова (*ITO* – *Indium Tin Oxide*). Он представляет собой твердый раствор оксидов индия (III) и олова (IV) с химической формулой. Популярность материал получил за счет своих высоких электрических и оптических свойств, благодаря чему широко применяется в качестве [1–5]: прозрачных проводящих элек-

тродов в дисплеях; материала в органических и неорганических светоизлучающих диодах; отражателя инфракрасного (ИК) излучения в лазерах; покрытия на светопоглощающих элементах (солнечные панели).

Интерес вызывает разновидность таких покрытий, как нитевидные, обладающие за счет своих геометрических размеров дополнительными преимуществами и применениями.

Нанесение *ITO* покрытий возможно как в виде тонкой пленки, так и в виде наноструктурированного покрытия с помощью обычного реактивного магнетронного распыления (МР) [3–5].

Управление составом и свойствами пленок осуществляется путем изменения технологических параметров процесса магнетронного распыления: состава и парциальных давлений газов (реактивных, инертных), параметров магнетронного разряда, температуры подложкодержателя и др. Для получения определенного состава и свойств пленки необходимо подбирать множество параметров вручную. Решение подобной задачи вручную является длительным, трудозатратным процессом и требует привлечения высококвалифицированных специалистов.

В связи с этим предлагается создание модели машинного обучения, позволяющей по желаемому результату (свойствам пленки) предсказывать необходимые технологические параметры процесса магнетронного распыления. Таким образом, планируется устранить приведенную выше проблему – необходимость подбора параметров распыления вручную.

Методы

Для достижения поставленной цели необходимо ввести требования к будущей системе:

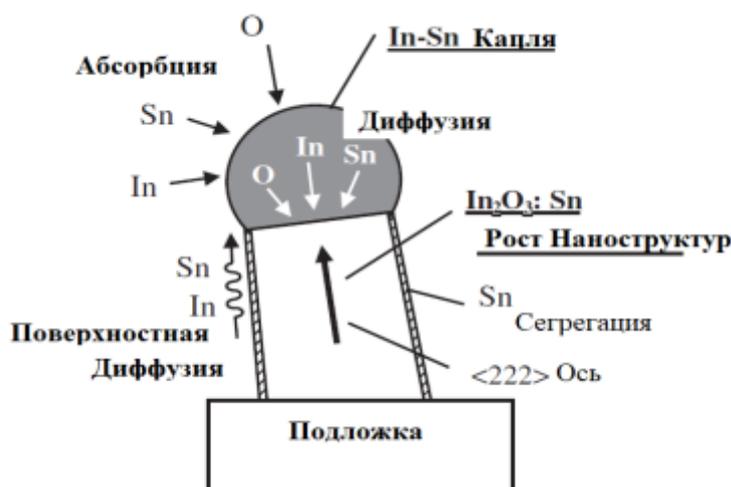


Рис. 1. Описание роста нанонитей ИТО [4]

- 1) не требует большого числа данных;
- 2) возможность оптимизации функции средней размерности;
- 3) возможность оптимизации функции с неизвестной зависимостью.

Анализируя критерии к системе и работы по похожим тематикам, мы выделили модель байесовской оптимизации. Это метод машинного обучения, предназначенный для оптимизации целевой функции $f(x)$, где оценка нового значения занимает значительное время. Основная задача, которую решает метод, – это поиск максимального значения целевой функции. Алгоритм является хорошо применимым для недифференцируемых функций средней размерности (до 20 параметров), представляющих собой «черный ящик» (неизвестная зависимость) [6; 7].

Сам метод состоит из двух частей [6].

1. Гауссовская регрессия используется для моделирования целевой функции. Она описывает распределение вероятностей значений функции $f(x)$ в неизведанных точках x на основе уже известных данных.

2. Функция отбора на основе построенного Гауссовской регрессией распределения предсказывает следующее значение x , где находится потенциальный оптимум. В отличие от первого компонента, имеется множество возможных реализаций: ожидаемое улучшение; поиск энтропии; градиент знаний и т.д.

Способ широко применяется для решения большого количества различных задач, среди которых [8]: сенсорные сети, автоматическая

настройка алгоритмов, глубокое обучение, генный дизайн.

Также этот подход уже использовался для решения подобных задач и показал себя успешно. Так, в работе [9] оптимизировали подвижность дырок в материале «*spiro-OMeTAD*» в зависимости от смешивания различного количества растворов *HTMs*, легирующих добавок, пластификаторов и времени отжига. Более того, в данной работе параллельно происходит оптимизация целевого параметра на двух выборках. Обе выборки сходятся в одном глобальном максимуме, что говорит о хорошей воспроизводимости метода.

В работе [10] модель использовалась для минимизации сопротивления пленок TiO_2 , легированных Nb в зависимости от давления реактивного газа (O_2) в процессе магнетронного распыления. В качестве изначальных данных сделаны измерения сопротивления покрытия: по краям (точки $2 \cdot 10^{-4}$ и $3 \cdot 10^{-3}$ Па) и в середине ($2,7 \cdot 10^{-3}$ Па) диапазона изменения давления O_2 . На основе этого модель может построить предположение о целевой функции и предсказать новое значение давления газа, где предположительно находится минимум сопротивления. После проведения нового эксперимента с полученным значением параметра роста исследователи обновляли банк данных и опять подавали его модели для следующего предсказания. В результате минимальные значения сопротивления при использовании мишеней $Ti_{0,94}Nb_{0,06}O_2$ и $Ti_{1,98}Nb_{0,02}O_3$ удалось до-

стичь через 11 и 15 шагов соответственно.

Работы [11–13] решают похожую проблему, однако используют методы, для которых либо необходим большой набор экспериментальных данных, либо уже имеется известная модель процесса. Данные условия противоречат установленным требованиям.

Результаты и обсуждение

В результате анализа физики процесса роста пленок *ITO* выяснен механизм роста нитевидных структур *ITO* в методе МР. Им является самокаталитический процесс роста пар–жидкость–твердое (ПЖТ). Так, первоначально пары индия, олова и кислорода осаждаются на подложке в виде капель. Далее центром роста становятся сами капли, где рост нанокристаллов начинается на границе жидкость–твердое при перенасыщении жидкости. Кроме диффузии к твердой границе внутри капли, также была замечена поверхностная диффузия по наноструктуре внутрь капли, что увеличивало скорость роста. Таким образом, образуются нитевидные структуры со сферической каплей на их конце (рис. 1) [4].

Выделены ключевые свойства нитевидных пленок:

- сопротивление (*IR*);
- коэффициент пропускания в видимом диапазоне (*ITC*);
- коэффициент отражения в инфракрасном диапазоне (*IRC*).

Описаны важные параметры процесса роста пленок методом МР:

- расходы реактивного и рабочего газов ($O_2(OO)$ и $Ar(OA)$ соответственно) – значения парциальных давлений в Па;
- нагрев подложки (*OST*) – температура подложки в градусах Цельсия;
- мощность распыления (*OP*) – мощность (Ватты), подаваемая на систему магнетронного распыления;
- время напыления (*OT*) – время (секунды), в течение которого будет происходить процесс напыления.

Определен алгоритм решения поставленной задачи синтеза нитевидного *ITO*, где оптимизируемыми параметрами являются ключевые свойства пленок *IR*, *ITC*, *IRC* (общее обозначение как *OUT*), а входными параметрами модели – параметры процесса роста *OO*, *OA*, *OST*, *OP*, *OT* (общее обозначение как *IN*):

- создание начального набора данных через измерения параметров *OUT* при различных входных параметрах процесса *IN*;
- построение целевой функции моделью;
- на основе функции *OUT* предсказываются новые значения IN^{min} , где предположительно находится глобальный оптимум;
- проведение эксперимента с параметрами IN^{min} для вычисления значений OUT^{min} ;
- обновление банка данных новой точкой на основе пунктов 4 и 5;
- повторение пунктов 2–5 до тех пор, пока не будут удовлетворены условия (получены заданные свойства).

Так как имеется несколько свойств пленок, то для их параллельной оптимизации необходима замена на суперпозицию свойств. Так, для получения минимального I_R , максимальных I_{TC} и I_{RC} необходимая замена:

$$l_{sum} = \alpha I_R - \beta I_{TC} - \gamma I_{RC}, \quad (1)$$

где l_{sum} – суперпозиция свойств (функция, которую необходимо минимизировать); положительные коэффициенты α , β , γ позволяют ставить приоритеты оптимизации между свойствами.

Различия в размерности данных можно устранить, добавив нормализацию по оси Y для каждого свойства перед их приведением к суперпозиции.

Заключение

Описан подход к решению задачи синтеза материалов с заданными свойствами с помощью метода Байесовской оптимизации. Способ подходит для применения к оптимизации неизвестных зависимостей при отсутствии большого набора экспериментальных данных, а также при работе с несколькими параметрами.

В качестве примера приведен алгоритм оптимизированного синтеза нитевидных пленок *ITO* в зависимости от параметров процесса МР. Для этого изучена физика процесса и впоследствии выделены ключевые свойства пленок, а также влияющие на них параметры роста.

Направление дальнейших исследований предполагает разработку и создание установки реактивного магнетронного распыления с последующим проведением экспериментов с применением описанного в работе метода оптимизации для синтеза нитевидных пленок *ITO* с заданными свойствами.

Список литературы

1. Сахаров, Ю.В. Исследование механизмов электропроводности пленок оксида индия, легированного оловом / Ю.В. Сахаров, П.Е. Троян, Ю.С. Жидик // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2015. – № 3(37). – С. 85–88.
2. Структура и свойства тонких пленок оксида индий-олово, полученных методом реактивного магнетронного распыления / Ю.С. Жидик, А.А. Чистоедова, Е.В. Жидик, А.Е. Петрюк // Прикладная физика. – 2020. – № 2. – С. 59–63.
3. Takaki, S. Fabrication of indium tin oxide whiskers by sputtering / S. Takaki, Y. Aoshima, R. Satoh // Japanese journal of applied physics. – 2006. – Vol. 45. – No. 4R. – P. 2714.
4. Takaki, S. Growth mechanism of indium tin oxide whiskers prepared by sputtering / S. Takaki, Y. Aoshima, R. Satoh // Japanese journal of applied physics. – 2007. – Vol. 46. – No. 6R. – P. 3537.
5. Yamamoto, N. Formation of ITO nanowires using conventional magnetron sputtering / N. Yamamoto // ECS Solid State Letters. – 2014. – Vol. 3. – No. 7. – P. 84.
6. Frazier, P.I. A tutorial on Bayesian optimization / P.I. Frazier // arXiv preprint arXiv:1807.02811. – 2018.
7. Shahriari, B. Taking the human out of the loop: A review of Bayesian optimization / B. Shahriari // Proceedings of the IEEE. – 2015. – Vol. 104. – No. 1. – P. 148–175.
8. GPYOpt [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://sheffieldml.github.io/GpyOpt>.
9. MacLeod, B.P. Self-driving laboratory for accelerated discovery of thin-film materials / B.P. MacLeod // Science Advances. – 2020. – Vol. 6. – No. 20. – P. eaaz8867.
10. Shimizu, R. Autonomous materials synthesis by machine learning and robotics / R. Shimizu // APL Materials. – 2020. – Vol. 8. – No. 11. – P. 111110.
11. Ding, Y. Machine learning-based modeling and operation for ALD of SiO₂ thin-films using data from a multiscale CFD simulation / Y. Ding // Chemical Engineering Research and Design. – 2019. – Vol. 151. – P. 131–145.
12. Nikolaev, P. Discovery of wall-selective carbon nanotube growth conditions via automated experimentation / P. Nikolaev // ACS nano. – 2014. – Vol. 8. – No. 10. – P. 10214–10222.
13. Ren, F. Accelerated discovery of metallic glasses through iteration of machine learning and high-throughput experiments / F. Ren // Science advances. – 2018. – Vol. 4. – No. 4. – P. eaaq1566.

References

1. Sakharov, YU.V. Issledovaniye mekhanizmov elektroprovodnosti plenok oksida indiya, legirovannogo olovom / YU.V. Sakharov, P.Ye. Troyan, YU.S. Zhidik // Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radioelektroniki. – 2015. – № 3(37). – S. 85–88.
2. Struktura i svoystva tonkikh plenok oksida indiy-olovo, poluchennykh metodom reaktivnogo magnetronnogo raspyleniya / YU.S. Zhidik, A.A. Chistoyedova, Ye.V. Zhidik, A.Ye. Petryuk // Prikladnaya fizika. – 2020. – № 2. – S. 59–63.

© И.А. Белянов, А.А. Осипов, 2022

Abstracts and Keywords

K.A. Agakhanova

Using BIM Technologies for Project Cost Management

Keywords: BIM technologies; digitalization; construction industry; digital innovations.

Abstract. The purpose of the study is to analyze the impact of BIM technologies on project cost management; the task is to form specific directions for optimizing the cost of construction. It is assumed that traditional and existing methods of design solutions are outdated and require changes. As a result of using BIM technologies, it will be possible to achieve the greatest effect, i.e., to reduce the budget, the number of errors and deadlines, while not compromising the quality of the project.

D.V. Egorova, A.V. Popova, V.R. Muromsky

Creation of a Unified Information Space for Management of Production and the Life Cycle of Manufactured Products

Keywords: automated system; product life cycle; rocket and space technology; incoming control; quality documents.

Abstract. Conducting the process of input control and launching materials into production in “paper” form leads to numerous errors in the design of accompanying documentation, creates prerequisites for the re-sorting of materials in the production of products, increases the complexity of the input control process, which does not add value to products, and also significantly complicates the process of forming actual costs for presenting a fixed price of the product to the customer. The purpose of this article is to describe the problems and set the task of automating the process of managing the life cycle of rocket and space technology products. The tasks are to describe the requirements for a unified information space for managing the production and life cycle of manufactured products and products at a rocket and space industry enterprise. The hypothesis is based on the assumption that existing automated systems of the SCM, ERP, MES class do not allow taking into account the specifics of the process of input control and start-up of materials. As a result of the study, the requirements for an automated life cycle management system for rocket and space technology products are presented, which allows to quickly obtain the necessary information about the product delivered to the customer at all stages of production in the context of materials written off in the product and purchased components.

V.S. Artemyev, A.A. Khakimov, E.M. Bashirova

Improving Automated Control of the Compensating Device in Power Supply Systems at Oil and Gas Industry Enterprises

Keywords: automated control of the reactive power compensation device; capacitor bank; higher harmonics.

Abstract. Theoretical and experimental research methods were used in the implementation of the project. Theoretical studies were carried out on the basis of studying the theory of reactive power compensation, the principles of automatic control and modeling. In experimental studies, in order to improve the quality of automatic control of the compensating device, a mathematical simulation model was used, based on the initial data obtained from the selected object, and implemented in Matlab Simulink.

T.G. Oreshenko, D.K. Lobanov, M.S. Fedorov, A.D. Shirokov

Implementation of Wireless Sensor Networks Based on the ATtiny13 Microcontroller

Keywords: Internet of Things; network design; network layer protocols.

Abstract. The purpose of the study was to determine the design features of wireless networks based on ATtiny13. The tasks were to solve the problems of input, processing, transmission and reception of data. The assumption about the impact on the operation of the transceiver pair of adjacent devices is confirmed. Experimental testing confirms the possibility of using such devices as the basis for creating sensor networks of the Internet of things.

V.P. Shuvalov, I.G. Kvitkova

Maintenance of Long-Reach Access Networks Focused on Ensuring Dependability

Keywords: optical access networks; dependability; failure; degradation of optical fiber; maintenance strategy.

Abstract. Requirements are imposed on optical access networks to ensure dependability indicators that allow users to guarantee the required quality of service. The cause of network failures may be cable breakage or degradation of the fiber optic line. Therefore, timely maintenance of optical networks is important, which will prevent failure and prevent communication interruption. The paper considers the technologies of maintenance and repair of passive optical access networks. The types of maintenance and repair work are described. An optimal strategy is proposed to ensure a given value of a complex dependability indicator.

A.I. Balakin, V.Ya. Kopp, N.A. Balakina

Simulation of an Asynchronous Automated Line with the Return of Products for Re-Service Based on Measurement Results

Keywords: synchronous automated line; measurement; simulation model; control; repeated maintenance; performance.

Abstract. The purpose of the work is to analyze the functioning of an asynchronous automated line with the return of products for re-service based on the results of measurements using the simulation modeling method. Tasks: building a simulation model of an automated line, conducting a multifactorial machine experiment, analyzing research results. The hypothesis of the study is to increase the productivity of an asynchronous automated line when using structures with the return of products for re-service. The methods of simulation modeling and general scientific research methods are used in the work. The article considers the structure of an asynchronous automated line with the return of products for re-service; its simulation model is proposed. A block diagram of one of the simulation model segments, a listing of the program in GPSS language is given. The analysis of the results of a multifactorial machine experiment was carried out, which showed the possibilities of increasing the productivity of an asynchronous automated line when using the return of products for repeated maintenance according to the measurement results.

S.V. Palmov, A.V. Aparin

Human Face Recognition from Images with Python

Keywords: computer vision; face recognition; neural network; Python; machine learning.

Abstract. The paper explores the possibilities of face recognition using machine learning. The

purpose of this study is to conduct an experiment aimed at assessing the probability of correct face recognition by identifying the tested person in the images. The research methods are the analysis of literary sources on the topic of scientific work, analysis of research results, machine learning. The research hypothesis is as follows: using 128-dimensional encoding and the face-recognition library, you can create software that allows you to implement reliable recognition of a person in an image. The results of the experiment confirmed the hypothesis of a high quality of human recognition in images using these methods.

V.L. Kodanov, E.A. Trofimova, A.A. Alisov, A.Ya. Polezharova

The Development of Architecture of a Secure Automated System of Distance Learning for Commercial Bank Employees

Keywords: automated system; information protection; architecture development.

Abstract. The purpose of the study is to increase the effectiveness of the protection of personal data of employees of a commercial bank during distance learning. The task is to analyze possible means of protecting confidential information in an organization. When working on the article, general scientific methods of analysis and synthesis were used. The results are as follows: a model of the architecture of a secure automated distance learning system for employees of a commercial bank has been developed.

A.M. Yudina

The Application of the Interoperability Principle for the Implementation of Information Security in the Cyberinformation Environment

Keywords: information security; information relations; cyberinformation environment; international legal regulation; principle of interoperability.

Abstract. The purpose of this article is to consider the application of the principle of interoperability in the implementation of information security in the cyber information environment at the state level. The research objectives are to formulate and justify the application of the principle of interoperability to the cyber information environment, to describe the nature of legal uncertainty in the field of regulation of the IT sector, which reduces the effectiveness of information security at the global level. As a result, the mechanism and approaches to ensuring information security using the principle of interoperability are described using the analysis of the functioning of providers in Russia as an example.

A.M. Yudina

New Opportunities for State Regulation of Cybersecurity in Russia

Keywords: cybersecurity; information relations; cyber environment; international legal regulation; cybersecurity; interoperability.

Abstract. The purpose of this article is to study the specifics of the problems of state regulation of the sphere of cybersecurity at the present stage of civilizational development. To achieve this goal, the following tasks were completed: an analysis of the cybersecurity system in its state and legal aspects was carried out; it is proposed to consider the inclusion of the principle of interoperability, which allows standardizing, certifying IT systems and expanding the classification of the definition of “information”, including the category “harmful cyberinformation”, in order to streamline and harmonize the processes of rule-making and law enforcement, in particular, the legal regulation of information relations in the cyber environment; cyber threats and the possibility of their prevention at the state level analyzed. As a result of the study, the prospects for the integration of IT and the possibilities of state regulation of cybersecurity in Russia have been identified.

Simulation of the Stress-Strain State of Anisotropic Bodies in Problems from the Action of Body Forces

Keywords: body forces; inverse method; nonaxisymmetric problems; anisotropy; transversely isotropic bodies; Fourier series.

Abstract. The aim of the study is to determine the stress-strain state of transversely isotropic bodies of revolution, which are under the action of stationary non-axisymmetric body forces, given by the cyclic law of sine or cosine. The body boundary is free from external forces and dependencies of a kinematic nature. The problem posed involves the development of an inverse method for the class of stationary non-axisymmetric problems from the action of body forces. A theory is proposed for the formation of the basis of the spaces of internal states, which includes displacements, deformations, stresses and body forces. Further, on its basis, using the method of integral overlays, a basis of internal spatial states is induced. The orthonormalization of the basis is carried out on the basis of the recursive-matrix Gram-Schmidt orthogonalization algorithm. After orthogonalization of the basis, the desired state is determined by a Fourier series, where the coefficients of this linear combination are definite integrals. Verification of the solution is carried out by comparing the given field of body forces with the one obtained in the course of the solution. The solution of the problem for a circular rock cylinder with the corresponding conclusions about the convergence of the series is given. A graphical visualization of the results is presented. The advantage of the presented approach is that the most time-consuming calculations, namely the construction of an orthonormal basis, are performed once for a body of a certain configuration. This basis can be used to solve various problems for a circular cylinder.

P.L. Artamonova, E.L. Kuzina, M.A. Vasilenko, V.V. Pankova

Modeling Method in the Economic Assessment of Transport Services

Keywords: transport corridor; legal restrictions; SMGS; KOTIF; MTK.

Abstract. International transport corridors are part of the external transport market, while their effectiveness should take into account the effectiveness of foreign economic commodity exchange provided by transport. The article deals with the task of a comprehensive assessment of the impact of legal and operational restrictions on the effectiveness of the functioning of transnational corridors. A comparative analysis of the organizational and logical characteristics of transport corridors in the conditions of existing restrictions is carried out.

V.S. Boldyrev

The Choice of Adequate Optimization Algorithms of Chemical-Technological Systems in the Engineering of Multi-Assortment Low-Capacity Painting Production by Means of an Expert System

Keywords: optimization; expert systems; organization of production; paint technologies; paints and varnishes; small scale chemistry.

Abstract. The article presents a methodology for applying the ideology of expert systems, which allows designers and production managers to automate the engineering process, significantly reducing the search space for structural types of chemical-technological systems, their optimizing structural-functional models and algorithms for structural and parametric optimization. The strategy of organizing the production of multi-assortment production of paints and varnishes is given and described.

N.O. Vasetskaya

Document Management Peculiarities in Quality Management System at Technical Universities

Keywords: standardization; quality management system; document management; document flow; technical university.

Abstract. Documentation management in the quality management system at a technical university is the most important process that ensures the correct accounting and implementation of state standards, including standards for defense products. The purpose of the article is to analyze the process of documenting the standardization system of the university in accordance with the requirements of international standards ISO 9001 and additional requirements of GOST RV 0015-002. The hypothesis of the study is based on the assumption that an effective documentation management system will allow the university to obtain certain advantages in increasing competitiveness in various fields of activity. The methods used are system analysis, synthesis, analogy, generalization, classification. The article considers the procedure for managing university documents, develops an algorithm for managing standardization documentation in accordance with the necessary requirements.

I.A. Vinnikov

Standardization of Methods for Evaluating the Output Parameters of Operational Amplifiers

Keywords: microelectronics; integrated circuits; analog circuits; operational amplifiers; electrical parameters; measurement methods.

Abstract. The purpose of the article is to study the issues of standardization of methods of electrical parameters of integrated analog microcircuits, namely operational amplifiers (hereinafter referred to as op-amps), which have been widely used in both general and special-purpose equipment. To achieve this goal, the main standard approaches for estimating the accuracy of the electrical parameters of the op-amp have been investigated. Research hypothesis: the possibility of using pulse measurement methods using a precision high-speed analog-to-digital converter (ADC). Scientific methods used in this article are analysis, generalization, experimental research and synthesis. The main result is the proposal to use pulse measurement methods using a precision ADC. The results of studies of experimental samples have shown that pulse methods are quite applicable for measuring the accuracy of the electrical parameters of the op-amp. Therefore, it is necessary to rework the existing standards into regulatory documents on OU and include modern measurement methods in them.

E.V. Glebova, E.P. Lapteva

Practical Aspects of Keeping Updated the Safety Management System of Food Products

Keywords: safety; food products; HACCP system; federal law; sanitary rules and regulations; technical regulations.

Abstract. The food safety management system – Hazard Analysis and Critical Control Points, where Hazard Analysis is an analysis of risks to the life and health of consumers, and Critical Control Points are critical control points, is recognized worldwide as an effective method of ensuring food safety, and its implementation at an enterprise for the manufacture of food products implies not only the availability of certain documents developed as part of the implementation and operation of the system, but also their maintenance in an up-to-date state, which is of great importance for the efficiency of the system. As a working hypothesis, an assumption was made about the need to identify and systematize sources of information to keep the system up to date. As part of the study, an analysis of the recommended steps and principles for the development of the HACCP system was carried out, on the basis of which

recommendations were given on information sources, monitoring of which on a systematic basis will ensure that the HACCP system at the enterprise is up to date.

E.V. Kislyakova

The Concept of the “House of Quality” as a Tool of Comprehensive Assessment and Improvement of Product Quality

Keywords: total quality management; quality function deployment; the concept of the “house of quality”.

Abstract. The goal is to analyze the possibilities of using the Japanese concept of “House of Quality” for a comprehensive assessment of product quality and improvement management. The task is to deploy the quality function on the example of M-125 ceramic bricks. The research hypothesis is as follows: “House of quality” is an effective method of deploying the quality function, allowing you to improve the quality of products. The research methods are literature study, questioning, competitive analysis, and quality management methods. As a result, the “House of Quality” diagram was built; the main directions of quality improvement were identified.

V.P. Kuzmenko

Application of the Adaptive Multi-Pulse Positional Modulation Algorithm to Improve the Quality of Communication in the Visible Light Area When Controlling LED Lighting

Keywords: intelligent lighting; visible light communication; lighting control efficiency; lighting control.

Abstract. The paper discusses the principles of applying the adaptive multipulse positional modulation algorithm to increase the stability of communication in the visible light region at different light levels. The main purpose of the work is to investigate possible ways to increase the stability of the system reception rate under various illumination scenarios and without introducing additional hardware to improve the efficiency of intelligent LED lighting control. Previous studies in the application of the algorithm for multiplexing illumination frames have shown the need to refine the method under study. The article uses methods of mathematical and analytical analysis.

T.G. Oreshenko, D.K. Lobanov, M.S. Fedorov, K.V. Radionova

Confirmation of the Resource Indicators of the Onboard Equipment of Space Vehicles

Keywords: reliability indicators; life tests; active lifetime.

Abstract. The purpose of the study was to determine the requirements for ensuring the reliability of the onboard equipment, for which three methods were used to assess the compliance of the aircraft with the specified reliability indicators. The assumption is confirmed that the onboard equipment life tests, although it allows a preliminary assessment of the feasibility of the resource requirements, does not guarantee it from the appearance of malfunctions and failures during the normal operation of subsequent, including serial spacecraft.

N.B. Khalilulina, Yu.Yu. Cheremukhina

The Problem of Introducing Digital Technologies in the Process of Internal Audit of the Quality Management System of an Enterprise in the Radio-Electronic Industry

Keywords: quality system; quality management; digitalization; electronic document management

system; audit; electronic form.

Abstract. The purpose of the study is to develop recommendations for the introduction of electronic document management in the process of internal audit. To achieve the goal, it is necessary to complete the following tasks: to analyze the requirements of national quality standards for the introduction of digital technologies in the quality management system (QMS), to determine the main stages of the QMS verification procedure necessary to convert the process into electronic form. The research methods are analysis, comparison, grouping, systematization, generalization, induction and deduction, and forecasting. The results of the study are as follows: a set of measures and recommendations for the transition of internal audit to electronic form has been developed.

M.V. Chuvashov

Tasks and Directions of Informatization of Health Care

Keywords: informatization; health care; medical information systems.

Abstract. The purpose of the study is to determine the main tasks and directions of informatization in health care. The hypothesis is as follows: the most promising area of healthcare informatization is the diagnosis of diseases. The methods of analysis, synthesis, classification, comparison are used in the study. The results obtained are a diagram of the relationship between the directions of digital transformation, formed recommendations for the digitalization of activities applicable to companies in particular and sectors of the economy in general.

G.A. Goncharov

Global Conflict and the Outlines of the New World Order in Modern Humanitarian Scientific Thought (based on the results of the 20th International Likhachev Scientific Readings)

Keywords: Likhachev scientific readings; global conflict; hybrid war; sanctions; traditional values; world order; hegemony; multipolarity; sovereignty.

Abstract. The article is devoted to the analysis of the main results of the scientific discussion that unfolded at the annual conference “International Likhachev Scientific Readings” held on June 9–10, 2022 (hereinafter the Readings). The purpose of the study is to analyze the accumulated global contradictions in the modern world, the resolution of which objectively requires a radical restructuring of the current geopolitical and geo-economic order, as well as the search for ways to build a new world order based on the principles of ensuring global security, multipolarity, political, economic, cultural sovereignty of the countries of the world, carried out within the framework of the 20th international Likhachev readings.

E.S. Kulikova

Social Media as a Tool for Territory Promotion

Keywords: social media; SMM; digital marketing; VKontakte; Odnoklassniki; Twitter; YouTube.

Abstract. The stable development of digital technologies provides modern enterprises and organizations selling goods and services with ample opportunities for virtual interaction with the consumer. In the context of the development of the Digital Economy 2024 program, the digitalization of the territories of the regions on the Internet becomes an important aspect. Due to the current availability of a large number of digital marketing tools, regional administrations feel the need to stand out from competitors, draw the attention of the population to their territory, increase the awareness of the territory, and optimize the cost of virtual advertising. The purpose of the article is to analyze the tools and services of SMM to promote the territory. The article describes the possibilities of social media in solving these problems. The advantages of SMM in comparison with traditional marketing are listed.

E.N. Lobacheva, T.I. Kuznetsova, M.A. Kuznetsov

New Control Systems for Modern High-Tech Production

Keywords: laser section technology; workpiece quality control; HD LASr [strand] control system; SIAS product surface control.

Abstract. In modern conditions, in order to improve production management, there is a need to automate the process of product control. In this regard, the relevance of a comprehensive study of quality control systems for the surfaces of metal products, blanks, equipment sizes, etc. is increasing. The purpose of the study is the analysis of new automated control systems of modern high-tech production. The objectives are to determine new forms of automated control and their impact on production efficiency. The research hypothesis is as follows: forms of production control and their development in a crisis. The research methods are systematic approach, generalization, and a comparative analysis. The results are as follows: various control systems for high-tech production were analyzed, ways to reduce production costs in a crisis were identified.

T.L. Pervushina, E.I. Galiutinova

Innovative Infrastructure of the Region and Its Improvement

Keywords: innovative activity; innovation infrastructure; innovation system; innovation; region; digital technologies.

Abstract. One of the priority areas of socio-economic development of the Russian Federation is the development of science, national innovation system, technology and effective mechanisms for the implementation of innovation policy. The infrastructure occupies a significant part of the innovative system. It serves as a link between the creators of innovation and manufacturers of goods and services, is a factor in the activation of innovative processes. The purpose of the research is to study the modern innovation infrastructure of the Krasnoyarsk Territory. Tasks: to study the theoretical aspects of the regional innovation infrastructure, assess the role of digital platforms as an element of the digitalization of innovation infrastructure, suggest ways to improve the innovation infrastructure. Research methods are scientific data analysis, description, comparison and synthesis. Results of the study: ways to improve the innovation infrastructure of the Krasnoyarsk Territory by creating a digital platform are proposed.

Yu.A. Salavatova, Yu.O. Sapozhnikova

Information Technologies for Providing the Lending Process In a Bank

Keywords: digital economy; information technology; credit.

Abstract. The purpose of the study is to analyze the bank's information technologies used in the lending process, to identify shortcomings and formulate proposals for improving the process of lending to individuals. The hypothesis is as follows: remote registration of a loan application is an effective means of improving the efficiency of the bank's activities and loyalty of customers. The results obtained are the business process model "loan process using a mobile application", the algorithm of the client's actions to obtain a loan using information technology. The study uses general scientific methods: analysis, synthesis, and dialectics.

V.V. Sulimin, V.V. Shvedov

The Analysis of Technologies for Smart City Environment

Keywords: smart city; environment protection; digitalization.

Abstract. The concept of a smart city includes a fairly wide range of characteristics of this new phenomenon for modern society. The main goal of creating smart cities is the comfortable living in them

of people with a high level of well-being. The quality of living conditions for people in smart cities directly depends on how clean their natural environment is. The purpose of the article is to describe the essence of smart city technologies in the context of ecology. The article discusses the features of the development of the ecological vector of creating cities with maximum amenities for residents. The probable risks associated with a careless attitude to objects of animate and inanimate nature are listed; the ways of high-quality environmental protection of cities of the future are outlined.

N.A. Todor, A.S. Vasilyev

To the Question of Improving Road Safety in the Territory of the Republic of Karelia

Keywords: traffic safety; run off road; accident; traffic accident; transport.

Abstract. The goal is to establish the potential for increasing the level of safety in the operation of road transport facilities on the territory of the Republic of Karelia. To achieve this goal, the following tasks were completed: the statistics of transport accidents typical for the Republic of Karelia in 2021 were studied; the most common types of traffic accidents were identified and the causes of their occurrence were studied. As a result of the study, recommendations were formulated to improve road safety in the territory of the Republic of Karelia.

Hu Liyang, Wang Huan

A Study of the Chinese Translation of Russian Documents on the Development of the Northern Sea Route in the Context of the Theory of Translation Compensation

Keywords: cultural omission; translation of documents into Chinese; development of the Russian Northern Sea Route; theory of translation compensation.

Abstract. With the achievement of consensus on the initiative of joint construction of the Ice Silk Road between Russia and China, Chinese experts and scientists are paying more and more attention to the Northern Sea Route every year. However, there is still a lack of relevant Chinese translations of Russian texts for review. Given the cognitive gaps in the transfer of information from one language to another, cultural omission is inevitable. Using the method of examples and the method of induction, the author tries to demonstrate the applicability of the theory of translation compensation to the study of the Chinese translation of documents on the development of the Northern Sea Route. Using the theory of translation compensation, this study first provides an overview of the problem of researching the development of the Russian Northern Sea Waterway and indicates the significance of text research, and then discusses cultural omissions and compensation strategies in the process of translating into Chinese the literature on the development of the Russian Northern Sea Waterway from linguistic and aesthetic levels, to ensure the translation into Chinese of relevant literature, provide literary support for China's scientific participation in the development of the waterway, and promote the overall construction of the Ice Silk Road. Through the analysis of translation examples, the author found that the theory of translation compensation can effectively eliminate ambiguities and misunderstandings in the translation process such texts into Chinese.

H. Arslan, M.T. Korotkikh

Calculation Substantiation of Thermo-Mechanical Clamping Devices for Machine Devices

Keywords: clamping device; shape memory; thermomechanical power drive; machine tools.

Abstract. The article is devoted to characterization of thermomechanical clamping devices using shape memory alloy (SMA) materials. Power clamping elements that can be used in machine tools

are considered. As a result of the work done, a drive has been developed that allows the fastening and unfastening of workpieces to be carried out remotely in an automated production environment. Such a drive can be used in various small-sized devices capable of developing large forces.

Yu.B. Egorova, A.V. Chelpanov, L.V. Davydenko

On the Classification of Titanium Alloys Depending on Aluminum and Molybdenum Equivalents

Keywords: classification; cluster analysis; regression analysis; titanium alloys; phase and chemical composition; aluminum and molybdenum equivalents.

Abstract. The article presents modern ideas about the classification of titanium alloys according to the phase composition in the annealed state. The purpose of the work was to refine the classification depending on the aluminum and molybdenum equivalents. Based on regression and cluster analyses, the chemical and phase compositions of 140 domestic and foreign alloys were compared depending on aluminum and molybdenum equivalents. The concept of digital classification of titanium alloys is proposed. A classification diagram of titanium alloys has been constructed in the coordinates “aluminum equivalent – molybdenum equivalent” with statistically confirmed boundaries between the regions of existence of α , pseudo α -, $\alpha + \beta$ -alloys and pseudo β -alloys. A package of applied programs “Titanium alloys: digital classification” has been developed.

N.Yu. Kovelonov, A.A. Gribanov

Increasing the Efficiency of Finish Machining of Segments for Mechanical Seals

Keywords: aircraft engine; mechanical seals; isotropic pyrolytic carbon; finishing; efficiency improvement; ceramic lapping; laser serration.

Abstract. The article discusses the solution of the problem of improving the productivity of finishing the mechanical seals of a gas turbine aircraft engine, as well as reducing the wear of the working surface of the tool and increasing its durability. The goal is to modify and test the proposed technology using grinding and polishing equipment for operations without abrasive lapping of the end surfaces of the seal segments, as well as the use of a specially designed ceramic lapping with laser incisions that provide increased material removal rate, demonstrating the benefits that increase production efficiency. The main method of research is the method of lean production. The result obtained during the modification of the technology demonstrates the advantages compared to the old finishing technology.

I.N. Khrustaleva, D.P. Gasyuk, L.G. Chernykh, S.N. Stepanov, A.A. Laptev

Improving the Efficiency of the Assembly Process Based on Simulation

Keywords: automation; means of production; assembly process; multicriteria analysis; simulation model.

Abstract. The paper considers the solution of the problem of improving the efficiency of technological preparation of medium-scale production. The aim of the work is to develop a simulation model that allows analyzing various options for the technological process and determining the rational option. The main research method is multi-criteria analysis. The developed model was used at the stage of technological preparation of assembly production for the product “Cutting Machine”. The paper presents the results of modeling various options for the assembly process for a given product and determines a rational option.

Increasing the of Size Accuracy for Complex Profile Products from Sheet Metal by the Air Bending Method

Keywords: bending; springing; texture; technological process; complex profile product; sheet metal; design; automated complex; three-dimensional offline programming.

Abstract. This article discusses the methodology for designing the technological process for manufacturing complex-shaped products from sheet material by the method of air bending. A variant of automatic tool selection using a high-tech program used on Metamation Flux air bending equipment is proposed to optimize the technological process based on taking into account factors affecting metal springback to ensure higher quality of the parts obtained.

The considered method for optimizing the technological process of obtaining complex-shaped products from metal sheets by air bending is based on the practice of using the Metamation Flux automated program, which takes into account factors (k-factor, tensile strength, etc.) to reduce production time and reduce the cost of the final product.

T.A. Makarova, Z.S. Savinov

Problems of Design of Technological Tooling for Processing Gears on Gear Rounding Machines

Keywords: gear wheels; modernization; gear rounding machine; cam; cam mechanism; tool path.

Abstract. The aim of the work is the design and production of a tooling set suitable for processing any range of workpieces on a modernized KSM-5530 machine. The task of the research is to ensure the repeatability of the processing of workpieces, as well as to reduce auxiliary and preparatory time. The hypothesis is based on the assumption that the analysis of production for the manufacture of gears showed that the main reason for the rejection of the final operations for finishing the gear rims (tooth rounding) is the discrepancy between the technological and design bases, as well as the incorrectly working algorithm for dividing the workpiece. The result of the work performed is a designed and manufactured set of equipment that solves the problems described above.

V.G. Teplukhin, A.I. Popov, V.N. Kudryavtsev, M.V. Yakovitskaya

Metallographic Investigations Using Jet Electrolyte-Plasma Surface Treatment

Keywords: metallographic test; metallographic specimen; electrolyte-plasma treatment; etching; surface roughness.

Abstract. The possibility of using jet electrolytic-plasma processing in the preparation of specimens for metallographic studies is considered. It is shown that, in terms of roughness characteristics, the deformation-free preparation of specimens during electrolyte-plasma processing corresponds to traditional processing as for grinding as etching. The hypothesis about the possibility of deformation-free surface preparation with significant roughness for metallographic studies is confirmed.

I.A. Belianov, A.A. Osipov

Application of Machine Learning Methods to Optimize the Parameters of ITO Coating Synthesis Processes

Keywords: bayesian optimization; magnetron sputtering; machine learning; indium tin oxide.

Abstract. The trend in the development of the materials science and microelectronics industry, in particular, is towards the introduction of approaches combining machine learning and work with a large data set into the processes of synthesis of various materials with desired properties. The paper considers

an approach to solving problems of precise synthesis on the example of obtaining films of indium tin oxide (**ITO**). In the process of studying the physics of growth of ITO films during reactive magnetron sputtering, the key material properties and synthesis parameters that affect the result are identified. An algorithm for applying the bayesian optimization method is described, which will increase the speed of synthesis of materials with desired properties and simplify their production. The results of the approach will be briefly summed up and tasks for future research will be set.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ List of Authors

К.А. АГАХОНОВА аспирант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва E-mail: kamila1086@mail.ru	K.A. AGAKHONOVA Postgraduate student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow E-mail: kamila1086@mail.ru
Д.В. ЕГОРОВА аспирант Сибирского государственного уни- верситета науки и технологий имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: dasha.eg@mail.ru	D.V. EGOROVA Postgraduate student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk E-mail: dasha.eg@mail.ru
А.В. ПОПОВА аспирант Сибирского государственного уни- верситета науки и технологий имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: anastasiya.popova@mail.ru	A.V. POPOVA Postgraduate student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk E-mail: anastasiya.popova@mail.ru
В.Р. МУРОМСКИЙ магистрант Сибирского государственного уни- верситета науки и технологий имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: mr.infl15@mail.ru	V.R. MUROMSKY Master's student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk E-mail: mr.infl15@mail.ru
В.С. АРТЕМЬЕВ магистрант филиала Уфимского государствен- ного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: Artur280798@mail.ru	V.S. ARTEMIEV Master's student, Branch of the Ufa State Oil Technical University, Salavat E-mail: Artur280798@mail.ru
А.А. ХАКИМОВ магистрант филиала Уфимского государствен- ного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: Artur280798@mail.ru	A.A. KHAKIMOV Master's student, Branch of the Ufa State Oil Technical University, Salavat E-mail: Artur280798@mail.ru
Э.М. БАШИРОВА кандидат технических наук, доцент ка- федры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий филиала Уфимского государственного нефтяного тех- нического университета, г. Салават E-mail: Artur280798@mail.ru	E.M. BASHIROVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises, Branch of the Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: Artur280798@mail.ru

<p>Т.Г. ОРЕШЕНКО кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматического управления Сибирского государственного университета науки и технологий имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: veisver@mail.ru</p>	<p>T.G. ORESHENKO Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Automatic Control Systems, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk E-mail: veisver@mail.ru</p>
<p>Д.К. ЛОБАНОВ кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматического управления Сибирского государственного университета науки и технологий имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: veisver@mail.ru</p>	<p>D.K. LOBANOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Automatic Control Systems, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk E-mail: veisver@mail.ru</p>
<p>М.С. ФЕДОРОВ студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: mixail.fedorov.00@mail.ru</p>	<p>M.S. FEDOROV Student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk E-mail: mixail.fedorov.00@mail.ru</p>
<p>А.Д. ШИРОКОВ студент Сибирского государственного университета науки и технологий имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: mixail.fedorov.00@mail.ru</p>	<p>A.D. SHIROKOV Student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology named after M.F., Krasnoyarsk E-mail: mixail.fedorov.00@mail.ru</p>
<p>В.П. ШУВАЛОВ доктор технических наук, профессор кафедры инфокоммуникационных систем и сетей Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Новосибирск E-mail: shvp04@mail.ru</p>	<p>V.P. SHUVALOV Doctor of Science (Engineering), Professor, Department of Infocommunication Systems and Networks, Siberian State University of Telecommunications and Informatics, Novosibirsk E-mail: shvp04@mail.ru</p>
<p>И.Г. КВИТКОВА старший преподаватель кафедры инфокоммуникационных систем и сетей Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Новосибирск E-mail: irin.creme@yandex.ru</p>	<p>I.G. KVITKOVA Senior Lecturer, Department of Infocommunication Systems and Networks, Siberian State University of Telecommunications and Informatics, Novosibirsk E-mail: irin.creme@yandex.ru</p>
<p>А.И. БАЛАКИН кандидат технических наук, доцент кафедры приборных систем и автоматизации технологических процессов Севастопольского государственного университета, г. Севастополь E-mail: AIBalakin@sevsu.ru</p>	<p>A.I. BALAKIN Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Instrument Systems and Automation of Technological Processes, Sevastopol State University, Sevastopol E-mail: AIBalakin@sevsu.ru</p>

<p>В.Я. КОПП доктор технических наук, профессор кафедры приборных систем и автоматизации технологических процессов Севастопольского государственного университета, г. Севастополь E-mail: v_kopp@mail.ru</p>	<p>V.Ya. KOPP Doctor of Science (Engineering), Professor of the Department of Instrument Systems and Automation of Technological Processes, Sevastopol State University, Sevastopol E-mail: v_kopp@mail.ru</p>
<p>Н.А. БАЛАКИНА старший преподаватель кафедры приборных систем и автоматизации технологических процессов Севастопольского государственного университета, г. Севастополь E-mail: NABalakina@sevsu.ru</p>	<p>N. A. BALAKINA Senior Lecturer, Department of Instrument Systems and Automation of Technological Processes, Sevastopol State University, Sevastopol E-mail: NABalakina@sevsu.ru</p>
<p>С.В. ПАЛЬМОВ кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и технологий Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики; доцент кафедры информационных технологий Самарского государственного технического университета, г. Самара E-mail: psvzo@yandex.ru</p>	<p>S.V. PALMOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Systems and Technologies of the Volga State University of Telecommunications and Informatics; Associate Professor, Department of Information Technology, Samara State Technical University, Samara E-mail: psvzo@yandex.ru</p>
<p>А.В. АПАРИН студент Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики, г. Самара E-mail: jackpotcom09@gmail.com</p>	<p>A.V. APARIN Student, Volga State University of Telecommunications and Informatics, Samara E-mail: jackpotcom09@gmail.com</p>
<p>В.Л. КОДАНЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры защиты информации МИРЭА – Московского технологического университета, г. Москва E-mail: kodanev@mirea.ru</p>	<p>V.L. KODANEV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Security MIREA – Moscow Technological University, Moscow E-mail: kodanev@mirea.ru</p>
<p>Е.А. ТРОФИМОВА студент МИРЭА – Московского технологического университета, г. Москва E-mail: whitetea2000@gmail.com</p>	<p>E.A. TROFIMOVA Student, MIREA – Moscow Technological University, Moscow E-mail: whitetea2000@gmail.com</p>
<p>А.А. АЛИСОВ студент МИРЭА – Московского технологического университета, г. Москва E-mail: alisov.88@gmail.com</p>	<p>A.A. ALISOV Student, MIREA – Moscow Technological University, Moscow E-mail: alisov.88@gmail.com</p>
<p>А.Я. ПОЛЕЖАРОВА студент МИРЭА – Московского технологического университета, г. Москва E-mail: napolezharova@mail.ru</p>	<p>A.YA. POLEZHAROVA Student, MIREA – Moscow Technological University, Moscow E-mail: napolezharova@mail.ru</p>

<p>А.М. ЮДИНА кандидат педагогических наук, доцент кафедры педагогики Владимирского государственного университета имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, г. Владимир E-mail: anna-yudina@mail.ru</p>	<p>A.M. YUDINA Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Pedagogy, Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs, Vladimir E-mail: anna-yudina@mail.ru</p>
<p>Д.А. ИВАНЫЧЕВ кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей механики Липецкого государственного технического университета, г. Липецк E-mail: Lsivdmal@mail.ru</p>	<p>D.A. IVANYCHEV Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of General Mechanics, Lipetsk State Technical University, Lipetsk E-mail: Lsivdmal@mail.ru</p>
<p>Е.Ю. ЛЕВИНА кандидат технических наук, доцент кафедры физики Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: hensil@yandex.ru</p>	<p>E.Yu. LEVINA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Physics, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow E-mail: hensil@yandex.ru</p>
<p>А.Ю. ПОДБОЛОТОВ аспирант Липецкого государственного технического университета, г. Липецк E-mail: apodbolotov@mail.ru</p>	<p>A.Yu. PODBOLOTOV Postgraduate student, Lipetsk State Technical University, Lipetsk E-mail: apodbolotov@mail.ru</p>
<p>Е.А. МАЛЯВИН аспирант Воронежского государственного технического университета, г. Воронеж E-mail: zheniok19@rambler.ru</p>	<p>E.A. MALYAVIN Postgraduate student, Voronezh State Technical University, Voronezh E-mail: zheniok19@rambler.ru</p>
<p>П.Л. АРТАМОНОВА аспирант Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: apavlina@mail.ru</p>	<p>P.L. ARTAMONOV Postgraduate student, Russian University of Transport, Moscow E-mail: apavlina@mail.ru</p>
<p>Е.Л. КУЗИНА доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента качества Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: kyzina2008@yandex.ru</p>	<p>E.L. KUZINA Doctor of Economics, Professor of the Department of Quality Management, Russian University of Transport, Moscow E-mail: kyzina2008@yandex.ru</p>
<p>М.А. ВАСИЛЕНКО кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической и социальной теории Ростовского государственного медицинского университета Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ростов-на-Дону E-mail: margo2026@yandex.ru</p>	<p>M.A. VASILENKO Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economic and Social Theory, Rostov State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Rostov-on-Don E-mail: margo2026@yandex.ru</p>

<p>В.В. ПАНКОВА кандидат филологических наук, доцент кафедры русского и иностранного языка Российского университета транспорта, г. Москва E-mail: kyzina2008@yandex.ru</p>	<p>V.V. PANKOVA Candidate of Philology, Associate Professor, Department of Russian and Foreign Languages, Russian University of Transport, Moscow E-mail: kyzina2008@yandex.ru</p>
<p>В.С. БОЛДЫРЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры химии Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана; магистрант Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева (национального исследовательского университета); советник директора НИИ в составе НПО «Лакокраспокрытие», г. Москва E-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru</p>	<p>V.S. BOLDYREV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Chemistry, Bauman Moscow State Technical University, Master's Student of the Russian Chemical-Technological University named after D.I. Mendeleev (National Research University), Advisor to the Director of the Research Institute as part of the NPO Lakokraspokrytie, Moscow E-mail: boldyrev.v.s@bmstu.ru</p>
<p>Н.О. ВАСЕЦКАЯ кандидат физико-математических наук, докторант, старший научный сотрудник кафедры ЮНЕСКО «Управление качеством образования в интересах устойчивого развития» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: FedoseevaTA@mgsu.ru</p>	<p>N.O. VASETSKAYA Candidate of Science (Physics and Mathematics), Doctoral Candidate, Senior Research Fellow at the UNESCO Chair "Education Quality Management for Sustainable Development", Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: FedoseevaTA@mgsu.ru</p>
<p>И.А. ВИННИКОВ аспирант МИРЭА – Российского технологического университета, г. Москва E-mail: ivinnikov97@gmail.com</p>	<p>I.A. VINNIKOV postgraduate student, MIREA – Russian Technological University, Moscow E-mail: ivinnikov97@gmail.com</p>
<p>Е.В. ГЛЕБОВА кандидат технических наук, доцент кафедры управления техническими системами Дальневосточного рыбохозяйственного технического университета, г. Владивосток E-mail: glebova.eg@dgtru.ru</p>	<p>E.V. GLEBOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Control of Technical Systems, Far Eastern Fisheries Technical University, Vladivostok E-mail: glebova.eg@dgtru.ru</p>
<p>Е.П. ЛАПТЕВА кандидат технических наук, доцент кафедры управления техническими системами Дальневосточного рыбохозяйственного технического университета, г. Владивосток E-mail: lapteva.ep@dgtru.ru</p>	<p>E.P. LAPTEVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Control of Technical Systems of the Far Eastern Fisheries Technical University, Vladivostok E-mail: lapteva.ep@dgtru.ru</p>
<p>Е.В. КИСЛЯКОВА кандидат педагогических наук, декан физико-математического факультета Смоленского государственного университета, г. Смоленск E-mail: elena151082@mail.ru</p>	<p>E.V. KISLYAKOVA Candidate of Science (Pedagogy), Dean of the Faculty of Physics and Mathematics, Smolensk State University, Smolensk E-mail: elena151082@mail.ru</p>

<p>В.П. КУЗЬМЕНКО кандидат технических наук, доцент кафедры электромеханики и робототехники Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург E-mail: mr.konnny@gmail.com</p>	<p>V.P. KUZMENKO Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Electromechanics and Robotics, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg E-mail: mr.konnny@gmail.com</p>
<p>К.В. РАДИОНОВА аспирант Сибирского государственного университета науки и технологий имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: kv.radionova@gmail.com</p>	<p>K.V. RADIONOVA Postgraduate student, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk E-mail: kv.radionova@gmail.com</p>
<p>Н.Б. ХАЛИЛЮЛИНА магистрант МИРЭА – Московского технологического университета, г. Москва E-mail: nbh@ipfran.ru</p>	<p>N.B. KHALILYULINA Master's student, MIREA - Moscow Technological University, Moscow E-mail: nbh@ipfran.ru</p>
<p>Ю.Ю. ЧЕРЕМУХИНА кандидат технических наук, доцент кафедры электроники МИРЭА – Московского технологического университета, г. Москва E-mail: cheremukhina@mirea.ru</p>	<p>Yu.Yu. CHERYOMUKHINA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Electronics MIREA - Moscow Technological University, Moscow E-mail: cheremukhina@mirea.ru</p>
<p>М.В. ЧУВАШОВ аспирант Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск E-mail: Chuvashov_mikhail19@mail.ru</p>	<p>M.V. CHUVASHOV Postgraduate student, Pacific State University, Khabarovsk E-mail: Chuvashov_mikhail19@mail.ru</p>
<p>Г.А. ГОНЧАРОВ доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и управления Санкт-Петербургского Гуманитарного университета профсоюзов, г. Санкт-Петербург E-mail: journal@moofrnk.com</p>	<p>G.A. GONCHAROV Doctor of Economics, Professor, Department of Economics and Management of the St. Petersburg Humanitarian University of Trade Unions, St. Petersburg E-mail: journal@moofrnk.com</p>
<p>Е.С. КУЛИКОВА кандидат экономических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург E-mail: ctig.usue@mail.ru</p>	<p>E.S. KULIKOVA Candidate of Science (Economics), Associate Professor of the Department of State and Municipal Administration, Ural State University of Economics, Yekaterinburg E-mail: ctig.usue@mail.ru</p>
<p>Е.Н. ЛОБАЧЕВА доктор экономических наук, заведующая кафедрой экономики и бизнеса Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва E-mail: t.kuznetsova@hotmail.com</p>	<p>E.N. LOBACHEVA Doctor of Economics, Head of the Department of Economics and Business Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (National Research University), Moscow E-mail: t.kuznetsova@hotmail.com</p>

Т.И. КУЗНЕЦОВА

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и бизнеса Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва

E-mail: t.kuznetsova@hotmail.com

T.I. KUZNETSOVA

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics and Business, Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow

E-mail: t.kuznetsova@hotmail.com

М.А. КУЗНЕЦОВ

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и бизнеса Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), г. Москва

E-mail: t.kuznetsova@hotmail.com

M.A. KUZNETSOV

Candidate of Science (Economics), Associate Professor of the Department of Economics and Business Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow

E-mail: t.kuznetsova@hotmail.com

Т.Л. ПЕРВУШИНА

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики предприятий и отраслей Сибирского государственного университета науки и технологий имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

E-mail: galiutinovaei@gmail.com

T.L. PERVUSHINA

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics of Enterprises and Industries, Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

E-mail: galiutinovaei@gmail.com

Е.И. ГАЛИУТИНОВА

кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики предприятий и отраслей Сибирского государственного университета науки и технологий имени М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

E-mail: galiutinovaei@gmail.com

E.I. GALIUTINOVA

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics of Enterprises and Industries, Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk

E-mail: galiutinovaei@gmail.com

Ю.А. САЛАВАТОВА

старший преподаватель кафедры экономической кибернетики Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск

E-mail: choporova@mail.ru

Yu.A. SALAVATOVA

Senior Lecturer, Department of Economic Cybernetics, Pacific State University, Khabarovsk

E-mail: choporova@mail.ru

Ю.О. САПОЖНИКОВА

магистрант Тихоокеанского государственного университета, г. Хабаровск

E-mail: yuliya.sapozhnikova@mail.ru

YU.O. SAPOZHNIKOVA

Master's student, Pacific State University, Khabarovsk

E-mail: yuliya.sapozhnikova@mail.ru

В.В. СУЛИМИН

кандидат экономических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург

E-mail: ctig.usue@mail.ru

V.V. SULIMIN

Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of State and Municipal Administration, Ural State University of Economics, Yekaterinburg

E-mail: ctig.usue@mail.ru

<p>В.В. ШВЕДОВ кандидат исторических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург E-mail: ctig.usue@mail.ru</p>	<p>V.V. SHVEDOV Candidate of Science (History), Associate Professor, Department of State and Municipal Administration, Ural State University of Economics, Yekaterinburg E-mail: ctig.usue@mail.ru</p>
<p>Н.А. ТОДОР студент Петрозаводского государственного университета, г. Петрозаводск E-mail: todor.nika@yandex.ru</p>	<p>N. A. TODOR Student, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk E-mail: todor.nika@yandex.ru</p>
<p>А.С. ВАСИЛЬЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и здоровьесберегающих технологий Петрозаводского государственного университета, г. Петрозаводск E-mail: alvas@petsru.ru</p>	<p>A.S. VASILYEV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Life Safety and Health-Saving Technologies, Petrozavodsk State University, Petrozavodsk E-mail: alvas@petsru.ru</p>
<p>ХУ ЛИЯН магистрант Харбинского научно-технического университета, г. Харбин (Китай) E-mail: 1344776862@qq.com</p>	<p>HU LIYANG Master's student, Harbin Science and Technology University, Harbin (China) E-mail: 1344776862@qq.com</p>
<p>ВАН ХУАНЬ доцент Харбинского научно-технического университета, г. Харбин (Китай) E-mail: 406739422@qq.com</p>	<p>WANG HUAN Associate Professor, Harbin Science and Technology University, Harbin (China) E-mail: 406739422@qq.com</p>
<p>Х. АРСЛАН аспирант Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: hazemarslan92@gmail.com</p>	<p>H. ARSLAN Postgraduate student, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: hazemarslan92@gmail.com</p>
<p>М.Т. КОРОТКИХ доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: kmt46@mail.ru</p>	<p>M.T. KOROTKIKH Doctor of Science (Engineering), Senior Researcher, Professor, Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: kmt46@mail.ru</p>
<p>Ю.Б. ЕГОРОВА доктор технических наук, профессор кафедры моделирования систем и информационных технологий Московского авиационного института, г. Москва E-mail: egorova_mati@mail.ru</p>	<p>Yu.B. EGOROVA Doctor of Science (Engineering), Professor, Department of Systems Modeling and Information Technologies of the Moscow Aviation Institute, Moscow E-mail: egorova_mati@mail.ru</p>

<p>А.В. ЧЕЛПАНОВА кандидат технических наук, доцент кафедры моделирования систем и информационных технологий Московского авиационного института, г. Москва E-mail: ac22@yandex.ru</p>	<p>A.V. CHELPANOVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Systems Modeling and Information Technologies, Moscow Aviation Institute, Moscow E-mail: ac22@yandex.ru</p>
<p>Л.В. ДАВЫДЕНКО кандидат технических наук, доцент кафедры материаловедения Московского политехнического университета, г. Москва E-mail: davidenko@mail.ru</p>	<p>L.V. DAVYDENKO Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Materials Science, Moscow Polytechnic University, Moscow E-mail: davidenko@mail.ru</p>
<p>Н.Ю. КОВЕЛЕНОВ кандидат технических наук, доцент Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: kov54@mail.ru</p>	<p>N.Yu. KOVELENOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: kov54@mail.ru</p>
<p>А.А. ГРИБАНОВ магистрант Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: agribanov119@gmail.com</p>	<p>A.A. GRIBANOV Master's student, St. Petersburg State Polytechnic University of Peter the Great, St. Petersburg E-mail: agribanov119@gmail.com</p>
<p>И.Н. ХРУСТАЛЕВА кандидат технических наук, доцент Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: irina.khrustaleva@mail.ru</p>	<p>I.N. KHRUSTALEVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: irina.khrustaleva@mail.ru</p>
<p>Д.П. ГАСЮК доктор технических наук, профессор Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: cz_tipt@mail.ru</p>	<p>D.P. GASYUK Doctor of Science (Engineering), Professor, Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: cz_tipt@mail.ru</p>
<p>Л.Г. ЧЕРНЫХ ассистент Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: 2904180@mail.ru</p>	<p>L.G. CHERNYKH Lecturer, Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: 2904180@mail.ru</p>

<p>С.Н. СТЕПАНОВ кандидат технических наук, доцент Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: stepanov56@mail.ru</p>	<p>S.N. STEPANOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: stepanov56@mail.ru</p>
<p>А.А. ЛАПТЕВ студент Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: laptevv.aleksandr@rambler.ru</p>	<p>A.A. LAPTEV Student, St. Petersburg State Polytechnic University of Peter the Great, St. Petersburg E-mail: laptevv.aleksandr@rambler.ru</p>
<p>Е.Л. ЛЕВАШОВА аспирант Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: l_ekaterina_l@mail.ru</p>	<p>E.L. LEVASHOVA Postgraduate student, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: l_ekaterina_l@mail.ru</p>
<p>М.М. РАДКЕВИЧ доктор технических наук, профессор Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: radmich@mail.ru</p>	<p>M.M. RADKEVICH Doctor of Science (Engineering), Professor, Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: radmich@mail.ru</p>
<p>М.В. ЯКОВИЦКАЯ кандидат технических наук, доцент Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: mava1968@gmail.com</p>	<p>M.V. YAKOVITSKAYA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: mava1968@gmail.com</p>
<p>Т.А. МАКАРОВА кандидат технических наук, доцент Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: makarovata2004@gmail.com</p>	<p>T.A. MAKAROVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: makarovata2004@gmail.com</p>
<p>З.С. САВИНОВ магистрант Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: zahar@2341.ru</p>	<p>Z.S. SAVINOV Master's student, St. Petersburg State Polytechnic University of Peter the Great, St. Petersburg E-mail: zahar@2341.ru</p>

<p>В.Г. ТЕПЛУХИН кандидат технических наук, доцент Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: cornfield@yandex.ru</p>	<p>V.G. TEPLUKHIN Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: cornfield@yandex.ru</p>
<p>А.И. ПОПОВ кандидат технических наук, доцент Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: a.popov@spbstu.ru</p>	<p>A.I. POPOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: a.popov@spbstu.ru</p>
<p>В.Н. КУДРЯВЦЕВ кандидат технических наук, доцент Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: kudryavtsevvn@mail.ru</p>	<p>V.N. KUDRYAVTSEV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Higher School of Mechanical Engineering, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: kudryavtsevvn@mail.ru</p>
<p>И.А. БЕЛЯНОВ магистрант Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: belyanov@mail.ru</p>	<p>I.A. BELYANOV Master's student, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University of, St. Petersburg E-mail: belyanov@mail.ru</p>
<p>А.А. ОСИПОВ кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории возобновляемых источников энергии Академического университета имени Ж.И. Алферова; ведущий специалист отдела сопровождения проектов Научного центра мирового уровня «Передовые цифровые технологии» Санкт-Петербургского государственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: belyanov@mail.ru</p>	<p>A.A. OSIPOV Candidate of Science (Engineering), Researcher, Laboratory of Renewable Energy Sources, Zh.I. Alferov Academic University; Leading Specialist of the Project Support Department of the World-Class Research Center “Advanced Digital Technologies”, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: belyanov@mail.ru</p>

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ
SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS
№ 7(133) 2022
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Подписано в печать 23.07.2022 г.
Формат журнала 60×84/8
Усл. печ. л. 22,32. Уч.-изд. л. 12,05.
Тираж 1000 экз.