

ISSN 2221-5182

Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 4(130) 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
- Машины, агрегаты и процессы
- Организация производства
- Стандартизация и управление качеством
- Роботы, мехатроника и робототехнические системы

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

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

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:

- Экономика и управление
- Финансы и кредит
- Математические и инструментальные методы экономики

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 экономический социологии Санкт-Петербургского государственного университета; тел.: 8(812)274-97-06; E-mail: elena.tarando@mail.ru.

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

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

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

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

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

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

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

Снежко Вера Леонидовна – д.т.н., профессор, заведующая кафедрой систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов Российского государственного аграрного университета – Московский 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: qdwucong@hotmail.com.

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

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Джаманбаалин 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

Бухонов Д.О. Важность статистической мощности при А/В-тестировании	10
Имангулов Э.А., Хафизов А.М. Система усовершенствованного управления технологическим процессом на основе виртуальных анализаторов качества продукции.....	13
Коваленко Н.А., Прахов И.В., Крышко К.А., Ахметшина Э.И. Реализация цифрового двойника реактора гидрирования на базе Yokogawa Centum VP	18
Сафиканов А.А., Хафизов А.М. Применение системы усовершенствованного управления технологическим процессом для контроля скорости коксообразования в печах пиролиза ...	21

Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети

Михайлова С.С., Халмакшинов Е.А. Алгоритм анализа данных на графовых структурах	25
---	----

Математическое моделирование и численные методы

Артюшин В.О., Дерезузов К.Ю., Рябинин М.О., Плотников В.П. Выявление аномалий в многомерных временных рядах датчика с использованием машинного обучения	29
Аскреткова В.Д. Использование инструмента «Real Statistics Using Excel» для построения модели ARIMA временного ряда	36
Аюпов Р.И., Хисматуллин А.С., Минлибаев М.Р., Гресев Д.А. Моделирование пластинного резонатора вибрационного вискозиметра.....	41
Дерезузов К.Ю., Артюшин В.О., Волосникова И.А., Трубицин В.Н. Расчет затрат производства сельскохозяйственной продукции за счет прогнозирования технологических карт.....	44
Зайцев Д.С. Базовые технологии формирования информационных ресурсов: теоретический аспект	49
Орлов М.А., Нечаев К.А., Иванов Н.А. Проблемы криптостойкости в современных ГПСЧ.....	53
Оснач А.А., Нургалеев А.А., Сидоров Д.А., Хисматуллин А.С. Прогнозирование распределения повреждений силовых трансформаторов	59
Рыжикова Е.Г. Методика разработки многоуровневых оценочных шкал, основанных на математических методах анализа экспертных оценок.....	62

Информационная безопасность

Красов А.В. Методика выявления в доверенной зоне потенциального использования программного обеспечения по созданию нетрадиционных (стеганографических) каналов.....	65
Красов А.В. Модель нарушителя информационной безопасности, использующего стеганографические каналы взаимодействия	79
Таранов С.В. Модель системы обеспечения целостности данных на основе кодов LDPC и AMD	89

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Технология машиностроения

- Абелян А.С., Родоманов Н.В.** Организация двусторонней передачи информации в волоконно-оптических системах..... 94
- Ковеленов Н.Ю., Грибанов А.А., Феоктистов М.Ю.** Изменение метода электроэрозионной прошивки сложнопрофильных пуансонов..... 97
- Ковеленов Н.Ю., Феоктистов М.Ю., Грибанов А.А.** Улучшение технологии заливки полимерной формы для изделия «Стакан» 102
- Федоров А.А.** Влияние технологических параметров процесса вакуумно-нагнетательной пропитки на электрическую прочность изоляции высоковольтного электродвигателя 106

Машины, агрегаты и процессы

- Абдрафиков Э.М., Кузьменко В.П., Солёный С.В., Рысин А.В.** Совершенствование конструкции подъема щеточного узла в асинхронных двигателях с фазным ротором 114
- Баширов М.Г., Дюльдин Н.Д., Васильев И.С., Сидоров Д.А.** Электромагнитный спектральный метод диагностики электрического генератора 119
- Боев М.В., Мирзоев С.А., Хисматуллин А.С.** Эффективная система охлаждения трансформаторов 122
- Кирсанов В.А., Бердник В.М., Тамадаев В.Г.** Сравнительные испытания контактных элементов воздушных классификаторов сыпучих материалов 125

Организация производства

- Белова С.Б., Старчикова И.Ю.** Анализ развития системы обращения с ТБО в Подмосковье..... 131
- Журавлев И.А., Гусев И.А., Скрипниченко И.Г., Курашева Г.Г.** Алгоритм расчета коэффициента готовности систем железнодорожной автоматики и телемеханики для вновь проектируемых станций..... 136
- Килимова А.Д.** Угрозы и возможности применения искусственного интеллекта в организации производств легкой промышленности 139
- Неваров П.А., Истомин А.В., Космодемьянова А.В., Щедрина Т.С.** Принципы анализа устойчивости основных производственных процессов в хозяйстве железнодорожной автоматики 143
- Рахаев В.А., Кузина Е.Л., Василенко М.А.** Разработка путей сокращения отказов при эксплуатации пассажирских вагонов 146
- Старчикова Е.С., Прилипов А.С.** К вопросу о переходе с угля на альтернативные источники энергии. 151
- Фатуллаев Р.С., Хубулов Г.Г.** Оценка корреляционной зависимости производительностей выполнения отделочных работ в России и Испании 154

Стандартизация и управление качеством

- Антохина Ю.А., Ивакин Я.А., Тушавин В.А., Фролова Е.А.** Модель расчета релевантного числа испытаний для обеспечения приемлемого уровня рисков при оценке глубоких нейросетевых решений 160
- Городец А.И., Городец Д.А.** Обеспечение качества испытаний на основе применения про-

граммных систем ЛИМС аккредитованными лабораториями.....	164
Мабхеш М., Тушавин В.А. Проблемы моделирования потока создания ценности наукоемкого производства.....	170
Прохода И.А., Мясникова Е.Н., Сеницын Р.В., Фещенко В.В. Управление показателями безопасности апипродуктов для их практического использования	175
Шабанова Д.Н., Малука Л.М. Информационная поддержка СМК предприятия как основа для улучшения функционирования ее элементов	178
Роботы, мехатроника и робототехнические системы	
Берро С., Тимофеев А.Н. Разработка и исследование манипуляционной реабилитационной системы.....	183
Ракшин Е.А., Колесникова А.Ю., Подколызина Л.В., Тимофеев А.Н. Координация работы механизмов захватно-стыковочного устройства	187
Тимофеев А.Н., Ракшин Е.А., Заруцкий Н.В. Робототехническая система для ремонта и мониторинга труднодоступного оборудования	193
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	
Экономика и управление	
Беленя И.М. Инновационные материалы в архитектуре фасадов школьных зданий: современный отечественный опыт.....	197
Беломестнов В.Г., Маншеева Л.Н., Беломестнов И.В., Дамбаева И.Ж. Адаптация бизнес-модели предприятия к инновационным изменениям в условиях рисков экономической безопасности.....	205
Денежкина К.Л., Радковская Е.В. Современные тенденции на рынке авиаперевозок	208
Дубовик М.В., Дмитриев С.Г., Обидовская Н.Н. Разведочный анализ структуры валового регионального продукта Брянской области	211
Ильин С.Ю. Экономика организаций АПК в современных условиях хозяйствования	216
Коржак В.А., Гуторова Е.В. К вопросу о выявлении детерминантов научной деятельности Республики Беларусь: структурные изменения финансирования НИР, межсекторная мобильность на рынке труда.....	219
Лободенко Л.К., Череднякова А.Б., Перевозова О.В., Харитонов О.Ю. Анализ коммуникативной эффективности Интернет-СМИ в цифровую эпоху (на примере аккаунтов в социальных сетях региональных телеканалов).....	225
Фирова И.П., Редькина Т.М., Соломонова В.Н. Новые возможности компаний в постпандемийный период.....	232
Финансы и кредит	
Гончарова Н.А., Соколова О.Л., Багмут Ю.Н. Перспективы развития банковской системы страны (на примере Великобритании)	235
Математические и инструментальные методы экономики	
Юферова Н.Ю., Дроздов М.А. Кризис на рынке недвижимости.....	238
Юферова Н.Ю., Дроздов М.А. Разработка ГИС-приложения для расчета цены жилых объектов недвижимости.....	241

Contents

INFORMATION TECHNOLOGY

Design Automation Systems

Bukhonov D.O. The Importance of Statistical Power in A/B Testing.....	10
Imangulov E.A., Khafizov A.M. The Advanced Process Control System Based on Virtual Product Quality Analyzers	13
Kovalenko N.A., Prakhov I.V., Kryshko K.A., Akhmetshina E.I. Application of an Advanced Process Control System to Control the Rate of Coking in Pyrolysis Furnaces.....	18
Safikanov A.A., Khafizov A.M. Application of an Advanced Process Control System to Control the Rate of Coking in Pyrolysis Furnaces.....	21

Computers, Software and Computer Networks

Mikhaylova S.S., Khalmakshinov E.A. An Algorithm of Data Analysis on Graph Structures ...	25
--	----

Mathematical Modeling and Numerical Methods

Artyushin V.O., Dereguzov K.Y., Ryabinin M.O., Plotnikov V.P. Anomaly Detection in Multivariate Sensor Time Series Using Machine Learning.....	29
Askretkova V.D. Using the “Real Statistics Using Excel” Tool to Build an ARIMA Time Series Model.....	36
Ayupov R.I., Khismatullin A.S., Minlibayev M.R., Gresev D.A. Simulation of the Plate Resonator of a Vibrating Viscometer	41
Dereguzov K.Yu., Artyushin V.O., Volosnikova I.A., Trubitsin V.N. Calculation of Agricultural Production Costs by Forecasting Technological Maps	44
Zaitsev D.S. Basic Technologies for Forming Information Resources: Theoretical Aspect.....	49
Orlov M.A., Nechaev K.A., Ivanov N.A. Problems of Cryptographic Strength in Modern PRNGs	53
Osnach A.A., Nurgaleev A.A., Sidorov D.A., Khismatullin A.S. Prediction of Damage Distribution of Power Transformers.....	59
Ryzhikova E.G. Methodology for the Development of Multi-Level Evaluation Scales Based on Mathematical Methods of Analysis of Expert Assessments	62

Information Security

Krasov A.V. Detection Methodology for Potential Use of Software in Trusted Zone to Create Non-Traditional (Steganographic) Channels	65
Krasov A.V. Information Security Violator Model Using Steganographic Interaction Channels ..	79
Taranov S.V. Data Integrity System Model Based on LDPC and AMD Codes.....	89

MECHANICAL ENGINEERING

Engineering Technology

Abelyan A.S., Rodomanov N.V. The Two-Way Transfer of Information in Fiber Optical Systems	94
Kovelenov N.Yu., Griбанov A.A., Feoktistov M.Yu. Improving the EDM Drilling Technique for Processing Complex-Shape Tooling Punches	97
Kovelenov N.Yu., Feoktistov M.Yu., Griбанov A.A. Improving the Polymer Mould Filling Process for Vial Production	102
Fedorov A.A. The Influence of Technological Parameters of the Process of Vacuum-Injection Impregnation on the Electrical Strength of the Insulation of a High-Voltage Electric Motor	106

Machines, Units and Processes

Abdraficov E.M., Kuzmenko V.P., Solonyy S.V., Rysin A.V. Improving the Design of Lifting the Brush Assembly in Asynchronous Motors with a Phase Rotor	114
Bashirov M.G., Dyuldin N.D., Vasiliev I.S., Sidorov D.A. Electromagnetic Spectral Method for Diagnosing a Generator	119
Boev M.V., Mirzoev S.A., Khismatullin A.S. The Efficient Transformer Cooling System	122
Kirsanov V.A., Berdnik V.M., Tamadaev V.G. Comparative Tests of Shelf Air Classifiers of Loose Materials	125

Organization of Manufacturing

Belova S.B., Starchikova I.Yu. The Analysis of the MSW Management System Development in the Moscow Region	131
Zhuravlev I.A., Gusev I.A., Skripnichenko I.G., Kurasheva G.G. An Algorithm for Calculation of Availability Factor of Railway Automation and Telemechanics Systems for Newly Designed Stations	136
Kilimova A.D. Threats and Opportunities of Using Artificial Intelligence in the Organization of Garment Industry Production	139
Nevarov P.A., Istomin A.V., Kosmodemyanova A.V., Shchedrina T.S. Principles of Stability Analysis of Main Production Processes in Railway Automation	143
Rakhaev V.A., Kuzina E.L., Vasilenko M.A. The Development of Ways to Reduce Failures during the Operation of Passenger Cars	146
Starchikova E.S., Prilipov A.S. On the Issue of Switching from Coal to Alternative Energy Sources	151
Fatullayev R.S., Khubulov G.G. Evaluation of the Correlation Dependence of the Productivity of Finishing Work in Russia and Spain	154

Standardization and Quality Management

Antohina Yu.A., Ivakin Yu.A., Tushavin V.A., Frolova E.A. A Model for Calculation of the Relevant Number of Tests to Ensure an Acceptable Level of Risks in the Evaluation of Deep Neural Network Solutions	160
Gorobets A.I., Gorobets D.A. Quality Assurance of Tests Based on the Use of LIMS Software	

Systems by Accredited Laboratories	164
Mabhesh M., Tushavin V.A. Problems of Modeling the Flow of Value Creation in Knowledge-Intensive Industries	170
Prokhoda I.A., Myasnikova E.N., Sinitsyn R.V., Feshchenko V.V. Quality Indicators of Food API Products.....	175
Shabanova D.N., Maluka L.M. Information Support of the Company QMS as a Basis for Improving the Functioning of its Elements.....	178

Robots, Mechatronics and Robotic Systems

Berro Somar, Timofeev A.N. Research and Development of a Rehabilitation System with Manipulator	183
Rakshin E.A., Kolesnikova A.Yu., Podkolzina L.V., Timofeev A.N. Coordination of Working Mechanisms of the Gripping and Docking Devices	187
Timofeev A.N., Rakshin E.A., Zarutskiy N.V. A Robotic System for Repair and Monitoring of Hard-To-Reach Equipment.....	193

ECONOMIC SCIENCES

Economics and Management

Belenya I.M. Innovative Materials in the Architecture of Facades of School Buildings: Current Domestic Experience.....	197
Belomestnov V.G., Mansheeva L.N., Belomestnov I.V., Dambaeva I.Zh. Adapting a Company Business Model to Innovative Changes under Economic Security Risks	205
Denezhkina K.L., Radkovskaya E.V. Modern Trends in the Air Transportation Market.....	208
Dubovik M.V., Dmitriev S.G., Obidovskaya N.N. Exploratory Data Analysis of the Gross Regional Product of the Bryansk Region.....	211
Ilyin S.Y. The economy of organizations of the AIC in the modern economic conditions	216
Korzhak V.A., Gutorova E.V. On the Issue of Identifying the Determinants of Scientific Activity of the Republic of Belarus: Structural Changes in Funding Research and Development and Intersectoral Mobility in the Labor Market.....	219
Lobodenko L.K., Cherednyakova A.B., Perevozova O.V., Kharitonova O.Yu. The Analysis of the Communicative Effectiveness of Internet Media in the Digital Era (Using Social Media Accounts of Regional TV Channels as an Example).....	225
Firova I.P., Redkina T.M., Solomonova V.N. New Opportunities for Companies in the Post-Pandemic Period.....	232

Finance and Credit

Goncharova N.A., Sokolova O.L., Bagmut Yu.N. Prospects for the Development of the Country's Banking System (the UK Experience)	235
---	-----

Mathematical and Instrumental Methods of Economics

Yuferova N.Yu., Drozdov M.A. Real Estate Crisis.....	238
Yuferova N.Yu., Drozdov M.A. The Development of a GIS Application for Calculation of the Price of Residential Real Estate	241

УДК 004

Д.О. БУХОНОВ

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», г. Ульяновск

ВАЖНОСТЬ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ ПРИ А/В-ТЕСТИРОВАНИИ

Ключевые слова: информационные технологии; статистическая мощность; А/В-тестирование.

Аннотация. Данная работа нацелена на актуализацию проблемы вычисления статистической мощности в рамках тенденций современных информационных задач и критериев ее формулирования. Гипотезой данного исследования является актуализация основных причин недостоверных результатов статистических исследований. В качестве обоснования эффективности исходных данных сплит-тестирования обозначена статистическая мощность. Результаты: обобщение требований к статистической мощности тестирования, которое подразумевает максимально объективный результат. Автор пришел к выводу о том, что результативное исследование предполагает тщательный анализ и учет ключевых показателей, влияющих на статистическую мощность, что делает необходимым внимательную подготовку перед запуском тестирования.

Специфика любого исследования заключается в исходных критериях, на которых базируется точность планируемых результатов. Эффективное А/В-тестирование предполагает углубленную подготовку для получения наиболее достоверных данных. Объективности этой информации могут противостоять ошибки, допущенные еще до запуска практического исследования.

В статистическом тестировании нулевой гипотезы (процедуре, наиболее часто применяемой в А/В-тестах) есть два типа ошибок, о которых необходимо помнить специалистам-практикам: ошибки I и II типов.

При разработке эксперимента обязательно следует учитывать четыре статистических фактора.

1. Минимальный обнаруживаемый размер эффекта и коэффициент конверсии: какой эффект необходимо зафиксировать, чтобы эксперимент оправдал себя? На этот вопрос можно ответить измеряемой суммой. Когда мы умножаем минимальный обнаруживаемый эффект на N (общее количество пользователей), какой измеримый положительный прирост мы в конечном итоге получим в выражении? Например, насколько возможно увеличить выручку, если 1 000 дополнительных клиентов оформят заказ со средним размером корзины в 500 рублей?

Если мы проводим исследование для крупной компании электронной коммерции с 15 млн уникальных посетителей страницы товаров каждый день, даже 1 % окажет огромное влияние на доход. На самом деле 1 % может быть высоким требованием, учитывая, что сайт, вероятно, был оптимизирован для разработок, нацеленных на посещение 15 млн пользователей каждый день. С другой стороны, если на сайте всего 1 000 конверсий в день, повышение на 1 % будет означать дополнительные десять конверсий, что, вероятно, не будет иметь значения для общей выручки. В то же время повышение на 10 % или более может быть вполне осуществимым, если изменение функции устраняет очевидную проблему для пользователей.

Коэффициент конверсии имеет значение при расчете размера выборки. Если коэффициент конверсии сайта составляет 30 %, то большой размер выборки не потребуется, как если бы коэффициент конверсии сайта составлял 1 %.

2. Размер выборки. Какой размер выборки необходимо собрать? План эксперимента может подразумевать 1 млн посетителей, но, если на странице учетной записи всего 5 000 посетителей в день, следует задать другие параметры.

3. Значимость (также известна как аль-

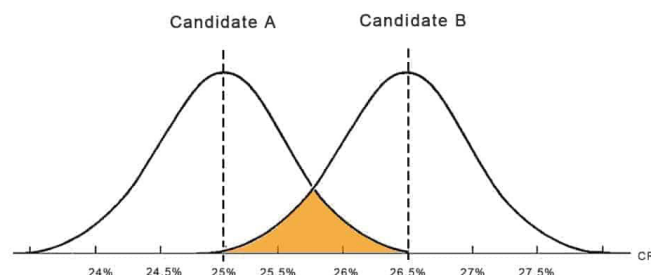


Рис. 1. График зависимости гипотез

фа) – это порог вероятности того, что разница, которая обнаруживается в эксперименте, является случайной, а не реальной разницей. Часто этот показатель равен 5 %.

Другими словами, если в тестах нет разницы, ошибка типа I произойдет в 5 % случаев.

4. Мощность. Она также известна как 1-бета. Ее можно объяснить как силу теста для обнаружения реальной разницы в тестируемых вариантах. И, наоборот, Бета – это вероятность того, что тест не отклонит нулевую гипотезу, хотя на самом деле должен это сделать. Чем выше мощность, тем ниже вероятность ошибки типа II. В экспериментах мощность обычно устанавливается на уровне 80 % или 20 %.

Другими словами, если есть разница в тесте, то вероятность допустить ошибку типа II будет равна 20 % случаев.

Возвращаясь к распределению нулевой и альтернативной гипотез, можно сказать, что при фиксированном размере эффекта и выборки альфа и бета имеют обратную зависимость. Чем большую мощность (меньшую бету) мы установим для эксперимента, тем больше будет область альфы.

На практике статистическая значимость и мощность обычно фиксируются от одного эксперимента к другому в зависимости от характера тестируемого объекта. В каждом новом эксперименте возникает вопрос о том, достаточен ли размер выборки, чтобы дать эксперименту возможность определить объективный размер эффекта. Другими словами, необходимо понять, каков минимальный необходимый размер выборки для достоверного эксперимента?

Формула для расчета размера выборки выглядит следующим образом:

$$N = \frac{\left(|Z| \sqrt{pA(1-pA) + pB(1-pB)} + 3,92 \sqrt{2p(1-p)} \right)^2}{(\Delta\pi)^2},$$

где p – средний коэффициент конверсии; pA – вероятность контроля или коэффициент конверсии; pB – вероятность варианта или планируемый коэффициент конверсии; $|Z|$ – абсолютный показатель z для мощности; 3,92 – z -показатель, когда значимость составляет 5 % (для двустороннего теста).

Существует множество онлайн-калькуляторов, которые способствуют оценке минимально необходимого размера выборки.

Только узнав, каков минимальный требуемый размер выборки, можно оценить, достаточен ли трафик на сайте для достижения этого размера выборки и как долго необходимо проводить эксперимент.

Допуская, что мы можем привлечь 1 млн посетителей к каждому варианту страницы, которая используется в тестировании, требуемый размер выборки составит всего 3 млн. Чтобы эта выборка была репрезентативной, справедливо предположить, что поведение аудитории в выходные дни будет сильно отличаться от поведения в будние дни. Следовательно, рекомендуемый срок проведения эксперимента должен быть не менее двух недель.

В статье были обобщены ключевые показатели, которые влияют на статистическую мощность исследования. Объективность ее оценки прямо пропорциональна вероятности получения достоверных результатов сплит-тестирования. Это позволяет сделать вывод о том, что вычисление статистической мощности на этапе подготовки необходимо для организации и проведения эффективного исследования.

Список литературы

1. Полякова, В.В. Основы теории статистики : учебное пособие / В.В. Полякова. – СПб : Символ-Плюс, 2015. – 11 с.
2. Елисеева, И.И. Общая теория статистики / И.И. Елисеева, М.М. Юзбашев. – СПб : Питер, 2004. – 72 с.
3. Statistical significant A/B testing [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://blog.analytics-toolkit.com/2017/statistical-significance-ab-testing-complete-guide>.
4. The pervasive fallacy of power calculations for data analysis // The American Statistician, 2012. – P. 19–24.
5. Why most published research findings are false [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.0020124>.

References

1. Polyakova, V.V. Osnovy teorii statistiki : uchebnoye posobiye / V.V. Polyakova. – SPb : Simvol-Plyus, 2015. – 11 s.
2. Yeliseyeva, I.I. Obshchaya teoriya statistiki / I.I. Yeliseyeva, M.M. YUzbashev. – SPB : Piter, 2004. – 72 s.
3. Statistical significant A/B testing [Electronic resource]. – Access mode : <https://blog.analytics-toolkit.com/2017/statistical-significance-ab-testing-complete-guide>.
5. Why most published research findings are false [Electronic resource]. – Access mode : <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.0020124>.

© Д.О. Бухонов, 2022

УДК 681.51

Э.А. ИМАНГУЛОВ, А.М. ХАФИЗОВ

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет», г. Салават

СИСТЕМА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ НА ОСНОВЕ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Ключевые слова: анализ данных; виртуальный анализатор; мониторинг.

Аннотация. Использование APC-систем за рубежом свидетельствует о том, что они выполняют функции стабилизации технологического процесса (ТП) и смены режима, в целом, эффективнее, чем операторы, и, что не менее важно, одновременно оптимизируют ТП по экономическим или технико-экономическим критериям. На российских предприятиях APC-системы появились недавно, но сравнительно недолгий опыт их эксплуатации вполне укладывается в русло мирового.

Предметом разработки в статье является система усовершенствованного управления ТП на основе виртуальных анализаторов качества продукции.

Цель – увеличение отбора светлых фракций за счет повышения эффективности функционирования автоматизированной системы управления (АСУ) ТП с использованием виртуальных анализаторов.

Методология APC-проекта предусматривает разработку и внедрение виртуальных анализаторов (ВА) показателей качества на ранних этапах работы. Это делается с целью максимальной «наработки» по времени ВА до момента ввода APC-системы в эксплуатацию при условии проведения различного рода тестов и проверок качества работы ВА.

Разработка виртуальных анализаторов произведена с помощью программного обеспечения Honeywell Profit SensorPro, демонстрационная версия которого представлена компанией на безвозмездной основе для демонстрации широких возможностей программы.

Программное обеспечение Profit Sensor Pro производит анализ данных и является средством для создания надежных моделей для прогнозирования хода технологического процесса. Также оно организует онлайн работу приложения, программных средств, виртуальных анализаторов, датчиков.

Данные для программы Profit Sensor Pro приходят из различных ресурсов и источников. Эти источники данных включают в себя: Experion PKS (распределенную систему управления (PCY) установкой ЭЛОУ-АВТ), Excel, текстовый файл и т.д.

Программное обеспечение (ПО) Profit Sensor Pro может обеспечить построение нелинейных моделей и взаимоотношений между данными ТП методом частных наименьших квадратов (PLS) с поддержкой моделей двух порядков и выше. Введенные пользователем структуры модели поддерживают нелинейное моделирование на основе формы введенного уравнения.

Пользовательский интерфейс позволяет производить предварительные статистические модели, в то же время содержит в себе дополнительную информацию для последующей оценки ВА экспертом и возможной корректировки по данным лабораторного анализа.

Для того чтобы убедиться в корректности построения модели, существует встроенный инструмент Uniformance PHD, являющийся частью Profit Suite, и выступает как хранилище данных для всего расчета. В результате предсказания модели, как и последующей корректировки и смещения, может появиться и быть легко обозначена на графике возможность проследить ход с помощью дополнительного ПО Uniformance.

Ключевые ВА ЭЛОУ-АВТ разработаны

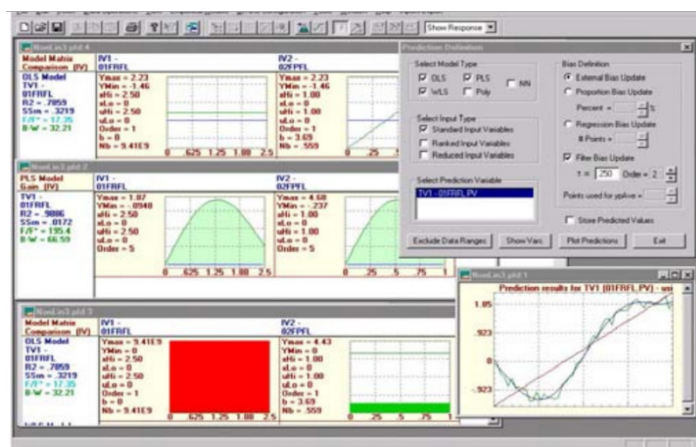


Рис. 1. Результат построения ВА в Profit Sensor Pro

Таблица 1. Температура КК общего бензина

Тэг	Название ВА
BENZ_FBP	Температура КК общего бензина
Регрессионное уравнение	Примечание
$= 28,96 + 0,424 * TT02125 + 0,36 * TC01276 - 14,21 * PT01426 + 0,141 * TT02118 - 26,32 * RRK200$	Регрессия данных лабораторного контроля
Входные сигналы (PV)	Описание параметра
TT02125	Температура в средней части К-200
TC01276	Температура внизу К-200
PT01426	Давление верха К-200
TT02118	Температура на тарелке 3 К-200
RRK200	Флегмовое число К-200

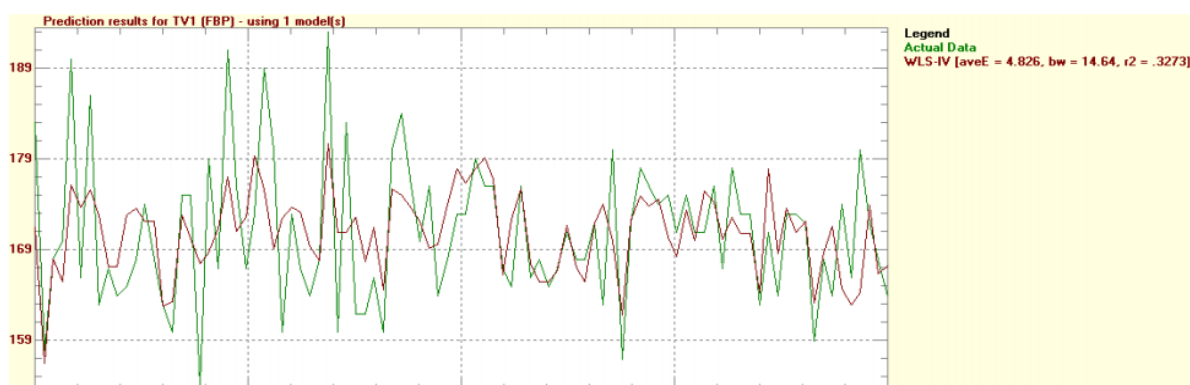


Рис. 2. Результат наложения данных модели температуры КК общего бензина на архивные лабораторные данные

Таблица 2. Температура НК керосино-дизельной фракции

Тэг	Название ВА
<i>KDF_IBP</i>	Температура НК керосино-дизельной фракции
Регрессионное уравнение	Примечание
$= -0,74 - 24,7 * PT01426 + 0,96 * TT02119$	Регрессия данных лабораторного контроля
Входные сигналы (<i>PV</i>)	Описание параметра
<i>PT01426</i>	Давление в К-200
<i>TT01276</i>	Температура внизу К-200

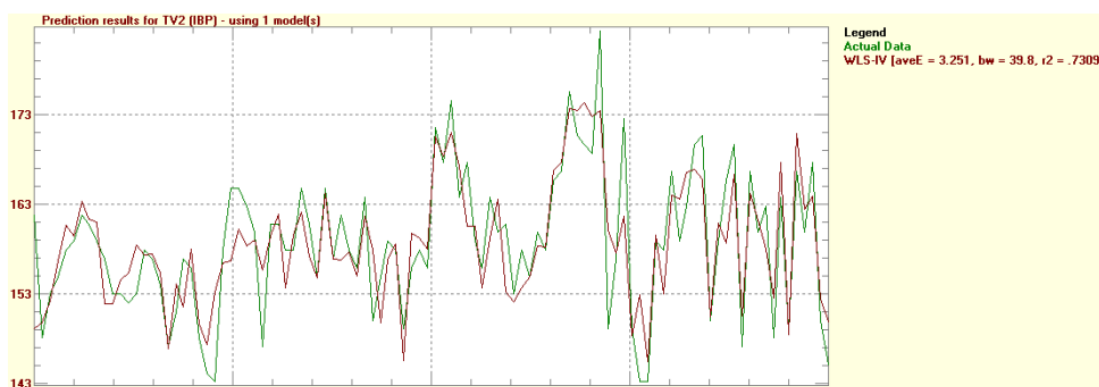


Рис. 3. Результат наложения данных модели температуры НК керосино-дизельной фракции на архивные лабораторные данные

и могут быть установлены на APC-сервер перед процедурой основного тестирования установки.

Большинство моделей удалось с приемлемой точностью аппроксимировать линейными регрессиями по методу взвешенных наименьших квадратов [1]; для трех моделей (по дизельным фракциям) применен более сложный нелинейный метод частных наименьших квадратов.

Эти ВА можно назвать предварительными или пробными. Они разработаны на основе исторических данных процесса, лабораторного контроля и результатов идентификации моделей ВА с использованием данных строгой математической модели установки [2].

Далее представлены примеры реализованных виртуальных анализаторов: температура конца кипения (КК) общего бензина, темпера-

тура начала кипения (НК) керосино-дизельной фракции, выход до 360 °С в керосино-дизельной фракции [3].

Результаты лабораторных анализов не несут за собой всю полноту и необходимую оперативность. Причиной этого является несоответствие технологичности лабораторных средств анализа проб и пропускной способности реальным потребностям производства.

Применение онлайн анализаторов существенно повышает своевременность контроля состояния материальных потоков, но очень затратно к внедрению [4]. Исходя из этого, возникает научно-техническая проблема повышения полноты, оперативности и достоверности информационного обеспечения технологического персонала путем разработки системы виртуального мониторинга (СВМ) ТП.

Таблица 3. Выход до 360 °С в керосино-дизельной фракции

Тэг	Название ВА
<i>E4-KDF_OUT_360</i>	Выход до 360 °С в керосино-дизельной фракции (КДФ)
Регрессионное уравнение	Примечание
$= 112,35 + 0,0019 * FT01500 + 1,14 * PT01426 + 0,06 * TC02220 - 0,031 * FT01505 - 0,056 * AT01805 + 0,0037 * PT02351 - 0,08 * TC02204$	Регрессия данных лабораторного контроля
Входные сигналы (<i>PV</i>)	Описание параметра
<i>FT01500</i>	Расход сырья на установку
<i>PT01426</i>	Давление верха К-200
<i>TC02120</i>	Температура на 38 тарелке К-200
<i>FT01505</i>	Расход КДФ
<i>AT01805</i>	Плотность КДФ
<i>PT02351</i>	Разрежение наверху К-300
<i>TC02204</i>	Температура в зоне ВЦО К-300



Рис. 4. Результат наложения данных модели выхода до 360 °С в керосино-дизельной фракции на архивные лабораторные данные

Список литературы

1. Индекс множественной корреляции [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://math.semestr.ru/regress/regres3.php>.
2. Корреляция, корреляционная зависимость // Математическая статистика для психологов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://statpsy.ru/correlation/correlation>.
3. Виртуальные анализаторы: концепция построения и применения в задачах управления непрерывными ТО // Автоматизация в промышленности, 2003. – С. 28–44.
4. Хафизов, А.М. Разработка системы «улучшенное управление» для оценки технического состояния электрооборудования с применением виртуальных анализаторов для предприятий нефтегазовой отрасли / А.М. Хафизов, Т.Н. Кильсинбаев, Т.И. Хакимов // Материалы докладов X Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения» – Казань : Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – С. 11–12.

References

1. Indeks mnozhestvennoy korrelyatsii [Electronic resource]. – Access mode : <https://math.semestr.ru/regress/regres3.php>.
2. Korrelyatsiya, korrelyatsionnaya zavisimost' // Matematicheskaya statistika dlya psikhologov [Electronic resource]. – Access mode : <http://statpsy.ru/correlation/correlation>.
3. Virtual'nyye analizatory: kontseptsiya postroyeniya i primeneniya v zadachakh upravleniya nepreryvnymi TO // Avtomatizatsiya v promyshlennosti, 2003. – С. 28–44.
4. Khafizov, A.M. Razrabotka sistemy «uluchshennoye upravleniye» dlya otsenki tekhnicheskogo sostoyaniya elektrooborudovaniya s primeneniym virtual'nykh analizatorov dlya predpriyatiy neftegazovoy otrasli / A.M. Khafizov, T.N. Kil'sinbayev, T.I. Khakimov // Materialy dokladov X Mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii «Tinchurinskiye chteniya» – Kazan' : Kazan. gos. energ. un-t, 2015. – S. 11–12.

© Э.А. Имангулов, А.М. Хафизов, 2022

УДК 004.942

Н.А. КОВАЛЕНКО, И.В. ПРАХОВ, К.А. КРЫШКО, Э.И. АХМЕТШИНА

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет», г. Салават

РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА РЕАКТОРА ГИДРИРОВАНИЯ НА БАЗЕ YOKOGAWA CENTUM VP

Ключевые слова: математическая модель; реактор; цифровой двойник; *Yokogawa Centum VP*.

Аннотация. Разработка цифровых двойников является достаточно сложным процессом, который требует учитывать большое количество разносторонних факторов, влияющих на будущую работу моделируемого объекта. Все процессы управления технологическими объектами практически уникальны, их работа также проходит по разному сценарию, отсюда следует, что и объекты по-разному реагируют на те или иные факторы. Именно поэтому закладывается точная и проработанная база объекта на этапе проектирования для дальнейшей реализации цифрового двойника. Реализацию цифрового двойника предлагается провести в одной распространенной функциональной среде программирования компании *Yokogawa*, которая включает в себя весь спектр выполняемых функций для реализации как сложных, так и простых технических объектов.

Предметом исследований в статье является система управления цифровым двойником реактора гидрирования на основе *Yokogawa Centum VP*.

Цель – проектирование цифрового двойника с использованием выведенных математических моделей параметров технологического процесса для управления цифровым двойником.

Имитационная модель может быть основополагающим элементом цифрового двойника промышленного объекта и оборудования, которые способны выполнять такие функции, как прогнозирование и определение состояния системы и технологического процесса на всех эта-

пах их жизненного цикла.

Цифровой двойник является целой системой, способной отобразить многие направления реакций технологического процесса на действующие на него факторы, провести всевозможные эксперименты как с управлением, так и с реакциями процесса. Также она может качественно решить проектные задачи, которые помогут принять во внимание оптимальные конструктивные решения и спроектировать автоматизацию объекта [1].

Построение и проектирование модели объекта основывается на полученных и изученных статических данных реального физического процесса, данные выражаются в числовой форме и показывают работу исследуемого объекта за определенный интервал времени.

Именно точность этих данных и учет факторов, влияющих на них, способны дать оценку проекту, то есть выявить отрицательные и положительные стороны проекта, показать рентабельность и всевозможные риски со всеми вытекающими последствиями, а также опробовать разные виды оборудования, технологические процессы и их сочетания [2].

Первым этапом создания цифрового двойника является проектирование. На данном этапе происходят сбор и изучение переходных режимов процесса, расчет установок и регулируемых рабочих параметров в автоматизированной системе управления технологическим процессом (АСУ ТП) и разработка алгоритмов управления технологическими процессами.

В качестве второго этапа выступает строительство. Выявляются актуальность имитируемой модели и возможность ее реализации, производится оценка влияния вводимых изменений на работу системы.

Итоговым этапом являются запуск цифрового двойника и его эксплуатация. Во время

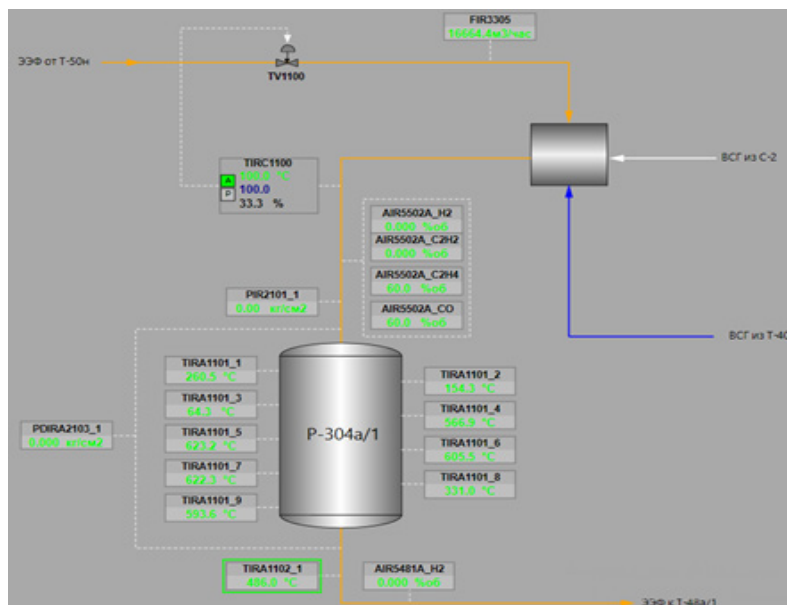


Рис. 1. Мнемосхема реактора гидрирования

эксплуатации выявляются дефекты оборудования, производится прогнозирование технического состояния и оптимизация технологических режимов [3].

Для создания системы автоматического управления цифровым двойником предлагается использовать программу *System View*, которая является частью *Centum VP*. Система *Centum VP* сертифицирована и отвечает всем необходимым стандартам. Данная система повышает быстродействие управляющих сигналов и при этом улучшает точность их измерений.

В данной работе для реализации алгоритма управления используется блок вычислений (*CALCU*). Он позволяет пользователю создавать вводимые им самим вычисления, которые, как он считает, необходимы для полноценного управления технологическим процессом. В блок *CALCU* вводятся формулы выявленных математических моделей на каждый из параметров.

На рис. 1 представлена мнемосхема реактора гидрирования реализуемого цифрового двойника, на которой изображены технологическое оборудование и измерительные приборы.

Технологические параметры процесса выводятся с помощью применения линейной и квадратичной регрессий и с использованием зависимости разных параметров и процессов друг от друга. Присутствуют как регрессия с одной неизвестной переменной, так и множе-

ственные регрессии, включающие в себя множество параметров. Реализованы и выведены все математические модели параметров, необходимых для работы цифрового двойника [4].

Данные параметры отслеживаются датчиками и приборами, которые участвуют в задачах контроля протекания процесса.

Таковыми параметрами являются:

- температура этан-этиленовой фракции (ЭЭФ) от теплообменника до реактора *TIRC1100*: задается в качестве задания;

- температура процесса в реакторе (отслеживается в девяти точках *TIRA1101_1...9*, равномерно распределенных по высоте реактора):

$$1) y_1(x) = -0,018477 * x^2 + 3,3091 * x - 68,511;$$

$$2) y_2(x) = -0,0062976 * x^2 + 1,7808 * x - 23,095;$$

$$3) y_3(x) = -0,010081 * x^2 + 2,2626 * x - 37,92;$$

$$4) y_4(x) = -0,053398 * x^2 + 7,6681 * x - 194,39;$$

$$5) y_5(x) = -0,059629 * x^2 + 8,4169 * x - 212,33;$$

$$6) y_6(x) = -0,058063 * x^2 + 8,2215 * x - 210,62;$$

$$7) y_7(x) = -0,059548 * x^2 + 8,4703 * x - 218,61;$$

$$8) y_8(x) = -0,024893 * x^2 + 3,9827 * x - 64,736;$$

9) $y_9(x) = -0,056184 * x^2 + 8,0728 * x - 207,89$;

– температура ЭЭФ после реактора: $y = 0,00057478 * x^2 + 0,78385 * x + 20,277$;

– давление ЭЭФ от теплообменника до реактора: $y = 18,102851 + 0,000115432 * x^1 + 0,003747015 * x^2$;

– давление ЭЭФ после реактора: $y = 0,97795 * x + 0,3126$;

– перепад давления реактора: вычисляется как разность до и после реактора;

– поточный анализатор до реактора, для определения:

1) $C2H4$: $y = 66,1523 + 2,997303 * x^1 + 5,219866 * x^2$;

2) CO : $y = 0,25824 + 0,159255 * x^1 - 3,56978 * x^2 + 0,560803 * x^3$.

– поточный анализатор после реактора,

для определения $H2$: $y = 0,17504 * x^2 - 0,34399 * x + 0,41445$.

Для реализации моделей всех параметров использовались программный пакет *Matlab*, а также *Microsoft Excel*. Параметры, участвующие в управлении процессом, поступают с контроллера на инженерную станцию, где будут происходить их обработка и дальнейший расчет будущих значений.

Проанализировав изученные данные, можно прийти к тому, что цифровые двойники довольно перспективны и актуальны в наше время и в ближайшем будущем, они играют важную роль в развитии промышленности на новом уровне, так как над многими процессами и аппаратами можно производить анализ их поведения и проводить эксперименты без физической реализации.

Список литературы

1. Сиротина, Е.В. Реализация системы усовершенствованного управления производства этилен-пропилена на базе YOKOGAWA Centum VP / Е.В. Сиротина, Е.В. Шварев, К.А. Крышко [и др.] // Южно-Сибирский научный вестник. – 2020. – № 6(34). – С. 163–166.
2. Шварев, Е.В. Применение генетического алгоритма для определения фактического состояния катализаторов / Е.В. Шварев, Е.В. Сиротина, К.А. Крышко [и др.] // Южно-Сибирский научный вестник. – 2020. – № 6(34). – С. 167–169.
3. Коваленко, Н.А. Востребованность дистанционного обучения с помощью цифровых двойников / Н.А. Коваленко, К.А. Крышко // Студенческий вестник: электрон. научн. журн. – 2021. – № 46(191).
4. Кузнецов, Г.В. Математические методы моделирования физических процессов / Г.В. Кузнецов. – 2009. – С. 70.

References

1. Sirotina, Ye.V. Realizatsiya sistemy usovershenstvovannogo upravleniya proizvodstva etilen-propilena na baze YOKOGAWA Centum VP / Ye.V. Sirotina, Ye.V. Shvarev, K.A. Kryshko [i dr.] // Yuzhno-Sibirskiy nauchnyy vestnik. – 2020. – № 6(34). – S. 163–166.
2. Shvarev, Ye.V. Primeneniye geneticheskogo algoritma dlya opredeleniya fakticheskogo sostoyaniya katalizatorov / Ye.V. Shvarev, Ye.V. Sirotina, K.A. Kryshko [i dr.] // Yuzhno-Sibirskiy nauchnyy vestnik. – 2020. – № 6(34). – S. 167–169.
3. Kovalenko, N.A. Vostrebovannost' distantsionnogo obucheniya s pomoshch'yu tsifrovyykh dvoynikov / N.A. Kovalenko, K.A. Kryshko // Studencheskiy vestnik: elektron. nauchn. zhurn. – 2021. – № 46(191).
4. Kuznetsov, G.V. Matematicheskiye metody modelirovaniya fizicheskikh protsessov / G.V. Kuznetsov. – 2009. – S. 70.

УДК 681.51

А.А. САФИКАНОВ, А.М. ХАФИЗОВ

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет», г. Салават

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ УСОВЕРШЕНСТВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ КОКСООБРАЗОВАНИЯ В ПЕЧАХ ПИРОЛИЗА

Ключевые слова: виртуальный анализатор; коксообразование; печи пиролиза.

Аннотация. При выполнении проекта использовались теоретические и экспериментальные методы исследования. Теоретические исследования выполнялись на основе изучения APC-технологии, принципов работы программного обеспечения с виртуальными анализаторами (ВА) и моделирования. В экспериментальных исследованиях с целью увеличения жизненного цикла змеевиков печи пиролиза использовалась математическая модель, построенная на основе исходных данных, полученных с выбранного объекта. Также разработано программное обеспечение (ПО).

Предметом разработки в данной научной статье является система усовершенствованного управления технологическим процессом (СУУП) с использованием ВА – скорости коксообразования в змеевиках печи пиролиза.

Цель – увеличение жизненного цикла змеевиков печи пиролиза, повышение эффективности печей пиролиза с использованием ВА и прогнозирующей модели.

Методология APC-проекта предусматривает разработку и внедрение ВА показателей качества на ранних этапах работы. Это делается с целью максимальной «наработки» по времени ВА до момента ввода APC-системы в эксплуатацию при условии проведения различного рода тестов и проверок качества работы ВА. В качестве среды для разработки регрессионных моделей для ВА было решено исполь-

зовать *Microsoft Excel, Matlab* в связи с доступностью и удобством построения графических моделей, а также математических возможностей.

После анализа полученных данных из *PI-system* было решено использовать временной интервал от 41 000 до 90 600 часов в связи с тем, что в остальных интервалах наблюдалась цикличность процесса работы печи типа *SRT-VI* (прожиг змеевиков печи примерно раз в месяц), а также были ошибки данных или отсутствовали все показания датчиков в определенных часах работы (предположительно связано с работами, проводимыми над этими техническими средствами производства этилена и пропилена). В интервале 41 000–90 600 часов (34, 44 дней) были построены графические зависимости для всех параметров, а также получены регрессионные модели.

Точность полученной модели достаточно высокая, коэффициент детерминации (R^2) составил 0,8785. В связи с тем, что змеевиков в печи шесть, то в качестве примера реализации покажем регрессионные модели для одного змеевика, графики регрессионных моделей для остальных технических средств автоматизации получали по аналогии.

Согласно выше сказанному по сформированной выборке, содержащей семь входных переменных для определения веществ-предшественников образования кокса, получена структура модели ВА, включающая характерные для печи пиролиза нелинейности виды насыщения по входам, связанные с перепадами давления, расходом, температурой на входе, выходе и перевале, а также с плотностью. Таким образом, входами ВА являются следующие технологи-

Температура пирогаза на выходе из змеевика 1

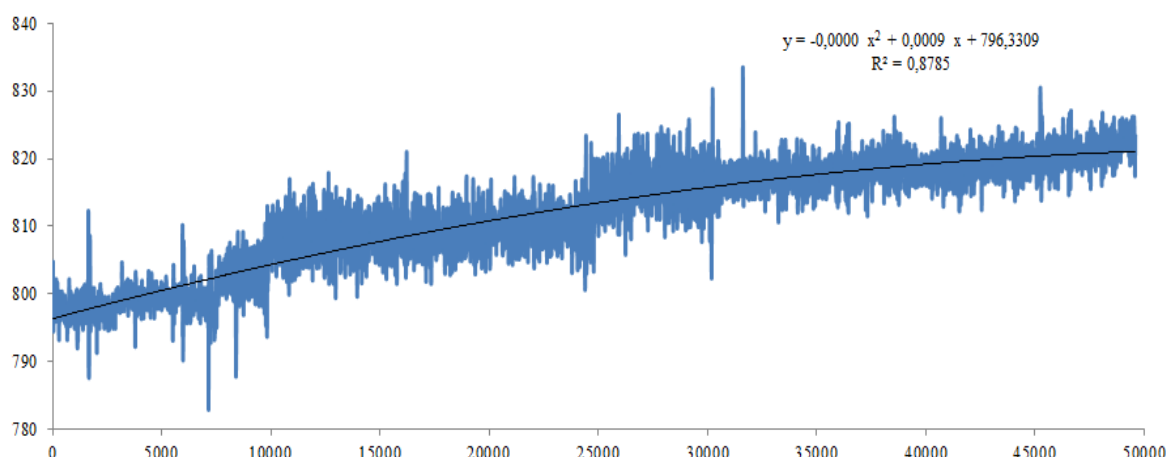


Рис. 1. Аппроксимация показаний с датчика температуры пирогаза на выходе из змеевика TIR4111 для получения регрессионной зависимости



Рис. 2. Изменение скорости коксообразования в зависимости от времени эксплуатации печи пиролиза

ческие переменные: $X_1(TIR4171)$ – температура нефти на входе печи пиролиза, °C; $X_2(TIR4111)$ – температура пирогаза на выходе печи пиролиза, °C; $X_3(TIR4145)$ – температура перевала печи пиролиза, °C; $X_4(FIR4301)$ – расход нефти, кг/ч; $X_5(PDIR4212)$ – перепад давления на входе и выходе змеевика печи пиролиза, кгс/см²; $X_6(QIR4005)$ – плотность нефти, кг/м³; $X_7(TIR4118)$ – температура первого змеевика, °C.

Аппроксимированные преобразованные переменные для ВА Y_{coke} , входов $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$ имеют вид:

$$\begin{aligned} \Theta(Y_{coke}) &= 0,97 * Y_{coke} - 0,2462; \\ \Phi_1(X_1) &= -0,0001 * X_1 + 40,1726; \\ \Phi_2(X_2) &= 0,0009 * X_2 - 796,3309; \\ \Phi_3(X_3) &= 0,0011 * X_3 + 980,3660; \\ \Phi_4(X_4) &= -0,0009 * X_4 + 5332,6156; \\ \Phi_5(X_5) &= -0,00001 * X_5 + 1,6277; \\ \Phi_6(X_6) &= 0,0002 * X_6 + 711,6201; \\ \Phi_7(X_7) &= -0,0008 * X_7 + 563,4917. \end{aligned} \quad (1)$$

С использованием имеющейся промышленной выборки и системы уравнений (1) построена модель ВА массы веществ-предшественников образования кокса:

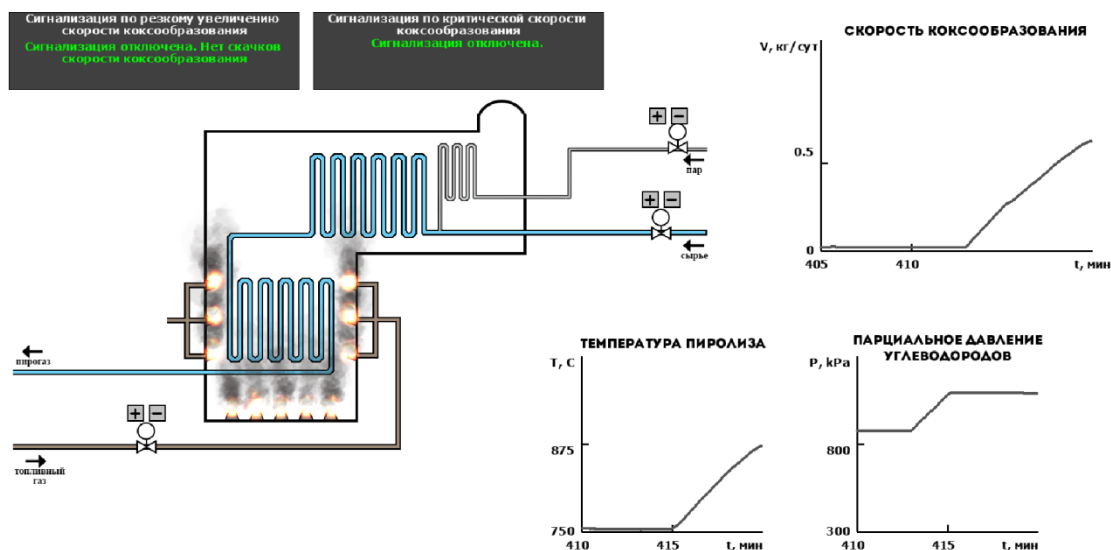


Рис. 3. Программа для контроля скорости коксообразования в печах пиролиза в онлайн режиме

$$Y_{coke} = 8688,6269 - 0,0001 * X_1 + 0,0009 * X_2 + 0,0011 * X_3 - 0,0009 * X_4 - 0,00001 * X_5 + 0,0002 * X_6 - 0,0008 * X_7. \quad (2)$$

Данные ВА можно назвать предварительными или пробными. Они разработаны на основе исторических данных процесса, лабораторного контроля и результатов идентификации моделей ВА с использованием данных строгой математической модели печи пиролиза [3].

По рис. 2 можно сделать вывод о том, что закоксовывание змеевика в печах пиролиза идет равномерно по всей длине реакционного змеевика. В период 40 000–45 000 возрастание скорости коксообразования незначительное (0,2 кг/сутки), на интервале 45 000–50 000 часов скорость возрастает существенно до кри-

тических величин (увеличение еще на 0,5 кг/сутки). По полученным данным можно сделать вывод о том, что рекомендуется снизить цикл работы печи пиролиза (до прожига) на три дня для продления ресурса работы змеевиков и повышения коэффициента полезного действия (КПД) печей.

Для мониторинга изменения скорости коксообразования в реальном времени была реализована прогнозирующая модель с разработкой ПО. В данной прогнозирующей модели в ПО можно экспериментировать с расходами пара, нефти и топливного газа, создавать критические ситуации и близкие к ним (рис. 3).

Применение ВА существенно повышает уровень контроля за состоянием змеевиков печей пиролиза, но они очень затратные для внедрения [4].

Список литературы

1. Мухина, Т.Л. Пиролиз углеводородного сырья / Т.Л. Мухина, Н.Л. Барабанов, С.Е. Бабаш. – М. : Химия, 2011. – 240 с.
2. Баязитов, М.И. Повышение долговечности змеевиков трубчатых печей : специальность 05.04.09 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / М.И. Баязитов. – Уфа, 1998. – 23 с.
3. Мусаев, А.А. Виртуальные анализаторы: концепция построения и применения в задачах управления непрерывными ТП / А.А. Мусаев // Автоматизация в промышленности. – 2003. – № 8. – С. 28–44.
4. Хафизов, А.М. Разработка системы «усовершенствованное управление» для оценки ресурса трубчатой печи и повышения эффективности противоаварийной автоматической защиты / А.М. Хафизов, М.Г. Баширов, Д.Г. Чурагулов, Р.Р. Аслаев // Фундаментальные исследования. –

2015. – № 12-3. – С. 536–539.

References

1. Mukhina, T.L. Piroliz uglevodorodnogo syr'ya / T.L. Mukhina, N.L. Barabanov, S.Ye. Babash. – M. : Khimiya, 2011. – 240 s.
2. Bayazitov, M.I. Povysheniye dolgovechnosti zmayevikov trubchatykh pechey : spetsial'nost' 05.04.09 : avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / M.I. Bayazitov. – Ufa, 1998. – 23 s.
3. Musayev, A.A. Virtual'nyye analizatory: kontseptsiya postroyeniya i primeneniya v zadachakh upravleniya nepreryvnymi TP / A.A. Musayev // Avtomatizatsiya v promyshlennosti. – 2003. – № 8. – S. 28–44.
4. Khafizov, A.M. Razrabotka sistemy «usovershenstvovannoye upravleniye» dlya otsenki resursa trubchatoy pechi i povysheniya effektivnosti protivopariynoy avtomaticheskoy zashchity / A.M. Khafizov, M.G. Bashirov, D.G. Churagulov, R.R. Aslayev // Fundamental'nyye issledovaniya. – 2015. – № 12-3. – S. 536–539.

© А.А. Сафиганов, А.М. Хафизов, 2022

УДК 004.021

С.С. МИХАЙЛОВА, Е.А. ХАЛМАКШИНОВ

ФГБОУ ВО «Восточный-Сибирский государственный университет технологий и управления», г. Улан-Удэ

АЛГОРИТМ АНАЛИЗА ДАННЫХ НА ГРАФОВЫХ СТРУКТУРАХ

Ключевые слова: алгоритмы на графах; графовые системы управления базами данных (СУБД); графы.

Аннотация. В данной статье приведено описание исследования по разработке и реализации алгоритма агрегации данных на графовых структурах. Основная цель алгоритма – это структурирование и приведение к реляционному формату данных графа с возможностью их визуализации на диаграммах (столбчатых, линейных и т.д.), что предоставляет наибольшую гибкость для анализа данных, исключая проблемы наложения вершин и связей, а также отображения атрибутного состава сущностей в атрибутно-ориентированных графах.

Таким образом, разрабатываемый алгоритм облегчит процесс анализа данных на атрибутно-ориентированных графах, которые содержат большое количество вершин.

Исследование проблемы

Основная проблема исследования заключается в визуальном представлении результатов анализа графовых данных, так как при отображении графа возникают такие проблемы, как:

- наложение сущностей и связей;
- фильтрация по атрибутному составу сущности.

Решением данных проблем является достижение структурированного вида данных путем выполнения распределенного агрегирования результатов анализа данных графа.

Математическая модель

Так как объектом исследования является алгоритм анализа данных на графовых

структурах, представим его на множестве $M = \langle G, A, Z, D \rangle$, где $G = (g_1, \dots, g_n)$ – множество графов или подграфов в зависимости от входных данных; $A = \{a_1, \dots, a_k\}$ – множество алгоритмов анализа данных, применяемых на множестве графов G ; $Z = \{sum, count, median, avg\}$ – множество функций агрегации данных, которые группируют данные каждого графа из множества G , обработанных по алгоритму A , в качестве группировочного параметра GP используется наименование графа g_i или алгоритма a_k , то есть $GP = \{g_{name} | a_{kname}\}$; $D = \{a_k, \langle N, V \rangle\}$ – множество примененных алгоритмов A , при этом $F(a_i, Z) \rightarrow \langle N, V \rangle$, N – множество измерений, то есть атрибутный состав вершин, V – меры, количественно характеризующие результат выполнения алгоритма a_i .

Алгоритм агрегации данных

Смоделируем основной процесс предлагаемого решения с помощью диаграммы действий (рис. 1). Выборка графов представляет собой получение графа базы данных [4]. Подразумевается, что в данном графе может содержаться некоторое множество однотипных графов одного класса.

Граф базы данных может быть пустым, поэтому необходима проверка на наличие вершин; если их нет, то алгоритм завершает работу [5; 6].

Выбор алгоритма анализа данных является одним из самых важных этапов, так как именно по его результатам воспроизводится дальнейший процесс. Выбранный алгоритм должен отобрабатывать на каждом из графов выборки.

Если результат анализа на одном из графов содержит несколько значений, необходимо выполнить операцию агрегирования, которая включает в себя нахождение суммы, количества значений, среднего значения, а также поиск ме-

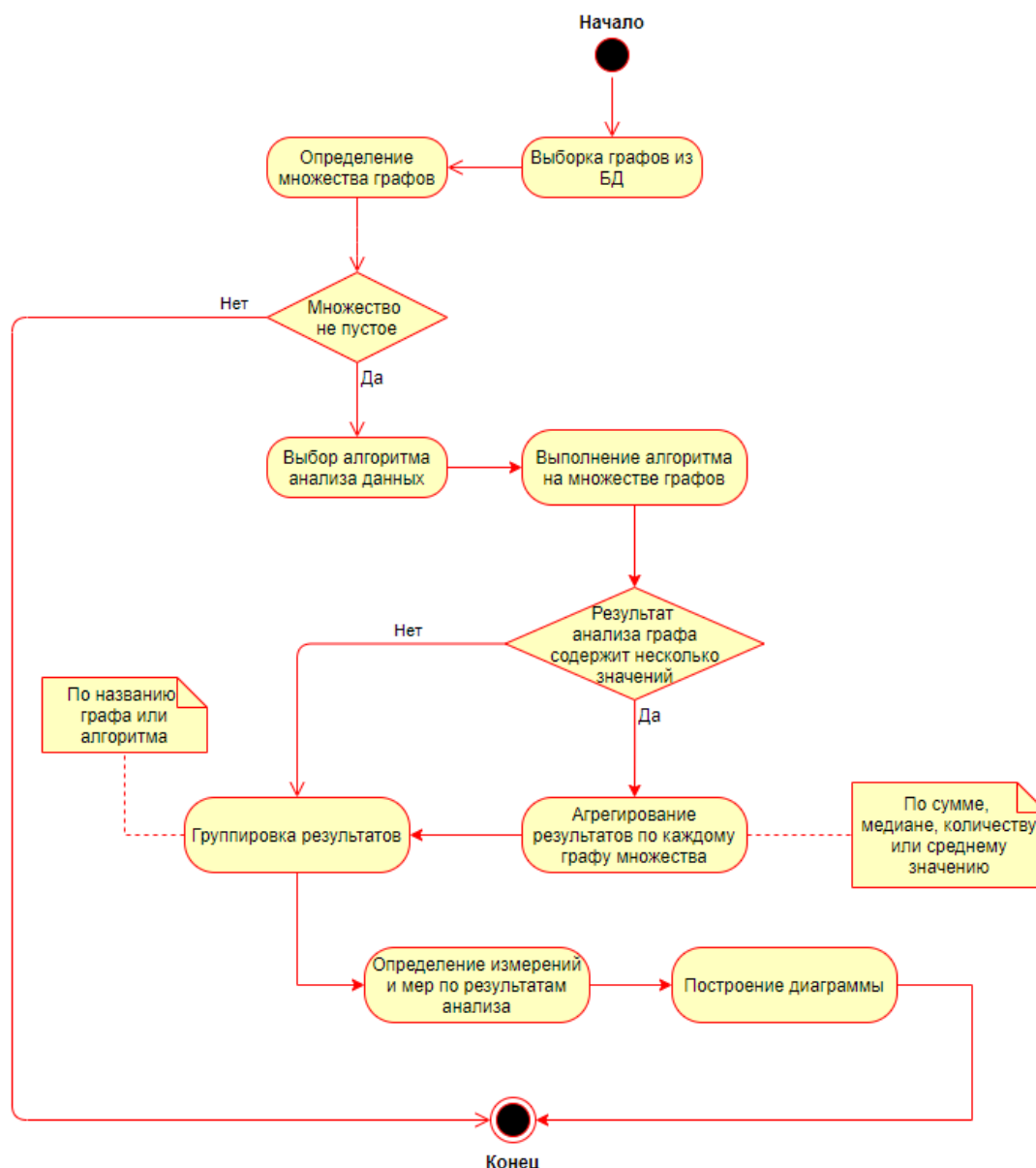


Рис. 1. Диаграмма действий

дианы. В ином случае сразу выполняется группировка (объединение) результатов анализа по каждому графу в одно множество по названию графа или алгоритма.

Определение измерений и мер производится для представления значений множества в виде *OLAP*-куба, который является структурой диаграммы.

Структура программы

Разрабатываемый алгоритм будет внедрен в существующую систему анализа реляцион-

ных данных, для этого необходимо ознакомиться с ее архитектурой, изображенной на рис. 2.

Данная схема содержит инструменты и методы анализа данных, которые интегрированы с реализованным алгоритмом.

Кластеризация

Результат представляет собой секторы, разбитые на сообщества, которые отмечаются персональным цветом (рис. 3).

На примере кластеризованного графа выполнено агрегирование по идентификаторам

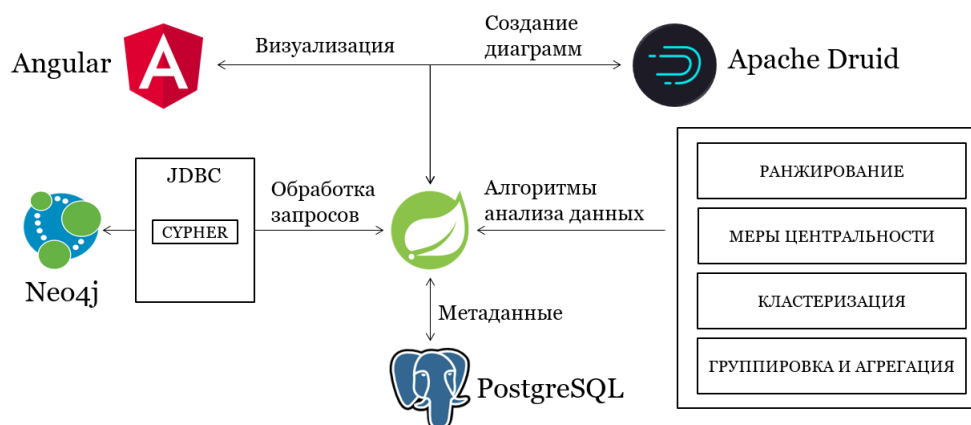


Рис. 2. Структура программы

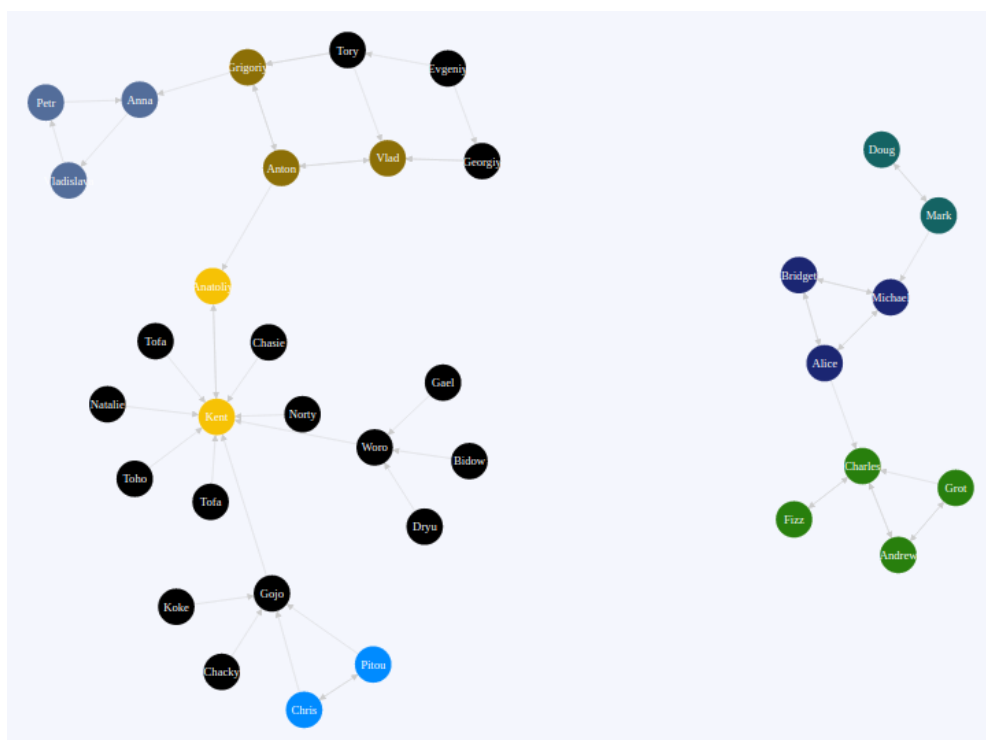


Рис. 3. Результат выполнения кластеризации

вершин и их принадлежности к сообществу по номеру кластера (рис. 4).

На данной диаграмме массив объектов сгруппирован по результату выполнения алгоритма кластеризации и поиска сообществ.

Кластеризация

В результате проведенного исследования были выявлены основные проблемы в области

графовых структур в атрибутно-ориентированных графах, реализованы алгоритмы анализа, такие как ранжирование, кластеризация и поиск кратчайшего пути.

Разработанный алгоритм агрегации позволяет по результатам методов анализа данных на графах (кластеризация, поиск кратчайшего пути, *pagerank* и т.д.) привести их к структурированному виду для последующего анализа на диаграммах и графиках.

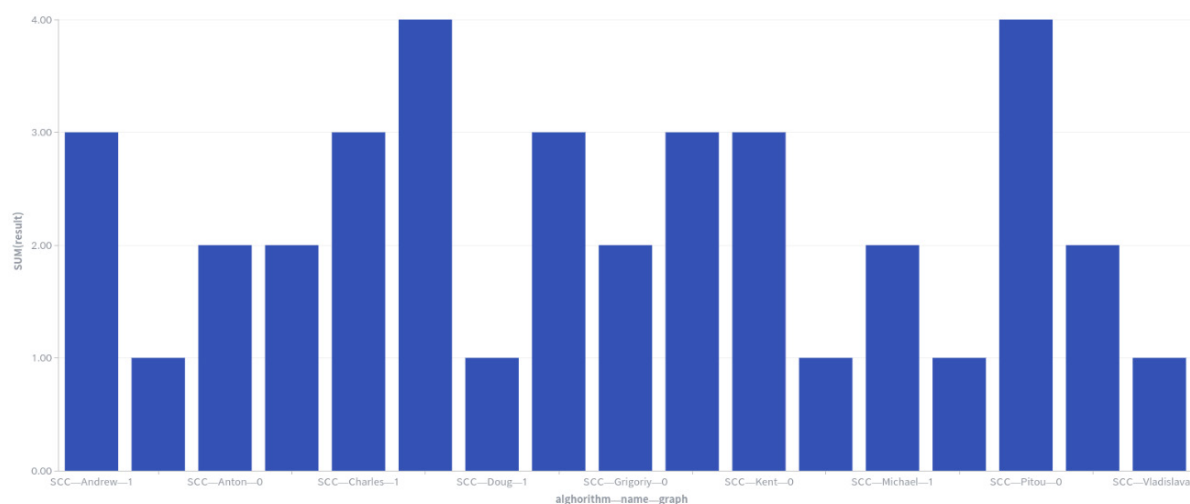


Рис. 4. Диаграмма результатов анализа данных

Список литературы

1. Needham, M. Graph Algorithms: Practical Examples in Apache Spark and Neo4j / M. Needham. – M. : O'Reilly Media, 2020. – 300 p.
2. Euler, L. Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis / L. Euler // Commentarii Acad. Sci. Imp. Petrop., 1736. – P. 128–140.
3. Алексеев, В.Е. Графы. Модели вычислений. Структуры данных / В.Е. Алексеев. – Нижний Новгород : Издательство Нижегородского университета, 2004. – 291 с.
4. Барышевский, А.А. Графовые базы данных / А.А. Барышевский // Информационно-вычислительные технологии и их приложения : сборник статей XXII Международной научно-технической конференции, Пенза. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2018. – С. 15–19.
5. Ломов, П.А. Применение графовых СУБД в задачах анализа данных / П.А. Ломов // Труды Кольского научного центра РАН. – 2019. – Т. 10. – № 9-9. – С. 137–145.

References

3. Alekseyev, V.Ye. Grafy. Modeli vychisleniy. Struktury dannykh / V.Ye. Alekseyev. – Nizhniy Novgorod : Izdatel'stvo Nizhegorodskogo universiteta, 2004. – 291 s.
4. Baryshevskiy, A.A. Grafovyye bazy dannykh / A.A. Baryshevskiy // Informatsionno-vychislitel'nyye tekhnologii i ikh prilozheniya : sbornik statey XXII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, Penza. – Penza : Penzenskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2018. – S. 15–19.
5. Lomov, P.A. Primeneniye grafovykh SUBD v zadachakh analiza dannykh / P.A. Lomov // Trudy Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN. – 2019. – T. 10. – № 9-9. – S. 137–145.

© С.С. Михайлова, Е.А. Халмахинов, 2022

УДК 004.421.2

В.О. АРТЮШИН, К.Ю. ДЕРЕГУЗОВ, М.О. РЯБИНИН, В.П. ПЛОТНИКОВ

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград

ВЫЯВЛЕНИЕ АНОМАЛИЙ В МНОГОМЕРНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ ДАТЧИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ключевые слова: аномалия; временные ряды; выброс; кластеризация.

Аннотация. Цель – повышение эффективности контроля состава сточных вод. Задачи: разработка метода выявления аномалий во временных рядах. Методы: кластерный анализ, визуализация данных. Результаты: разработан эффективный метод поиска аномалий во временном ряду с помощью кластерного анализа.

Введение

Интеллектуальный анализ данных используется для выделения новой значимой информации из большого объема данных. В условиях постоянного увеличения этих объемов, а также возрастающей значимости результатов их анализа вопрос идентификации имеющихся в них аномалий стоит особенно остро. Результаты анализа без предварительного исключения аномальных экземпляров данных могут быть значительно искажены.

Обнаружение аномалий относится к поиску непредвиденных значений (паттернов) в потоках данных. Аномалия (выброс, ошибка, отклонение или исключение) – это отклонение поведения системы от стандартного (ожидаемого). В данной статье эти термины являются эквивалентными. Аномалии могут возникать в данных самой различной природы и структуры в результате технических сбоев, аварий, преднамеренных взломов и т.д. В настоящее время разработано множество методов и алгоритмов поиска аномалий для различных типов данных. Эта работа посвящена проблеме обнаружения и классификации аномалий

для данных временных рядов и использует метод кластерного анализа для поиска аномалий.

Аномалии и многомерные временные ряды

Аномалии представляют собой некоторые паттерны на временном ряду, для которых характерно поведение, не удовлетворяющее предполагаемому типовому поведению. Задача же поиска и выделения аномалий во временном ряду характеризуется понятием «обнаружение аномалий» [1].

Проблема обнаружения аномалий на некотором множестве дискретных данных, характеризующих единый процесс, является актуальной и активно изучается. Задача обнаружения аномалий включается в задачу анализа временного ряда (ВР), его интерпретации и диагностики. Целью анализа ВР является достижение понимания причинных механизмов, обусловивших поведение изучаемого процесса, построение моделей временных рядов, которые не только объясняют поведение процесса, но и могут быть использованы для оценки прогноза развития изучаемого процесса [2].

Входные и выходные данные

Имеется набор данных с датчика pH /ОВП программно-аппаратного комплекса автоматизированного контроля состава сточных вод (ПАК). Датчик имеет восемь каналов. Для обучения была взята выборка данных за 30.11.2020–23.11.2021 (рис. 1).

На графиках (рис. 1) отчетливо видны аномальные значения для каждого временного ряда. На рис. 2 представлены графики временных рядов за 01.05.2021–01.08.2021.

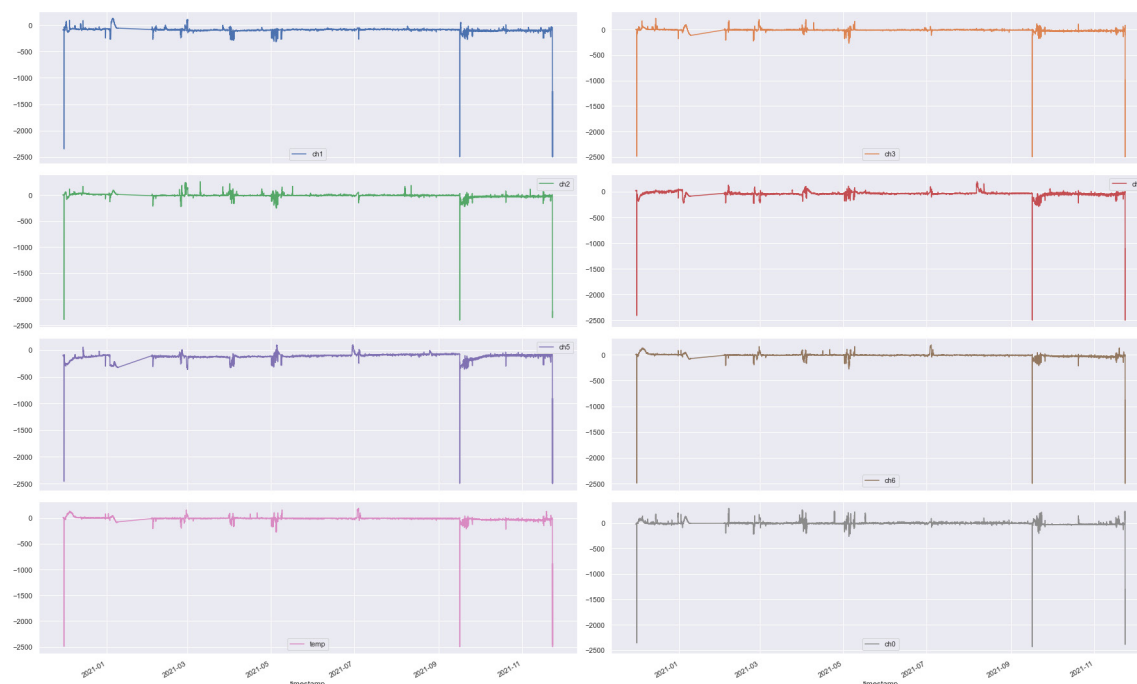


Рис. 1. Временные ряды каналов датчика за 30.11.2020–23.11.2021

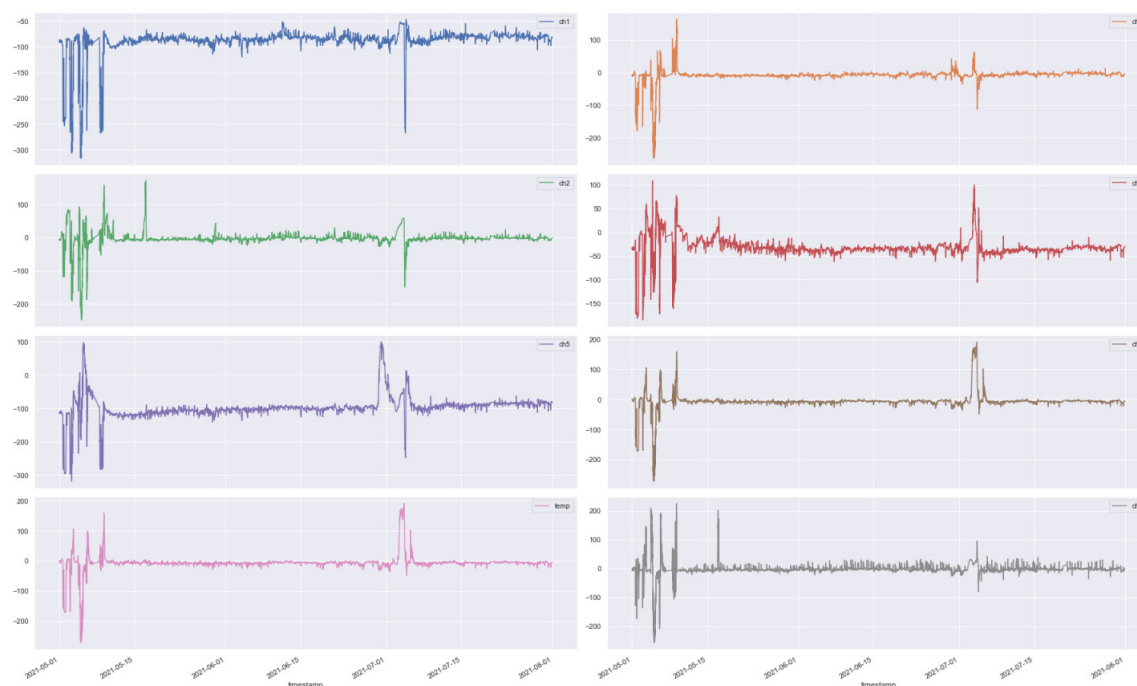


Рис. 2. Временные ряды каналов датчика за 01.05.2021–01.08.2021

Математическая модель

Предположим, нам дан набор данных $X = \{x_1, \dots, x_N\}$, $x_n \in R^d$. Проблема M -кластеризации

направлена на разделение этого набора данных на M непересекающихся подмножеств (кластеров) $C_1, \dots, C_M$, таких, что оптимизирован критерий кластеризации. Наиболее широко ис-

пользуемый критерий кластеризации – сумма квадратов евклидовых расстояний между каждой точкой данных x_i и центроидом m_k (центром кластера) подмножества C_k , которое содержит x_i . Этот критерий называется ошибкой кластеризации и зависит от центров кластеров $m_1, \dots, m_M$:

$$E(m_1, \dots, m_M) = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^M I(x_i \in C_k) \|x_i - m_k\|^2, \quad (1)$$

где $I(X) = 1$, если X истинно, и 0 в противном случае.

Алгоритм k -средних находит локально оптимальные решения относительно ошибки кластеризации. Это быстрый итеративный алгоритм, который использовался во многих приложениях кластеризации. Это точечный метод кластеризации, который начинается с центров кластеров, первоначально размещенных в произвольных позициях, и путем перемещения на каждом шаге центры кластера призваны минимизировать ошибку кластеризации. Основным недостатком метода заключается в его чувствительности к начальным положениям центров кластеров. Следовательно, для получения решений, близких к оптимальным, с использованием алгоритма k -средних необходимо запланировать несколько запусков с различными начальными положениями центров кластеров.

В этой статье алгоритм кластеризации k -средних, который представляет собой детерминированный метод глобальной оптимизации, не зависит ни от какого начального параметра значений и использует алгоритм k -средних в качестве локального поиска. Вместо случайного выбора начальных значений для центров кластеров, как и в случае с большинством глобальных алгоритмов кластеризации, предлагаемый метод работает поэтапно, пытаясь оптимально добавить один новый кластер центр на каждом этапе.

Для решения проблемы кластеризации с M кластерами метод протекает следующим образом. Мы начинаем с одного кластера ($k = 1$) и находим его оптимальное положение, которое соответствует центроиду набора данных X . Чтобы решить задачу с двумя кластерами ($k = 2$), выполняем N исполнений алгоритма k -средних из следующих начальных позиций центров кластеров: центр первого кластера всегда находится в оптимальном положении для задачи с $k = 1$, а второй центр при выполнении n помещает-

ся на позицию точки данных x_n ($n = 1, \dots, N$). Получено лучшее решение после N запусков алгоритма k -средних, рассматривается как решение задачи кластеризации с $k = 2$. Пусть $(m_1^*(k), \dots, m_k^*(k))$, обозначим окончательное решение для k -кластеризации. Как только мы нашли решение для $k - 1$, мы пытаемся найти второе решение задачи k -кластеризации следующим образом: выполняем N прогонов алгоритма k -средних с k кластерами, где каждый запуск n начинается с начального $(m_1^*(k-1), \dots, m_{k-1}^*(k-1), x_n)$. Наилучшее решение, полученное из N запусков, считается как решение $(m_1^*(k), \dots, m_k^*(k))$ задачи k -кластеризации. Действуя описанным выше образом, мы в конце концов получаем решение с кластерами M , которые также нашли решения для k -кластеризации с $k < M$.

Последняя характеристика может быть полезной во многих приложениях, где целью также является обнаружение «правильного» количества кластеров. Для этого необходимо решить задачу k -кластеризации для различного количества кластеров и затем использовать соответствующие критерии для выбора наиболее подходящего значения k [5]. В этом случае предлагаемый метод непосредственно предоставляет кластерные решения для всех промежуточных значений k , что не требует дополнительных вычислительных усилий.

Кластерный анализ на полной выборке данных

Временные ряды обучения группируются в определенное количество кластеров, вычисляются центроиды кластера. Расстояние между временными рядами испытаний до ближайшего кластерного центра – показатель аномалии.

Одной из простейших реализаций подхода на основе кластеризации является алгоритм k -means, описанный в работе [3]. Методология применения подхода на основе кластеризации также приведена в работе [4].

Для кластерного анализа временных рядов был взят весь набор данных и разбит на кластеры. На рис. 3–4 представлены результаты кластеризации на примере канала датчика «ch0» на полном объеме данных и временной отрезок для всех каналов датчика. Исходя из данных результатов, можно сделать вывод о том, что такой подход находит большинство аномалий,



Рис. 3. Аномалии на временном ряду канала датчика «ch0» за 30.11.2020–23.11.2021

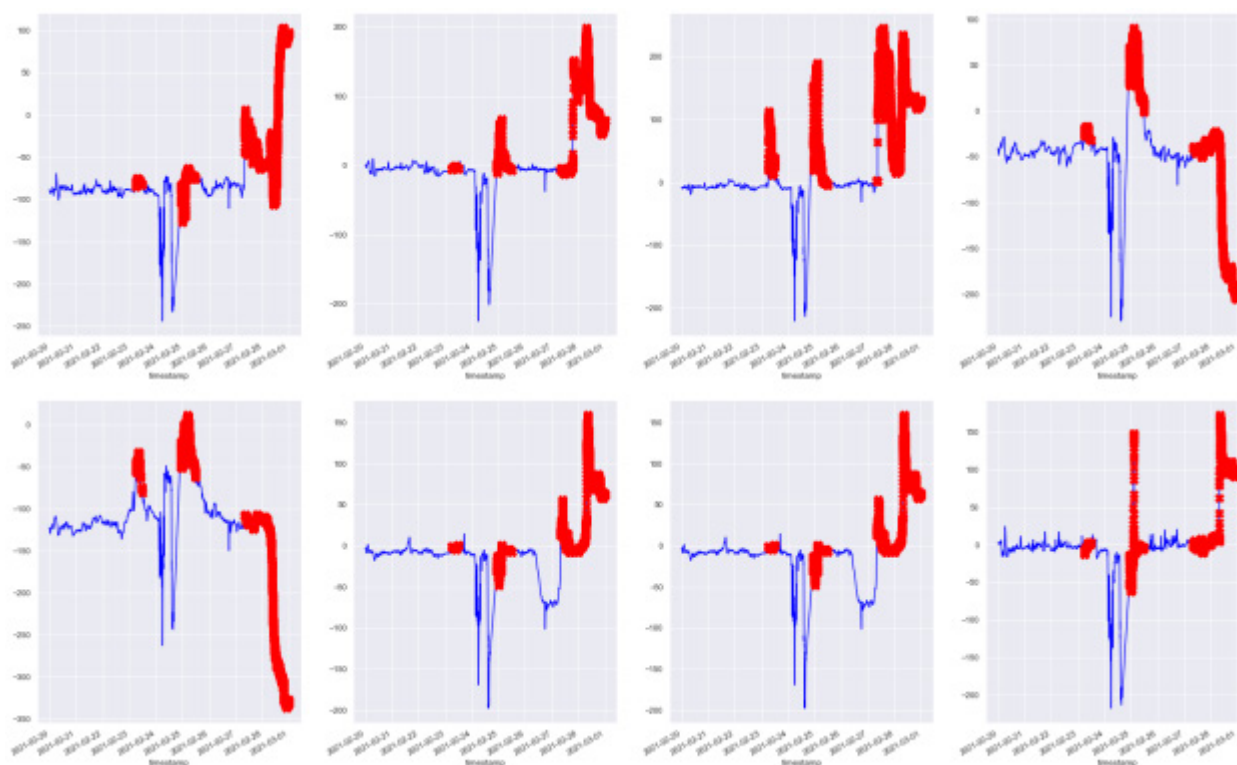


Рис. 4. Аномалии на временных рядах датчика за 01.05.2021–01.08.2021

а именно 46 946, но не все, а значит, данный подход не является подходящим.

Кластерный анализ с классифицируемыми значениями

Для этого подхода были отобраны дан-

ные временных рядов, не содержащие аномалий (рис. 5), и названы тестовой выборкой. В качестве такого участка был выбран период с 01.06.2021–15.06.2021. Здесь надо отметить, что никаких аномалий в работе отмечено не было и рассматриваемые данные являются нормальными. В таком случае k -NN: расстояние от

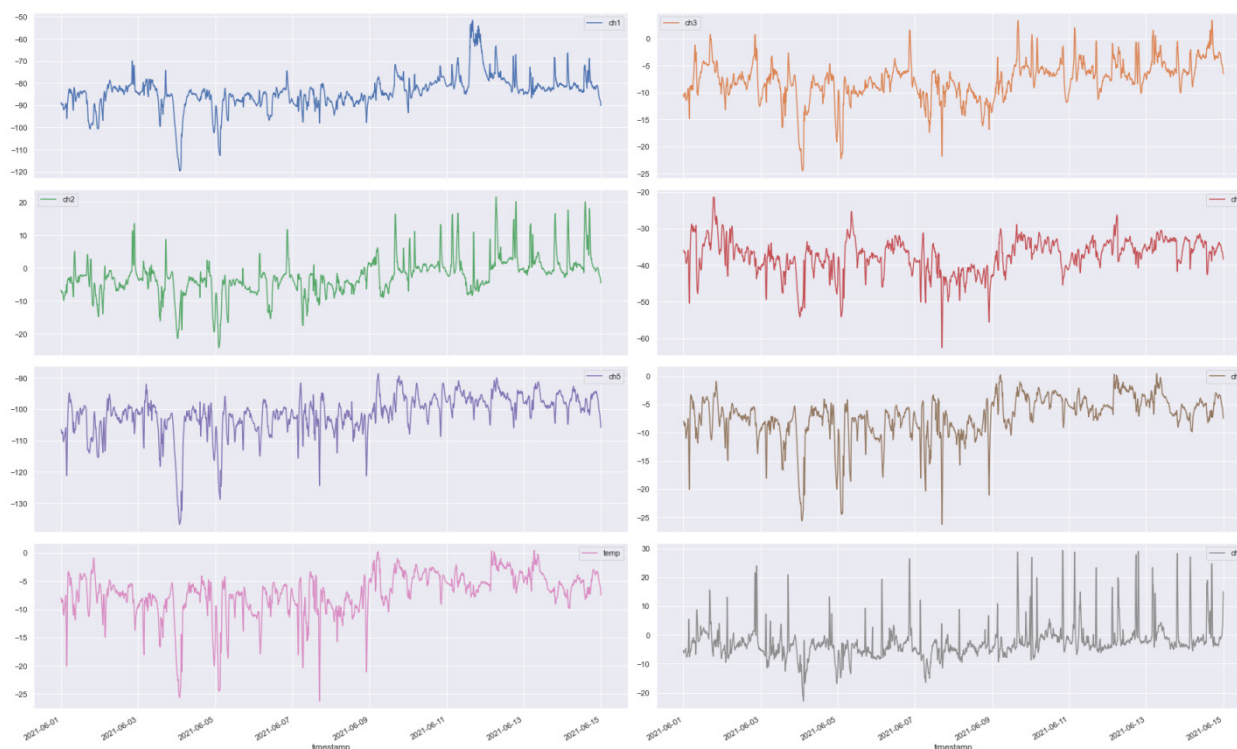


Рис. 5. Временные ряды каналов датчика за 01.06.2021–15.06.2021

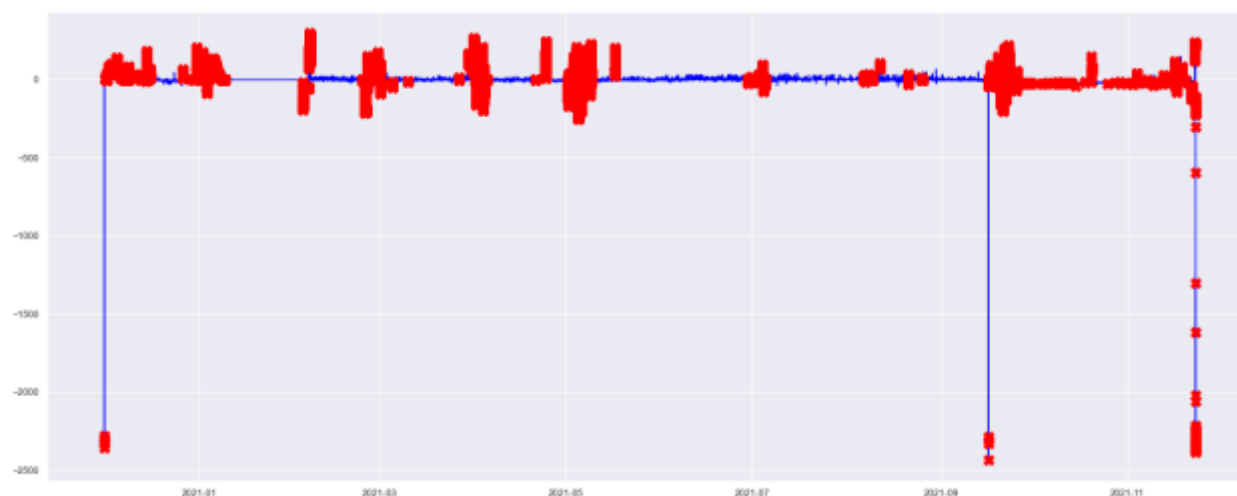


Рис. 6. Аномалии на временном ряду канала датчика «ch0» за 30.11.2020–23.11.2021

тестового временного ряда до его k -го ближайшего соседа в наборе данных тренировки – это показатель аномалии.

Классификатор k -NN предназначен для классификации непомеченных наблюдений и отнесения их к классу наиболее близких помеченных. Характеристики наблюдений собираются как у обучающих, так и у тесто-

вых наборов данных. На самом деле предикторов может быть сколько угодно, их можно расширить для включения любого количества характеристик. Одной из важных деталей является метод расчета расстояния. По умолчанию $knn()$ использует евклидово расстояние, которое рассчитывается по уравнению (2):

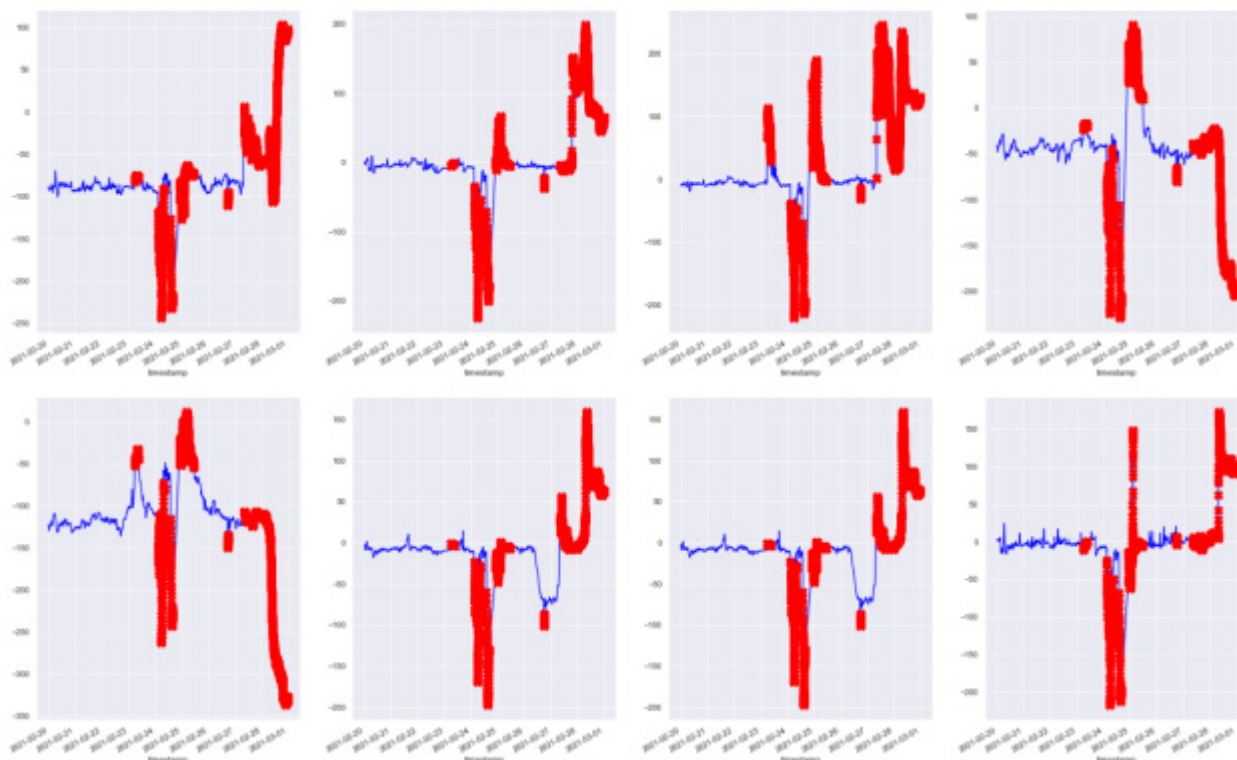


Рис. 7. Аномалии на временных рядах датчика за 20.02.2021–01.03.2021

$$D(p, q) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \dots + (p_n - q_n)^2}. \quad (2)$$

На рис. 6–7 представлены результаты кластеризации на примере канала датчика «ch0» на полном объеме данных и временной отрезок для всех каналов датчика. Исходя из данных результатов, можно сделать вывод о том, что этот подход находит аномалии значительно лучше, причем находит большинство аномалий, а именно 63 716.

Заключение

Областью применения разработанного про-

граммного продукта является обработка данных для поиска аномальных значений во временных рядах. Наиболее эффективным оказался кластерный анализ с отбором хороших значений. Данный метод позволяет пользователю отследить, в какой момент времени значения того или иного показателя являлись аномальными. Также данный метод производит поиск комплексных аномалий, которые являются прямым показателем ошибки в системе благодаря тому, что аномалии обнаружены в многомерных данных. Данный показатель способен помочь обнаруживать сбои в работе системы, что позволит предсказать такие вещи, как выход из строя сложного технического оборудования или, например, несанкционированные действия.

Список литературы

1. Deepthi Cheboli. Anomaly Detection of Time Series. Faculty Of The Graduate School Of The University Of Minnesota [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://conservancy.umn.edu/bitstream/11299/92985/1/Cheboli_Deepthi_May2010.pdf.
2. Ярушкина, Н.Г. Нечеткие временные ряды как инструмент для оценки и измерения динамики процессов / Н.Г. Ярушкина, Т.В. Афанасьева // Датчики и системы. – 2007. – № 12. – С. 46–50.

3. Кокорева, Я.В. Поэтапный процесс кластерного анализа данных на основе алгоритма кластеризации k-means / Я.В. Кокорева, А.А. Макаров // Молодой ученый. – 2015. – № 13(93). – С. 126–128.

4. Portnoy, L. Intrusion Detection with Unlabeled Data Using Clustering / L. Portnoy, E. Eskin, S. J. Stolfo. – New York : Columbia University, 2001.

4. Milligan, G.W. An examination of procedures for determining the number of clusters in a data set / G.W. Milligan, M.C. Cooper // Psychometrika, 1985. – P. 159–179.

References

1. Deepthi Cheboli. Anomaly Detection of Time Series. Faculty Of The Graduate School Of The University Of Minnesota [Electronic resource]. – Access Mode : http://conservancy.umn.edu/bitstream/11299/92985/1/Cheboli_Deepthi_May2010.pdf.

2. Yarushkina, N.G. Nechetkiye vremennyye ryady kak instrument dlya otsenki i izmereniya dinamiki protsessov / N.G. Yarushkina, T.V. Afanas'yeva // Datchiki i sistemy. – 2007. – № 12. – С. 46–50.

3. Kokoreva, YA.V. Poetapnyy protsess klasterного analiza dannykh na osnove algoritma klasterizatsii k-means / YA.V. Kokoreva, A.A. Makarov // Molodoy uchenyy. – 2015. – № 13(93). – С. 126–128.

© В.О. Артюшин, К.Ю. Дергузов, М.О. Рябинин, В.П. Плотников, 2022

УДК 004.428.4

В.Д. АСКРЕТКОВА

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА «REAL STATISTICS USING EXCEL» ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ARIMA ВРЕМЕННОГО РЯДА

Ключевые слова: временной ряд; модель *ARIMA*; прогнозирование; *excel*.

Аннотация. Целью работы является рассмотрение способов прогнозирования значений временного ряда с помощью инструмента «*Real Statistics Using Excel*» и модели *ARIMA*. Представлена общая информация о временных рядах, модели *ARIMA*, а также базовые понятия, необходимые для применения модели *ARIMA* в целях прогнозирования. Производится анализ инструмента «*Real Statistics Using Excel*», описывается процесс его настройки, создания модели *ARIMA*, временного ряда и прогнозирования значений на ее основе. Результатом является построенная модель *ARIMA* и спрогнозированные с ее помощью значения временного ряда.

Временной ряд является упорядоченной по времени последовательностью некоторой произвольной переменной величины. Каждое отдельное значение называется измерением или отчетом.

Временной ряд состоит из двух элементов:

- периода времени, за который или по состоянию на который приводятся числовые значения;
- числовых значений какого-либо показателя.

Временные ряды могут иметь одну или несколько переменных, которые меняются со временем. В случае одной переменной такой ряд является одномерным, иначе многомерным.

Временные ряды – распространенный инструмент, используемый для анализа и прогнозирования в разных областях науки. Они приме-

няются в случае, когда необходимо определить, что будет происходить с показателем или показателями в определенный момент времени в будущем. Показатели могут иметь разную природу: экономическую, естественную, техническую, социальную и т.д. [1].

Широко используемым методом для прогнозирования временных рядов является модель *ARIMA* (*AutoRegressive Integrated Moving Average*). Она основана на методе Бокса-Дженкинса, в котором прогнозирование будущих событий основано на предыдущих значениях временного ряда. Для прогнозирования *ARIMA* использует интегрированную модель авторегрессии – скользящее среднее. Присутствуют три величины (p , d , q), которые используются для параметризации модели *ARIMA* (p , d , q). Ниже приведено описание этих параметров:

- p – авторегрессионная составляющая модель, моделирует следующий шаг в последовательности как линейную функцию наблюдений на предыдущих временных шагах;
- d является интегрированной составляющей модели, отвечает за приведение нестационарного временного ряда к стационарному;
- q – скользящее среднее модели, позволяет установить погрешность модели как линейную комбинацию значений ошибок, которые произошли в прошлом.

Процесс подбора параметров не является тривиальной задачей, для их нахождения существуют различные методы. Один из самых часто используемых – информационный критерий Акаике (*AIC* – *Akaike Information Criterion*). Он оценивает, насколько хорошо модель подходит под данные. Чем меньше *AIC*, тем точнее модель [2].

«*Real Statistics Using Excel*» – это набор ин-

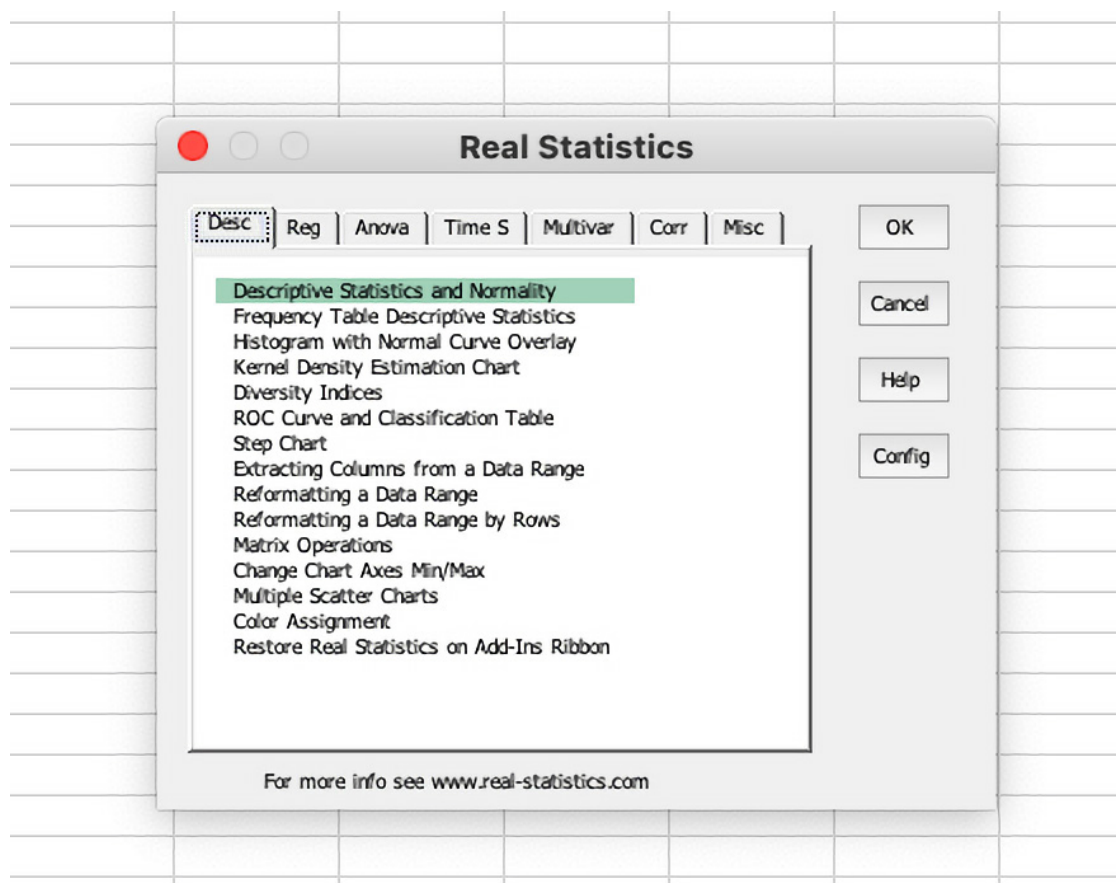


Рис. 1. Меню инструмента «Real Statistic»

струментов, которые расширяют возможности статистического анализа в *Excel*. Данный пакет является бесплатным и поддерживается операционными системами *Windows* и *Mac OS*. По умолчанию этот пакет не встроен в *Excel*, для его использования необходимо скачать версию программного обеспечения с официального сайта [3]. После скачивания пакета необходимо подключить его в *Excel* с помощью панели «Сервис». На появившемся всплывающем меню нужно выбрать раздел «Настройки *Excel*» и подключить скачанный пакет. Стоит отметить, что работа данного инструмента возможна только при наличии надстройки «*Solver*». Для использования инструмента необходимо нажать сочетание клавиш *CONTROL + m*, после чего появится меню «*Real Statistic*» с набором инструментов статистического анализа (рис. 1).

В верхнем горизонтальном меню представлены семь вкладок:

- *Descriptive Statistics and Utilities (Desc)*;

- *Regression (Reg)*;
- *Anova (Anova)*;
- *Time Series (Time S)*;
- *Multivariate Analysis (Multivar)*;
- *Correlation and Reliability (Corr)*;
- *Miscellaneous (Misc)*.

Для работы с моделью временного ряда *ARIMA* потребуется перейти на вкладку «*Time Series*» и выбрать опцию «*ARIMA Model and Forecast*». Появится меню (рис. 2), которое позволяет построить модель по заданному временному ряду и параметрам. Необходимо будет выбрать количество значений для предсказания и вписать его в поле «*Forecasts*». После этого необходимо нажать на клавишу «*OK*».

После проведения подсчетов появится ряд таблиц со статистической информацией о модели, ее параметрах и с прогнозом. В ячейке *AIC* (рис. 3) присутствует информационный критерий Акаика, который показывает, насколько хорошо были выбраны параметры.



Рис. 3. Информация о модели

Forecast (reduced)						Forecast	
		Alpha		0,05			
time	data	residual	pred	s.e.	lower	upper	time
1	-7,42618895	0	-7,42618895	59,9110882	-124,849764	109,997386	1
2	-4,42618895	0	-4,42618895	59,9110882	-121,849764	112,997386	2
3	8,57381105	0	8,57381105	59,9110882	-108,849764	125,997386	3
4	0,57381105	0	0,57381105	59,9110882	-116,849764	117,997386	4
5	4,57381105	0	4,57381105	59,9110882	-112,849764	121,997386	5
6	-34,4261889	-15,1170037	-19,3091853	59,9110882	-136,73276	98,1143898	6
7	73,5738111	3,81941164	69,7543994	59,9110882	-47,6691757	187,177974	7
8	-91,4261889	-16,3498003	-75,0763887	59,9110882	-192,499964	42,3471864	8
9	87,5738111	-6,48725298	94,061064	59,9110882	-23,362511	211,484639	9
10	-87,4261889	-31,7732901	-55,6528988	59,9110882	-173,076474	61,7706763	10
11	123,573811	-3,51008451	127,083896	59,9110882	9,66032048	244,507471	11
12	-105,426189	7,73178556	-113,157975	59,9110882	-230,58155	4,26560057	12
13	-28,4261889	-36,7112784	8,28508942	59,9110882	-109,138486	125,708665	13
14	195,573811	11,3656836	184,208127	59,9110882	66,7845524	301,631703	14
15	-210,426189	16,6401277	-227,066317	59,9110882	-344,489892	-109,642742	15
16	81,5738111	2,17696604	79,396845	59,9110882	-38,0267301	196,82042	16
17	-68,4261889	-44,3007123	-24,1254767	59,9110882	-141,549052	93,2980984	17
18	190,573811	-38,6115587	229,18537	59,9110882	111,761795	346,608945	18
19	-193,426189	-70,7862317	-122,639957	59,9110882	-240,063532	-5,21638217	19
20	228,573811	97,4456497	131,128161	59,9110882	13,7045863	248,551736	20
21	-454,426189	-32,9660429	-421,460146	59,9110882	-538,883721	-304,036571	21
22	743,573811	166,492229	577,081582	59,9110882	459,658007	694,505157	22
23	-922,426189	-9,05192756	-913,374261	59,9110882	-1030,79784	-795,950686	23
24	608,573811	-118,28466	726,858471	59,9110882	609,434895	844,282046	24
25	-16,4261889	-86,469356	70,043167	59,9110882	-47,3804081	187,466742	25
26	-162,426189	-71,4318119	-90,9943771	59,9110882	-208,417952	26,429198	26
27	98,5738111	-27,2117262	125,785537	59,9110882	8,36196213	243,209112	27
28	-193,426189	13,0004915	-206,42668	59,9110882	-323,850255	-89,0031053	28
29	377,573811	-39,5261467	417,099958	59,9110882	299,676383	534,523533	29
30	-163,426189	114,683572	-278,109761	59,9110882	-395,533336	-160,686186	30
31	-430,426189	-29,7852731	-400,640916	59,9110882	-518,064491	-283,217341	31
32			669,92906	59,9110882	552,505485	787,352636	32
33			-342,729288	210,364711	-755,036546	69,5779696	33
34			77,0862761	315,951494	-542,167273	696,339825	34
35			-226,610443	336,666092	-886,463858	433,242971	35
36			333,478806	337,056789	-327,140362	994,097974	36
							37
							38
							39

Рис. 4. Прогнозирование значений

С помощью этой информации возможно сравнивать модели, построенные на разных параметрах p , d , q , и выбрать более точную. В столбце «forecast» таблицы «Forecast» под

темной чертой представлены прогнозируемые значения (рис. 4). Приведенные выше действия выполнялись для всех операционных систем.

Список литературы

1. Трофимов, П.Ю. Прогнозирование временных рядов методом ARIMA / П.Ю. Трофимов, В.Ю. Носков // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве : Сборник докладов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (ТИМ'2017) с международным участием. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2017. – С. 260–262.
2. Воскобойников, Ю.Е. Эконометрика в Excel: учеб. пособие / Ю.Е. Воскобойников. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2008. – 152 с.
3. Real Statistic Using Excel [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.real-statistics.com>.

References

1. Trofimov, P.YU. Prognozirovaniye vremennykh ryadov metodom ARIMA / P.YU. Trofimov, V.YU. Noskov // Teplotekhnika i informatika v obrazovanii, nauke i proizvodstve : Sbornik докладов VI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchonykh

(TIM'2017) s mezhdunarodnym uchastiyem. – Yekaterinburg : Ural'skiy federal'nyy universitet imeni pervogo Prezidenta Rossii B.N. Yel'tsina, 2017. – S. 260–262.

2. Voskoboïnikov, YU.Ye. Ekonometrika v Excel: ucheb. posobiye / YU.Ye. Voskoboïnikov. – Novosibirsk : NGASU (Sibstrin), 2008. – 152 s.

3. Real Statistic Using Excel [Electronic resource]. – Access Mode : <https://www.real-statistics.com>.

© В.Д. Аскреткова, 2022

УДК 004.9

Р.И. АЮПОВ, А.С. ХИСМАТУЛЛИН, М.Р. МИНЛИБАЕВ, Д.А. ГРЕСЕВ

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет», г. Салават

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАСТИННОГО РЕЗОНАТОРА ВИБРАЦИОННОГО ВИСКОЗИМЕТРА

Ключевые слова: вибрационный вискозиметр; вязкость; модель; резонатор.

Аннотация. В настоящее время существует широкий спектр методов и технологий для определения вязкости нефти и нефтепродуктов, но не все приборы удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям.

В связи с вышеизложенным усовершенствование существующих технологий и средств определения вязкости нефти и нефтепродуктов представляется актуальной проблемой.

На базе *Arduino uno* собрана макет-схема вибрационного вискозиметра. Схема, которая используется при моделировании, включает в себя источник сигнала возбуждения, который предназначен для выведения системы из положения равновесия. Это осуществляется с помощью источника постоянного напряжения, который заряжает конденсатор колебательного контура.

Сигнал возбуждения формируется с помощью мощного операционного усилителя. На его вход подается сигнал с инвертирующего сумматора, который реализован также на операционном усилителе. На один вход сумматора подается сигнал с источника, на второй вход подается сигнал с повторителя напряжения сигнала обратной связи.

Он используется для того, чтобы иметь высокое входное напряжение и в результате не нагружать потенциометр, который используется для регулирования сигнала обратной связи. Для наблюдения формы сигнала используется осциллограф XSC1, для измерения частоты используется частотомер XFC1.

Целью исследования являются моделирование и экспериментальная проверка свободных затухающих колебаний пластинного резонатора вибрационного вискозиметра нефти и нефте-

продуктов.

Задачи исследования: смоделировать резонатор пластинного типа в режиме свободных затухающих колебаний и провести экспериментальное исследование пластинного резонатора в режиме свободных затухающих колебаний.

Проанализировав методы и средства измерения вязкости нефти и нефтепродуктов [1–5], мы пришли к выводу о том, что для разработки проточных вискозиметров наиболее перспективным является вибрационный метод измерения на основе пластинных резонаторов.

Проведя теоретические эксперименты с использованием математических моделей колебательных систем с вязким трением на основе пластинного резонатора, выяснили, что даже при значительном затухании частота затухающих колебаний мало отличается от частоты собственных колебаний. Таким образом, рассчитано, что трение не влияет на частоту колебаний, а частоты приблизительно равны.

В работе смоделирована схема вибрационного вискозиметра и реально собрана на базе *Arduino uno*. В схеме (рис. 1) сигнал возбуждения формируется с помощью мощного операционного усилителя.

На рис. 2 представлены результаты моделирования в среде *Multisim*.

Колебательная система представлена в виде последовательного колебательного контура, где емкость, индуктивность и сопротивление соответствуют вносимым потерям в контуре (0,1 Ом). Максимум отклонения соответствует тому моменту, когда напряжение равно нулю и отстает на четверть периода. Итак, подобран эквивалентный колебательный контур действительно дает правильные значения резонансной частоты.

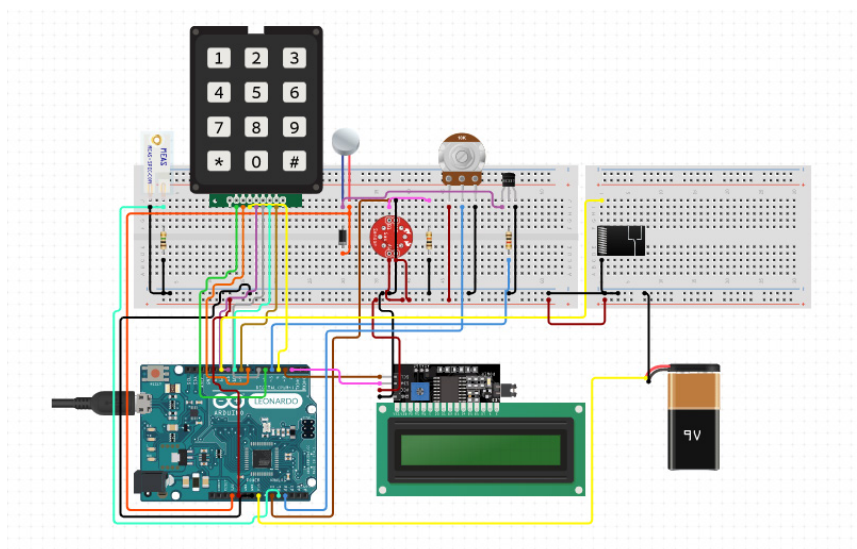


Рис. 1. Внешний вид установки

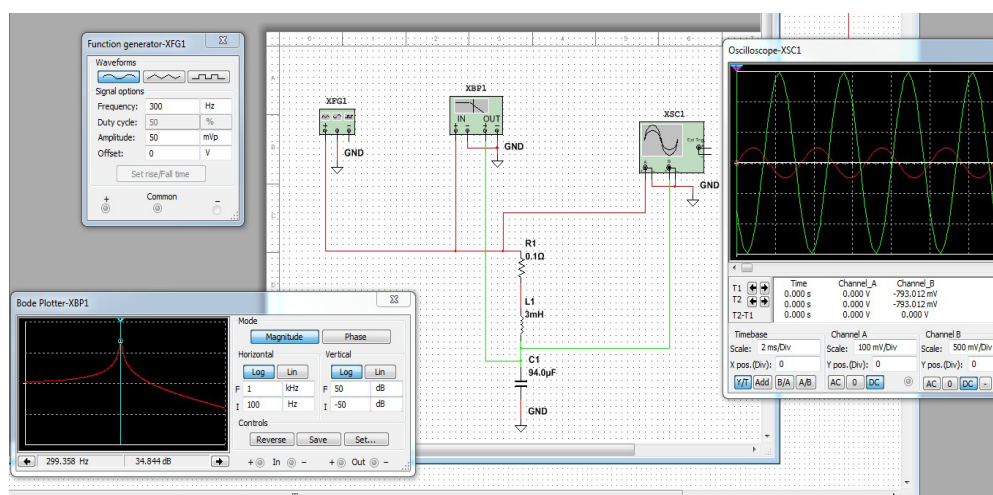


Рис. 2. Реализация установки на эквивалентной схеме

С помощью данной макет-схемы и осциллографа XSC1 исследуются два режима работы вибрационного вискозиметра: затухание свободных колебаний пластины или амплитуда вынужденных колебаний. По этим параметрам можно наблюдать за зависимостью и погрешностью измерений вязкости продукта от внешних факторов. Результат исследования позволит

создать модель вибрационного вискозиметра с наименьшей погрешностью измерений, умеющего адаптироваться к параметрам окружающей среды, к внутренним факторам, что позволит более точно определить вязкость при различных условиях измерений и повысить качество выпускаемого продукта, сырья [1–8].

Список литературы

1. Bashirov, M.G. Modeling and Improvement of the Cathode Protection System of Pipelines of Gas Distribution Networks / M.G. Bashirov, A.S. Khismatullin, D.N. Bilalova // Proceedings – 2021 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2021. – Sochi, 2021. – P. 596–600.

2. Khismatullin, A.S. Automated software to determine thermal diffusivity of oilgas mixture / A.S. Khismatullin // *Journal of Physics: Conference Series*. – Tomsk : Institute of Physics Publishing, 2018. – P. 052013.
3. Гареев, И.М. Оптимальная нечеткая модель нейронных сетей / И.М. Гареев, А.С. Хисматуллин, Р.У. Галлямов // *Перспективы науки*. – 2018. – № 1(100). – С. 17–20.
4. Хисматуллин, А.С. Исследование теплопереноса в промышленных силовых трансформаторах с элегазовым охлаждением / А.С. Хисматуллин, А.Г. Хисматуллин, А.Р. Камалов // *Экологические системы и приборы*. – 2017. – № 2. – С. 29–33.
5. Хисматуллин, А.С. Повышение охлаждения масляных силовых трансформаторов путем барботажа пузырьков элегаза / А.С. Хисматуллин, М.Р. Сураков, А.А. Сынтимиров // *Инженерная физика*. – 2017. – № 6. – С. 27–31.
6. Абрамов, О.В. Плазменный разряд в квитирующей жидкости / О.В. Абрамов, В.О. Абрамов, Ю.В. Андриянов [и др.] // *Инженерная физика*. – 2009. – № 8. – С. 34–38.
7. Хисматуллин, А.С. Применение нечеткой логики для компенсации реактивной мощности в электрической сети / А.С. Хисматуллин, И.В. Прахов, Е.С. Григорьев, Р.Р. Шафеев // *Международный технико-экономический журнал*. – 2018. – № 4. – С. 13–19.

References

3. Gareyev, I.M. Optimal'naya nechetkaya model' neyronnykh setey / I.M. Gareyev, A.S. Khismatullin, R.U. Gallyamov // *Perspektivy nauki*. – 2018. – № 1(100). – S. 17–20.
4. Khismatullin, A.S. Issledovaniye teploperenosa v promyshlennykh silovykh transformatorakh s elegazovym okhlazhdeniyem / A.S. Khismatullin, A.G. Khismatullin, A.R. Kamalov // *Ekologicheskiye sistemy i pribory*. – 2017. – № 2. – S. 29–33.
5. Khismatullin, A.S. Povysheniye okhlazhdeniya maslyanykh silovykh transformatorov putem barbotazha puzyr'kov elegaza / A.S. Khismatullin, M.R. Surakov, A.A. Syntimirov // *Inzhenernaya fizika*. – 2017. – № 6. – S. 27–31.
6. Abramov, O.V. Plazmennyy razryad v kvitiruyushchey zhidkosti / O.V. Abramov, V.O. Abramov, YU.V. Andriyanov [i dr.] // *Inzhenernaya fizika*. – 2009. – № 8. – S. 34–38.
7. Khismatullin, A.S. Primeneniye nechetkoy logiki dlya kompensatsii reaktivnoy moshchnosti v elektricheskoy seti / A.S. Khismatullin, I.V. Prakhov, Ye.S. Grigor'yev, R.R. Shafeyev // *Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskiy zhurnal*. – 2018. – № 4. – S. 13–19.

© Р.И. Аюпов, А.С. Хисматуллин, М.Р. Минлибаев, Д.А. Гресев, 2022

УДК 004.421:633.1

К.Ю. ДЕРЕГУЗОВ, В.О. АРТЮШИН, И.А. ВОЛОСНИКОВА, В.Н. ТРУБИЦИН
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград

РАСЧЕТ ЗАТРАТ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ЗА СЧЕТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

Ключевые слова: интернет вещей; предиктивный анализ; сельское хозяйство.

Аннотация. Цель статьи – создание модели прогнозирования затрат на возделывание зерновых культур. Задача – разработка прототипа модели для формирования технологических карт с оценкой стоимости выращивания зерновых культур на протяжении одного сезона. Гипотеза исследования: используя исторические данные сельскохозяйственной компании, можно осуществить формирование технологической карты и прогнозирование использования ресурсов предприятия для полного процесса выращивания сельскохозяйственной культуры. Методы: предиктивный анализ, машинное обучение, корреляционный анализ. Результаты: разработан прототип модели формирования технологических карт с оценкой стоимости возделывания зерновых культур в течение одного сезона.

Введение

Сельское хозяйство является важной отраслью экономического развития страны. Сельскохозяйственная продукция – это не только продукт конечного потребления, направленный на обеспечение населения продовольствием, но и сырье для переработки в промышленной отрасли [1]. От состояния отрасли зависит продовольственная безопасность государства.

Проблемы сельского хозяйства

Производство сельскохозяйственной продукции является одним из самых уязвимых бизнесов, поскольку сильно зависит от множества внешних факторов, таких как погодные ус-

ловия, природные явления, экология, свойства почвы, местоположение.

Большинство показателей результативности выращивания находится в вероятностной зависимости от внешних факторов, большинство из которых обуславливается природно-климатическими условиями и человеческим воздействием. Основным средством производства является земля, которая под любым воздействием меняет свои характеристики, плодородность которой без автоматизации точно рассчитать проблематично и трудозатратно. Важно учитывать все факторы воздействия на землю за прошедший период и в будущем для более точного прогноза.

При планировании сезона перед руководителем сельскохозяйственного предприятия стоят задачи по распределению средств. Они состоят в том, чтобы определить, какие поля будут засеяны и какой сельскохозяйственной культурой, а какие будут восстанавливаться (пар). Данная сфера бизнеса также подвержена высокой степени использования инвестиций в виде кредитов. Поэтому определение объема необходимых средств является важной задачей для получения большей прибыли.

Анализ процесса растениеводства

Основным средством для планирования сезона в растениеводстве выступает технологическая карта.

Технологическая карта в растениеводстве представляет собой план агротехнических и организационно-экономических мероприятий по возделыванию одной или группы однородных по технологии сельскохозяйственных культур с расчетом себестоимости конечной продукции растениеводства [2].

Составление агротехнической части техно-

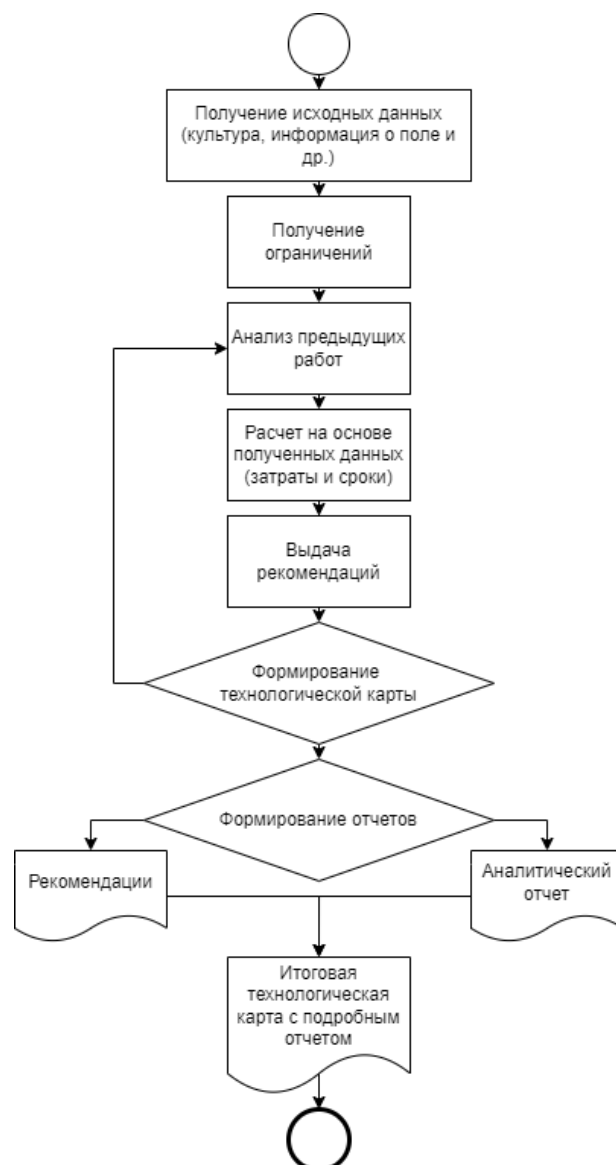


Рис. 1. Алгоритм формирования технологических карт

логической карты возделывания культуры – это определение перечня операций и приемов агротехнического характера, совершаемых над возделываемыми угодьями в порядке их выполнения с указанием особенностей того или иного приема и применяемых при этом материально-технических средств, а также трудозатрат [3].

Корреляция работ технологической карты

Технология возделывания сельскохозяйственных культур представляет собой технологический комплекс приемов, направленных на

создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений. Технологический комплекс включает приемы, выполняемые с момента освобождения поля предшественником до уборки урожая включительно [4]. К ним относятся основная и предпосевная обработки почвы, внесение удобрений, подготовка семян к посеву, посев, уход за посевами, связанный с поддержанием оптимального агрофизического состояния почвы (пропашные культуры) и защитой растений от сорных растений, вредителей и болезней, а также с уборкой урожая.

Чтобы эффективно управлять ростом и развитием растений, получать высокие устой-

Таблица 1. Оценка точности моделей прогнозирования

Метод	<i>MAE</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAPE</i>
Случайный лес	18 631,4	52 723,8	104,37
Линейная регрессия	62 838,9	126 079,2	239,5
Метод опорных векторов	65 907,9	139 447	151,4
Градиентный бустинг	11 498,5	18 153,5	60,4

чивые урожаи с лучшим качеством в каждом хозяйстве, необходимо использовать все способы и возможности: учитывать почвенно-климатические и экономические условия хозяйства, происхождение растений, особенности их морфологии, биологии и технологии выращивания.

В ходе анализа проведения работ на поле была выявлена сильная корреляция между погодными данными и некоторыми видами работ (орошение, внесение удобрений и другие), которые сильно зависят от подходящих метеорологических условий. Например, в засушливый период потребуется выполнить работы по уходу за полем во избежание гибели урожая, которые изначально не планировались [5; 6].

Экспериментальная часть

На первом этапе был проведен анализ особенностей производства растениеводческой продукции. Основной целью растениеводства является получение наибольшего количества урожая высокого качества при минимальных затратах. Для построения модели формирования технологической карты большого количества видов культур необходимо собрать данные о типах работ, проводимых на поле, и их хронологическую последовательность.

Алгоритм (рис. 1) обеспечивает формирование технологических карт с различными вариантами возделывания сельскохозяйственных культур. Количество этих вариантов зависит от почвенно-климатических условий полей, применяемых агроприемов, сортов и уровня урожая.

В технологических картах по возделыванию сельскохозяйственных культур последовательно отражаются агротехнические операции, технико-экономические показатели по каждому виду работ, а также сроки их проведения, пря-

мые затраты и планируемая себестоимость их возделывания. Состав сельскохозяйственных операций в технологической карте определяется технологией возделывания культуры с учетом сортовых особенностей посадочного материала, способов уборки урожая, способов внесения удобрений. Это позволяет в процессе планирования сравнивать варианты технологических карт для определения оптимальной и оценивать альтернативные возможности выполнения агротехнических операций [7; 8].

Имея представление о методике составления технологических карт, а также исторические данные о выполнении работ на реальном предприятии, можно сформировать обучающую выборку для ряда алгоритмов машинного обучения с целью прогнозирования использования ресурсов предприятия для выращивания различных видов растениеводческих культур.

В рамках данной работы был разработан и обучен алгоритм формирования технологических карт, который позволяет получить готовую технологическую карту без заполнения большого количества параметров. Алгоритм на небольшом количестве входных данных строит полную технологическую карту выращивания сельскохозяйственной культуры в течение всего сезона.

Оценка точности моделей прогнозирования общей стоимости технологической карты в течение всего сезона представлена в табл. 1. Данная оценка привязана к историческим данным компании, полученным в ходе выполнения полевых работ предыдущих сезонов, что позволяет делать анализ с поправкой на конкретное хозяйство и его процессы. Но данный подход применим только после накопления некоторого объема данных для формирования статистики использования цен на материалы, занесения

справочных значений о тарифах на выполнение работ.

Заключение

Прогнозирование затрат на проведение полевых работ позволяет получить значение без заполнения большого количества параметров, которые также не гарантируют высокую точность, но при этом значительно уменьшают временные затраты на данное мероприятие.

В то же время данная оценка привязана к фактическим действиям и значениям в ходе выполнения полевых работ предыдущих сезонов, что позволяет делать анализ с поправкой на конкретное хозяйство и его процессы. Но данный подход применим только после накопления некоторого объема данных для формирования

статистики использования цен на материалы, занесения справочных значений о тарифах на выполнение работ.

Перспективой развития данного исследования является задача нахождения оптимального перечня параметров для достижения наибольшей прибыли. Это предполагает наличие большего разнообразия данных (характеристик посевных площадей, классифицированных видов препаратов) и включения результатов выращивания [8]. Это позволит определить оптимальное сочетание параметров затрат и получаемой при этом урожайности. Эта задача соответствует проекту «Эффективный гектар», запущенному Министерством сельского хозяйства Российской Федерации для повышения эффективности использования земель сельхозназначения.

Список литературы

1. Сальникова, Е.В. Тенденции и перспективы развития продовольственного рынка региона / Е.В. Сальникова, Е.В. Воронов // Островские чтения. – 2019. – № 1. – С. 105–109.
2. Беспятых, В.И. Методические рекомендации по расчету технологических карт и оптимизации технологических уровней растениеводства на основе применения информационных технологий / В.И. Беспятых, А.С. Лукин, Е.В. Лукина. – Киров : Вятская ГСХА, 2008.
3. Технологические карты возделывания сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://k-a-t.ru/agro/51_tehnolog_2/index.shtml.
4. Вошедский, Н.Н. Эколого-экономические особенности технологии возделывания нового сорта нута Донплаза в условиях плакорных и склоновых земель Ростовской области / Н.Н. Вошедский, И.Н. Ильинская, В.А. Кулыгин [и др.]. – Рассвет : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», 2020. – 108 с.
5. Analysis a short-term time series of crop sales based on machine learning methods / M.A. Al-Gunaid, M.V. Shcherbakov, V.N. Trubitsin [et al.] // Communications in Computer and Information Science. – 2019. – Vol. 1083. – P. 189–200.
6. Гривас, Н.В. Информационные технологии в растениеводстве / Н.В. Гривас, Е.А. Иванюшин // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий : Материалы VII-й Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Горно-Алтайского государственного университета, Горно-Алтайск. – Горно-Алтайск : Горно-Алтайский государственный университет, 2019. – С. 35–40.
7. The System of Intelligent Identification of Harmful Objects in the Field of Agriculture / M.A. Al-Gunaid, M.V. Shcherbakov, V.V. Tishchenko, V.N. Trubitsin // Communications in Computer and Information Science. – 2021. – Vol. 1448. – P. 177–189.
8. Forecasting potential yields under uncertainty using fuzzy cognitive maps / M.A. Al-Gunaid, I.I. Salygina, M.V. Shcherbakov [et al.] // Agriculture and Food Security. – 2021. – Vol. 10. – No 1.

References

1. Sal'nikova, Ye.V. Tendentsii i perspektivy razvitiya prodovol'stvennogo rynka regiona / Ye.V. Sal'nikova, Ye.V. Voronov // Ostrovskiy chteniya. – 2019. – № 1. – S. 105–109.

2. Bespyatykh, V.I. Metodicheskiye rekomendatsii po raschetu tekhnologicheskikh kart i optimizatsii tekhnologicheskikh urovney rasteniyevodstva na osnove primeneniya informatsionnykh tekhnologiy / V.I. Bespyatykh, A.S. Lukin, Ye.V. Lukina. – Kirov : Vyatskaya GSKHA, 2008.
3. Tekhnologicheskiye karty vozdel'yvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Electronic resource]. – Access mode : http://k-a-t.ru/agro/51_tehnolog_2/index.shtm.
4. Voshedskiy, N.N. Ekologo-ekonomicheskiye osobennosti tekhnologii vozdel'yvaniya novogo sorta nuta Donplaza v usloviyakh plakornykh i sklonovykh zemel' Rostovskoy oblasti / N.N. Voshedskiy, I.N. Il'inskaya, V.A. Kulygin [i dr.]. – Rassvet : Federal'noye gosudarstvennoye byudzhethnoye nauchnoye uchrezhdeniye «Federal'nyy Rostovskiy agrarnyy nauchnyy tsentr», 2020. – 108 s.
6. Grivas, N.V. Informatsionnyye tekhnologii v rasteniyevodstve / N.V. Grivas, Ye.A. Ivanyushin // Aktual'nyye problemy sel'skogo khozyaystva gornyykh territoriy : Materialy VII-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu Gorno-Altayskogo gosudarstvennogo universiteta, Gorno-Altaysk. – Gorno-Altaysk : Gorno-Altayskiy gosudarstvennyy universitet, 2019. – S. 35–40.

© К.Ю. Дерегузов, В.О. Артюшин, И.А. Волосникова, В.Н. Трубицин, 2022

УДК 004.942

Д.С. ЗАЙЦЕВ

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет имени И.А. Бунина», г. Елец

БАЗОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Ключевые слова: информатизация; информационные ресурсы; информационные системы; информация; формирование информационных ресурсов.

Аннотация. Цель статьи – анализ базовых технологий формирования информационных ресурсов. Задачи: рассмотреть понятие, сущность и специфические свойства информационных ресурсов; провести анализ целей и задач формирования информационных ресурсов, а также роли эффективных технологий формирования и функционирования информационных ресурсов в сбалансированности и повышении качества управленческих, производственных и иных процессов и увеличении конкурентоспособности пользователя информационных ресурсов. Были использованы методы анализа и синтеза научных публикаций и литературных источников по рассматриваемой теме. Достигнутые результаты: выявляются свойства информационных объектов, аккумулирующихся, обрабатывающихся и распространяющихся в информационных системах. Приводятся наиболее распространенные модели данных, к которым относятся иерархическая, сетевая, расширенная реляционная и объектно-ориентированная, а также особенности их построения.

Введение

Характерной чертой современного общества является развитие новой экономики, актуальной проблемой которой выступает эффективность использования знаний, накопленных человечеством [8]. Экономике знаний свойственно расширенное внедрение новых технологий на базе научных знаний и учет фактора новых знаний в ходе анализа текущих социаль-

ных процессов. Именно информация становится решающим фактором развития культурной, социальной и политической общественной действительности, что требует кардинальной переработки функциональной структуры информосферы [2]. Важным аспектом массовой информатизации общества является изменение процесса формирования информационных ресурсов (ИР), имеющих огромную политическую, экономическую и социальную значимость, в связи с чем актуальным представляется исследование технологий формирования ИР.

Целью работы является изучение базовых технологий формирования ИР. Для ее достижения были использованы методы анализа и синтеза научных публикаций и литературных источников по рассматриваемой теме.

Сущность и специфика информационных ресурсов

С наиболее общих позиций ИР представляют собой совокупность накопленной информации, которая зафиксирована на материальном носителе в любой форме, позволяющей обеспечить ее передачу в пространстве и времени с целью решения управленческих, производственных, научных и других задач. ИР присущи специфические свойства, принципиально отличающие их от традиционных типов ресурсов, в число которых входят: неисчерпаемость, обеспечивающая возможность многократного многоцелевого использования; постоянное увеличение объемов; изменчивость состава, являющаяся реакцией на изменение информационных потребностей общества и приводящая к динамизму предлагаемых на информационном рынке продуктов и услуг; отсутствие прямой зависимости между ценностью и временем создания, возможность морального устаревания; отсутствие фактических ограничений вре-

мени хранения и возможности расширения; сложность вычленения пассивной и активной частей вследствие различных темпов старения; неразрывное единство составляющих, совокупные ИР общества элементов; способность одновременно выступать в качестве товара и служить основой для оказания информационных услуг и создания других информационных продуктов.

В контексте информатизации деятельность по формированию ИР ориентирована на обеспечение доступа к ИР в цифровой форме и возможности анализа данных посредством цифровых методов, на поддержание новых форм взаимодействия и обнародования ИР и появление нового знания [1]. Однако для достижения этих целей необходимо применение эффективных технологий формирования и функционирования ИР, поскольку именно от них зависит результативность использования общей и аналитической информации, что отражается на пользователе ИР [9].

Технологии формирования ИР

Задачами формирования ИР являются накопление и обработка данных, сбор документированной информации, организация и хранение массивов документированных данных и распространение сведений из массивов в различных видах и формах, в том числе с использованием новых информационных технологий [6]. Посредством банков данных, автоматизированных информационных систем (ИС) и сетей обеспечивается реализация процессов сбора, аккумулирования и хранения информации, производства ИР, поиска и распространения данных из них.

Современные ИС способны аккумулировать, обрабатывать и распространять любые информационные объекты, обладающие следующими свойствами [4]: связанность с ультрасистемой; структурированность; осмысленность, эквивалентность информации на различных носителях; запоминаемость; иерархичность, при которой рецепция или генерация информации обеспечиваются необходимым для каждого уровня тезаурусом; содержательность; целостность, защищенность; доступность, конфиденциальность, скрытность и прочие.

Наиболее распространенные виды информационных объектов формируются на базе письменной коммуникации и могут быть разде-

лены на модели данных и текстовые документы. Под моделью данных понимается совокупность находящихся во взаимосвязи структур данных, производимых над ними операций и множества установленных для них ограничений. В число наиболее распространенных моделей данных входят: иерархическая (в соответствии с ней вся предметная область рассматривается как иерархия объектов, организующая данные в виде структуры, включающей узлы и ветви); сетевая (ее применение предполагает наличие у моделируемой предметной области, рассматриваемой как совокупность связанных бинарными связями различных типов частей, сетевой структуры); реляционная (основывается на понятии отношения и отображения отношений между множествами в табличной форме); объектно-ориентированная (базируется на понятии объекта и принципах соответствия модели и вычислений, процедурности, формализованности, параллелизма алгебраических операций и оптимизации запросов) [5].

В современной практике при формировании ИР преимущественно используются расширенная реляционная и объектно-ориентированная модели данных, а также модели, развившиеся из сетевой и иерархической.

Для представления текстовых документов в электронном виде используются два способа [3]. Первый – отображение в виде графического образа. Позволяет сохранить имеющиеся индивидуальные особенности оригинального текста. Второй – посимвольное кодирование. Позволяет посимвольно обработать текст с целью дальнейшей работы над ним.

Базовыми элементами текста являются знаки, используемые для создания унифицированных систем кодирования. Стандарты числового кодирования текстовых символов дают возможность хранить тексты в ИС, обрабатывать и визуализировать их посредством программных средств, преобразовывая коды символов в графические образы. Основными используемыми при формировании ИР стандартами кодирования являются *ASCII*, базирующиеся на 8-битной системе символьного кодирования, и *UNICODE*, символы которого представлены 16-разрядным двоичным числом.

Помимо кодирования, формирование ИР предполагает обработку имеющихся в исходном документе элементов полиграфического оформления. Для этих целей используются текстовые процессоры, основанные на технологиях свер-

тивания и внедрения разнородных объектов, что позволяет дополнять текстовый документ электронными таблицами, графикой, мультимедиа и реляционными базами данных.

При формировании ИР их электронное представление осуществляется при помощи языков разметки, передающих информацию о строении и выводе текста. Основными языками разметки являются: *GML* – набор макросов, использующихся для оформления текста тегами; *SGML* – метаязык, использующийся для определения языков разметки; *HTML* – язык для обмена документацией, пригодный для использования неспециалистами; *XML* – расширяемый метаязык, описывающий документы и частично поведение процессоров.

Важным этапом формирования ИР является лингвистическая обработка документов с использованием различных языковых средств, включающая следующие модули: графематический анализ; морфологический анализ; синтаксический анализ; семантический и прагматический анализ.

Основными компонентами лингвистической обработки выступают информационно-поисковые языки, включающие системы метадаанных, классификационные, вербальные и фактографические языки, а также системы автоматической обработки документов. Центральным логическим компонентом ИС являются метадаанные, представляющие собой структурированную или полуструктурированную информацию, дающую возможность создавать, управлять и применять документы в различных

областях деятельности и в разное время [7]. Система метадаанных организует совокупность ИР и используется для описания свойств, механизмов и ресурсов ИС и обеспечения интеграции ИР. Ключевые технологические процессы при формировании ИР основаны на метадаанных.

Универсальной и одной из наиболее эффективных систем метадаанных является система «Дублинское ядро», в основе которой лежит разработка структуры метаописаний ИР [10]. Все элементы метадаанных разбиваются на три группы в зависимости от принадлежности к интеллектуальной собственности, содержанию или идентификации ИР. В настоящий момент элементы «Дублинского ядра» входят практически во все системы метадаанных.

Заключение

В современном обществе ИР выступают основным национальным богатством, а эффективность их промышленной эксплуатации в значительной степени определяет экономический потенциал государства. Интенсивное развитие и широкое распространение информационно-коммуникационных технологий привело не только к диверсификации ИР и приобретению ими новых свойств, но и к изменению процессов их формирования и использования. Качественно новые технологии формирования ИР требуют повышенного уровня защиты ИР от несанкционированного доступа, в связи с чем приоритетным направлением в сфере информации становится информационная безопасность.

Список литературы

1. Антопольский, А.Б. Особенности анализа социогуманитарных наук как информационного процесса в цифровой среде / А.Б. Антопольский // Информация и инновации. – 2020. – Т. 15. – № 1. – С. 8–22.
2. Антопольский, А.Б. Информационные ресурсы общественных наук. Опыт организации мониторинга / А.Б. Антопольский // Библиосфера. – 2017. – № 3. – С. 78–84.
3. Антопольский, А.Б. Информационные ресурсы России / А.Б. Антопольский. – М. : НТЦ «Информрегистр», 2004. – 330 с.
4. Гребенюк, Е.В. Единое информационное пространство как система систем / Е.В. Гребенюк, С.О. Крамаров // Вестник кибернетики. – 2021. – № 4(44). – С. 6–11.
5. Емельченков, Е.П. Объектно-ориентированный подход к разработке моделей данных / Е.П. Емельченков, В.И. Мунерман, Д.В. Мунерман, Т.А. Самойлова // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2020. – Т. 16. – № 3. – С. 564–574.
6. Зверева, В.П. Организация и технология работы с конфиденциальными документами: учеб. / В.П. Зверева, А.В. Назаров. – М. : КУРС: ИНФРА-М, 2020. – 320 с.
7. Кильдеев, Р.Р. Понятие метадаанных и их конституционная защита / Р.Р. Кильдеев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2021. –

№ 3(59). – С. 29–40.

8. Мукин, В.А. Информационные ресурсы в государственном регулировании регионального развития / В.А. Мукин, В.Л. Семенов, Л.Ю. Соколова // *Kant*. – 2020. – № 1(34). – С. 160–169.

9. Серебрякова, Т.А. Информационные ресурсы как средство поддержки бизнеса и эффективной деятельности предприятия / Т.А. Серебрякова, В.Р. Давыдова // *Экономика, предпринимательство и право*. – 2021. – Т. 11. – № 12. – С. 2775–2790.

10. Чайковская, А.С. Метаописание и верификация классификаторов в автоматизированной системе / А.С. Чайковская, В.В. Баранюк // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2018. – Т. 6. – № 6. – С. 103–109.

References

1. Antopol'skiy, A.B. Osobennosti analiza sotsiogumanitarnykh nauk kak informatsionnogo protsessa v tsifrovoy srede / A.B. Antopol'skiy // *Informatsiya i innovatsii*. – 2020. – Т. 15. – № 1. – С. 8–22.

2. Antopol'skiy, A.B. Informatsionnyye resursy obshchestvennykh nauk. Opyt organizatsii monitoringa / A.B. Antopol'skiy // *Bibliosfera*. – 2017. – № 3. – С. 78–84.

3. Antopol'skiy, A.B. Informatsionnyye resursy Rossii / A.B. Antopol'skiy. – М. : NTTS «Informregistr», 2004. – 330 s.

4. Grebenyuk, Ye.V. Yedinoye informatsionnoye prostranstvo kak sistema sistem / Ye.V. Grebenyuk, S.O. Kramarov // *Vestnik kibernetiki*. – 2021. – № 4(44). – С. 6–11.

5. Yemel'chenkov, Ye.P. Ob»yektno-oriyentirovanny podkhod k razrabotke modeley dannykh / Ye.P. Yemel'chenkov, V.I. Munerman, D.V. Munerman, T.A. Samoylova // *Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i IT-obrazovaniye*. – 2020. – Т. 16. – № 3. – С. 564–574.

6. Zvereva, V.P. Organizatsiya i tekhnologiya raboty s konfidentsial'nymi dokumentami: ucheb. / V.P. Zvereva, A.V. Nazarov. – М. : KURS: INFRA-M, 2020. – 320 s.

7. Kil'deyev, R.R. Ponyatiye metadannykh i ikh konstitutsionnaya zashchita / R.R. Kil'deyev // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Obshchestvennyye nauki*. – 2021. – № 3(59). – С. 29–40.

8. Mukin, V.A. Informatsionnyye resursy v gosudarstvennom regulirovanii regional'nogo razvitiya / V.A. Mukin, V.L. Semenov, L.YU. Sokolova // *Kant*. – 2020. – № 1(34). – С. 160–169.

9. Serebryakova, T.A. Informatsionnyye resursy kak sredstvo podderzhki biznesa i effektivnoy deyatel'nosti predpriyatiya / T.A. Serebryakova, V.R. Davydova // *Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo*. – 2021. – Т. 11. – № 12. – С. 2775–2790.

10. Chaykovskaya, A.S. Metaopisaniye i verifikatsiya klassifikatorov v avtomatizirovannoy sisteme / A.S. Chaykovskaya, V.V. Baranyuk // *International Journal of Open Information Technologies*. – 2018. – Т. 6. – № 6. – С. 103–109.

© Д.С. Зайцев, 2022

УДК 0040.056

М.А. ОРЛОВ, К.А. НЕЧАЕВ, Н.А. ИВАНОВ

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

ПРОБЛЕМЫ КРИПТОСТОЙКОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ ГПСЧ

Ключевые слова: генератор псевдослучайных чисел (ГПСЧ); защита информации; криптостойкость; обратный анализ.

Аннотация. Настоящая статья является завершающей в цикле работ, посвященных проблематике применения генераторов псевдослучайных чисел (ГПСЧ) в рамках решения задач имитационного моделирования и обеспечения хранения и передачи информации в строительстве. Целью настоящей работы является проверка на криптоустойчивость четырех наиболее часто используемых ГПСЧ: алгоритма «Вихрь Мерсенна», линейного конгруэнтного метода, алгоритма «Blum-Blum-Shub», алгоритма «Fortuna». Инструментальной основой исследования выступают алгоритмы обратного анализа ранее рассмотренных генераторов. Эксперименты проводились с использованием значений параметров генераторов, подобранных авторами на первом этапе исследования. Полученные в ходе экспериментов результаты анализа криптостойкости четырех алгоритмов генерации псевдослучайных чисел позволили сделать вывод о возможности или невозможности их применения в целях защиты информации. Также были сформулированы ограничения, препятствующие активному применению некоторых ГПСЧ в имитационном моделировании.

В предыдущих статьях цикла были рассмотрены четыре ГПСЧ, для которых была описана и оценена пригодность для решения задач имитационного моделирования. В рамках текущей статьи нашей целью является проверка тех же генераторов на криптоустойчивость, основанная на существующем мировом опыте.

Для использования ГПСЧ в целях защиты информации необходимо, чтобы последовательность, полученная с помощью выбранно-

го генератора, отвечала рекомендациям серии *NISTSP-800* (имела хорошие статистические свойства) [1]. Помимо этого, сгенерированный набор значений или битов должен быть защищен от обратного анализа, то есть от выстраивания всей последовательности по некоторым ее элементам.

Рассмотрим основные проблемы статистически хороших алгоритмов.

1. Алгоритм «Вихрь Мерсенна».

Данный алгоритм крайне нежелательно использовать в криптографии, так как вся последовательность располагается в 624 ячейках стандартного регистра сдвига. Злоумышленнику для получения исходных значений из 32-битных ячеек необходимо воспроизвести этап алгоритма *MT* «закалка» в обратном направлении. После чего он без труда получит начальные значения регистров, на основе которых он выстроит всю последовательность псевдослучайных значений.

Рассмотрим пример на базе данного утверждения. Для этого сгенерируем псевдослучайную последовательность при помощи генератора *MT19937* со стандартными параметрами [2]. В качестве начального значения *seed* возьмем текущее время, которое в 16-ом формате имеет вид 6203799F16. С его помощью сгенерируем последовательность, состоящую из 624 значений. При этом генерацию значений начинаем не с первого элемента, для того чтобы показать независимость алгоритма обратного анализа последовательности от текущего состояния генератора. Под состоянием генератора понимается массив из 624 элементов 32-рядных беззнаковых целых чисел, а также из одного целого значения от 0 до 624, которое индексует текущее положение в основном массиве [3].

Полученную последовательность необходимо прогнать через этап закалики в обратном на-

```

Формирование последовательности при помощи исходного генератора
Начальные параметры:
Seed = 0x6203799F
Число значений в последовательности = 10
Результирующая последовательность:
[4161255162, 2659779856, 3706136123, 2407210358, 470648113,
2797966085, 3544252752, 2040445753, 3453955848, 1759410775]

```

Рис. 1. Результат работы исходного генератора

```

Формирование последовательности при помощи генератора с
восстановленным состоянием
Начальные параметры:
Число значений в последовательности = 10
Результирующая последовательность:
[4161255162, 2659779856, 3706136123, 2407210358, 470648113,
2797966085, 3544252752, 2040445753, 3453955848, 1759410775]

```

Рис. 2. Результат работы генератора с восстановленным состоянием

правлении, тем самым вернув состояние генератора к значению, соответствующему состоянию до закалки. Рассмотрим это на примере одной итерации. Последнее значение полученной последовательности 10001100000110010110101100001111, примем его за y .

Алгоритм обратной закалки:

- 1) $y := y \oplus (y \gg 18)$,
 $10001100000110010100100000001001_2$,
 2350467081_{10} ;
- 2) $y := y \oplus ((y \gg 15) \& EFC60000_{16})$,
 $101000000111010100100000001001_2$,
 673007625_{10} ;
- 3) $y := y \oplus ((y \gg 7) \& 9D2C5680_{16})$,
 $100100000110010000110010001001_2$,
 605621385_{10} ;
- 4) $y := y \oplus (y \gg 11)$,
 $100100000111011000111100111000_2$,
 605916984_{10} .

Аналогичным образом (при помощи обратной закалки) образуются остальные элементы генератора, которые мы можем использовать для восстановления состояния генератора. Для наглядной демонстрации данного алгоритма воспользуемся программой с открытым исходным кодом от автора *Edgar Boda-Majer* [4].

В качестве входных данных программа получает 624 элемента исходной последовательности, сформированной при помощи генератора *MT*, на базе которых осуществляется восстановление состояния по ранее описанному алгоритму.

Для оценки успешности восстановления последовательности выполним генерацию десяти псевдослучайных значений оригинальным генератором (рис. 1) и генератором с восстановленным состоянием (рис. 2).

Из рис. 1 и 2 видно, что полученные генераторами значения совпадают, что окончательно подтверждает гипотезу о невозможности применения алгоритма *MT19937* для решения задач криптографии.

2. Линейно-конгруэнтный метод (*LCG*).

В отличие от «Вихря Мерсенна», линейно-конгруэнтный метод использует рекуррентную формулу, в которой не предусмотрено накопление энтропии, усложняющей процесс воссоздания последовательности. Поэтому такой метод ни в коем случае нельзя применять при шифровании какой-либо информации.

Впервые методика «взлома» ГПСЧ, основанного на линейном конгруэнтном методе, была предложена в 1977 г. Джимом Ридсом [5],

Таблица 1. Сгенерированная последовательность

№	Последовательность
1	1 207 354 809
2	18 12 772 953
3	847 049 954
4	2 007 174 301
5	290 981 872
6	1 442 891 932
7	499 326 421
8	1 776 697 810
9	1 073 059 918
10	369 736 138

```

Нахождение следующих элементов последовательности
Результаты расчета параметров:
Модуль (m): 2147483647
Множитель (a): 48271
Приращение (c): 0

Расчет следующих значений:
7. 499326421
8. 1776697810
9. 1073059918
10. 369736138
    
```

Рис. 3. Расчет параметров и последовательности алгоритма

позже это удалось и Джоан Бояр [6]. Джоан в своей работе также рассмотрела квадратические и кубические генераторы:

$$X_n = (aX_{n-1}^2 + bX_{n-1} + c) \bmod m,$$

$$X_n = (aX_{n-1}^3 + bX_{n-1}^2 + cX_{n-1} + d) \bmod m,$$

где a – множитель, который соответствует отрезку $[0; m]$; X_n – получаемое случайное число (X_0 задается при старте алгоритма), данное значение лежит в отрезке $[0; m]$; c – приращение, которое соответствует отрезку $[0; m]$; m – модуль, который может принимать только положи-

тельные значения [7].

Со временем исследователи научились «взламывать» любые полиномиальные конгруэнтные генераторы [8; 9]. Тем самым была доказана несостоятельность линейно-конгруэнтного метода при решении задач криптографии.

В качестве примера рассмотрим, как алгоритм Джоан Бояр позволяет определить начальные значения коэффициентов для LCG. В качестве реализации алгоритма воспользуемся программой с открытым исходным кодом, разработанной Tomas Glgg [10].

Выполним генерацию десяти случайных значений при помощи ГПСЧ `minstd_rand`, вхо-

дящего в стандартную библиотеку языка C++ (табл. 1).

На вход программы отправим первые шесть чисел последовательности. Результат выполнения программы отражен на рис. 3.

Легко заметить, что результат совпадает с обозначенными в табл. 1 значениями. Также в процессе выполнения алгоритма были рассчитаны параметры метода *LCG* ($a = 48\,271$, $c = 0$, $m = 2\,147\,483\,647$). Данные параметры совпадают с аргументами функции *minstd_rand* из документации стандартной библиотеки C++.

3. Алгоритм «Blum-Blum-Shub».

Алгоритм *BBS* принято считать криптостойким. Для этого алгоритм должен проходить тест на следующий бит, то есть не должно существовать такого полиномиального по времени алгоритма, который на основе i первых бит от любой позиции последовательности сможет определить $i + 1$ бит с вероятностью большей, чем 0,5 (не зная начального *seed*) [11]. Криптографическая стойкость *BBS* обеспечивается за счет необходимости вычисления квадратического вычета, то есть для $\forall x \in Z_N^*$ необходимо выяснить, какие x являются квадратичными вычетами, а какие ими не являются. Z_N^* – это группа целочисленных x при $1 \leq x \leq N$, НОД(x, N) [12]. Задача вычисления квадратных вычетов является полиномиальной по сложности вычисления, а значит, для определения следующих элементов последовательности необходимо задействовать такое количество ресурсов, что искомая информация к этому моменту времени уже потеряет свою актуальность.

4. Алгоритм «Fortuna».

Алгоритм «*Fortuna*» (а также его модификации) признается одним из самых криптостойких алгоритмов. Это обусловлено сложностью процессов, протекающих во время генерации случайных последовательностей.

Криптостойкость алгоритма выстраивается на базе двух компонентов: внутренний генератор (использует блочный метод шифрования) и система пулов (аккумуляция энтропии). Основная сложность обратного анализа заключается в разнообразии используемых методов в данном алгоритме [2].

Исходя из устройства алгоритма, можем конкретизировать отдельные аспекты, усложняющие обратный анализ сформированной последовательности.

1. У атакующего отсутствует полное по-

нимание о всех источниках энтропии (в рамках реализации алгоритма их может быть несколько, за счет чего нахождение закономерностей сильно усложняется). Если атакующий контролирует один или несколько источников энтропии (но не все), сформировать полное понимание генерации значений не удастся.

2. В зависимости от реализации алгоритма «*Fortuna*» возможно применение различных алгоритмов шифрования. Если у атакующего есть только выходная последовательность генератора, сформировать предположение о используемом методе шифрования крайне сложно.

3. Внутри пулов происходят обновления значений с применением функции хеширования, что наделяет алгоритм возможностью самообновления.

В результате анализа криптостойкости четырех алгоритмов ГПСЧ можем сделать вывод о возможности их применения в целях защиты информации. Алгоритм «Вихрь Мерсенна» за счет своей структуры не может быть использован в криптографии. Если злоумышленник располагает 624 значениями из ячеек регистра сдвига, то он может восстановить всю последовательность. В качестве альтернативы стандартному алгоритму «Вихрь Мерсенна» возможно использовать модифицированную версию генератора – *CryptMT* [13]. В отличие от стандартного алгоритма, *CryptMT* аккумулирует значения выходной последовательности *MT*, перемножая их, и из полученной последовательности выбираются восемь значимых бит. Таким образом, имея только значимые биты, злоумышленнику будет сложно подобрать такие три множителя, которые бы соответствовали членам последовательности. Линейно-конгруэнтный метод абсолютно не состоятелен в криптографических целях, так как в нем полностью отсутствует энтропия, и даже при малой входной информации о значениях последовательности энтузиасты без труда проводили обратный анализ *LCG* любой сложности. Алгоритм *BBS*, хоть и имеет довольно простую реализацию, является хорошим вариантом для генерации криптостойкой последовательности битов. Главные атрибуты его криптостойкости – это сложность обратного анализа больших чисел в большом объеме и сложность решения задачи о квадратных вычетах, однако данная особенность делает процесс генерации достаточно долгим, что ограничивает его использова-

ние в задачах, в которых необходимо генерировать большие массивы случайных значений за короткое время. При этом алгоритм может быть использован при генерации ключей в ассиметричных системах, например, в *RSA* для реализации электронной подписи. Генератор *Fortuna* является еще одним хорошим примером криптостойкого алгоритма, так как генерация битов (при использовании блочного шифрования, сбора различной энтропии, работы с пулами и частот *ressed*) становится по-настоящему непредсказуемой. Такая сложность реализации почти не оставляет шансов злоумышленнику на восстановление всей последовательности, однако важно не забывать, что усложнение алгоритма

неизбежно приводит к увеличению ресурсных затрат на его воспроизводство. За счет этого его применение ограничено, однако использование генератора для создания ключей при реализации систем шифрования может быть оправдано. Также ограничение на использование алгоритма накладывается законодательством ряда стран. В частности, в Российской Федерации существует законодательный акт ПП РФ от 16 апреля 2012 г. № 313 (п. 36), который допускает использование симметричных криптографических алгоритмов с ключом, длина которого не превышает 56 бит. В связи с этим ограничивается выбор алгоритмов шифрования для генератора *Fortuna*.

Список литературы

1. Nechaev, K.A. Statistical Properties of Prng-Algorithms / K.A. Nechaev, M.A. Orlov, N.A. Ivanov // Components of Scientific and Technological Progress. – 2022. – No 1(67). – P. 18–22.
2. Нечаев, К.А. Исследование способов формирования псевдослучайных чисел с большим периодом / К.А. Нечаев, М.А. Орлов, Н.А. Иванов // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – № 1(127). – С. 19–27.
3. Mersenne Twister (MT19937) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://numpy.org/doc/stable/reference/random/bit_generators/mt19937.html#r312276d80bfa-1.
4. Mersenne-twister-recover [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://github.com/eboda/mersenne-twister-recover>.
5. Reeds, J. “Cracking” a Random Number Generator. Cryptologia / J. Reeds. – 1977. – Vol. 1. – No. 1. – S. 20–26.
6. Boyar, J. Inferring sequences produced by pseudo-random number generators / J. Boyar // J. ACM, 1989. – P. 129–141.
7. Слеповичев, И.И. Генераторы псевдослучайных чисел / И.И. Слеповичев. – Саратов : СГУ, 2017. – 118 с.
8. Krawczyk, H. How to Predict Congruential Generators / H. Krawczyk // Journal of Algorithms. – 1992. – Vol. 13. – No 4. – P. 527–545.
9. Lagarias, J.C. Unique Extrapolation of Polynomial Recurrences / J.C. Lagarias, A.R. James // SIAM J. Comput., 1988. – P. 342–362.
10. LCGHack [Электронный ресурс]. – Режим доступа : GitHubURL: <https://github.com/TomasGlbg/LCGHack>.
11. Yao, A.C. Theory and application of trapdoor functions / A.C. Yao // 23rd Annual Symposium on Foundations of Computer Science, 1982. – P. 80–91.
12. Blum, L. Comparison of Two Pseudo-Random Number Generators / L. Blum, M. Blum, M. Shub, 1982. – P. 61–78.
13. Matsumoto, M. Cryptographic mersenne twister and fubuki stream / M. Matsumoto, T. Nishimura, H. Takuji, S. Mariko // Block cipher. iacr cryptology eprint archive, 2005. – 165 p.

References

2. Nechayev, K.A. Issledovaniye sposobov formirovaniya psevdosluchaynykh chisel s bol'shim periodom / K.A. Nechayev, M.A. Orlov, N.A. Ivanov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – № 1(127). – S. 19–27.

3. Mersenne Twister (MT19937) [Electronic resource]. – Access mode : https://numpy.org/doc/stable/reference/random/bit_generators/mt19937.html#r312276d80bfa-1.
 4. Mersenne-twister-recover [Electronic resource]. – Access mode : <https://github.com/eboda/mersenne-twister-recover>.
 7. Slepovichev, I.I. Generatory psevdosluchaynykh chisel / I.I. Slepovichev. – Saratov : SGU, 2017. – 118 s.
 10. LCGHack [Electronic resource]. – Access mode : GitHubURL: <https://github.com/TomasGlgg/LCGHack>.
-

© М.А. Орлов, К.А. Нечаев, Н.А. Иванов, 2022

УДК 004.9

А.А. ОСНАЧ, А.А. НУРГАЛЕЕВ, Д.А. СИДОРОВ, А.С. ХИСМАТУЛЛИН

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет», г. Салават

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Ключевые слова: анализ; гармоники; модель; преобразование Фурье; устройство.

Аннотация. С увеличением возраста масляного трансформатора растет необходимость знать его внутреннее техническое состояние. В связи с этим были разработаны разнообразные методы диагностики систем силовых масляных трансформаторов. Онлайн мониторинг работоспособных трансформаторов проводится непрерывно во время работы и дает возможность записывать соответствующие параметры, которые могут повлиять на продолжительность работы трансформатора. Оценка этих данных дает возможность обнаружения неисправности трансформатора на ранней стадии, что имеет важное значение. Также диагностика трансформаторов проводится во время плановых проверок или тогда, когда трансформатор уже отказал и отключился. В работе предложена интеллектуальная система прогнозирования силовых масляных трансформаторов систем, по которым они функционируют. Это позволяет более точно и своевременно оценить техническое состояние силового трансформатора, выработать более эффективную стратегию его эксплуатации, профилактических осмотров, технического обслуживания и ремонта.

Актуальность работы обусловлена необходимостью прогнозирования режимов работы силового трансформаторного оборудования для повышения надежности системы электроснабжения.

Целью работы является повышение точности работы и эксплуатации силовых масляных трансформаторов с использованием нейросетей в программе *Deductor*. Исходя из поставленной цели, основные задачи сформулированы следующим образом:

- провести полноценный анализ статисти-

ческих данных;

- разработать на их основе интеллектуальную систему онлайн прогнозирования будущих повреждений силовых трансформаторов по узлам и классам напряжений.

Статистический анализ зафиксированных отказов позволяет спрогнозировать вероятность отказа в будущем. Данные о надежности оборудования также необходимы при оценке общей надежности электроэнергетической системы.

На силовой трансформатор действуют внешние воздействия и аномальные режимы энергосистемы. Большое разнообразие возможных дефектов трансформаторов, развивающихся в работе, требует направленности контроля и выявления наиболее частых и опасных дефектов.

Многолетние наблюдения за работой трансформаторов [1–5], сбор статистических данных в период с 2012 по 2021 гг. позволили определить вклад отдельных конструктивных элементов трансформаторов в общую картину неисправностей трансформаторов.

Проверка эффективности работы показала их работоспособность. Глубина предыстории элементов и узлов трансформатора при этом должна быть максимальной; минимальная ее величина должна быть не менее пяти лет. Прогноз распределения повреждений силовых трансформаторов, проведенный в программе *Deductor* с использованием нейросетей, приведен в табл. 1.

Разнообразие дефектов, возникающих в трансформаторах, требует большого числа методов контроля их состояния. Все шире применяется при диагностике состояния силовых трансформаторов математический аппарат нечеткой логики. Его использование позволяет

Таблица 1. Прогноз распределения повреждений силовых трансформаторов по узлам и классам напряжений за период 2022–2027 гг.

Узел	Класс напряжения, кВ											
	35		100		220		330		500		Всего	
	Число	%	Число	%	Число	%	Число	%	Число	%	Число	%
Обмотки	64	29	102	38	42	31	4	34	7	33	219	33
Магнитопровод	20	9	30	11	15	11	1	8	3	15	69	10
С/с охлаждения	20	9	25	9	15	11	1	8	3	15	64	10
Устройство регулирования напряжения (РПН)	20	9	21	8	15	11	1	8	2	9	59	9
Вводы	18	8	24	9	18	12	2	17	3	15	65	10
Течь масла	22	10	24	9	13	10	2	17	2	9	63	10
Упуск масла	19	9	31	11	16	13	1	8	1	4	68	10
Вандализм	34	17	15	5	2	1	0	0	0	0	51	8
Итого	217	100	272	100	136	100	12	100	21	100	658	100

нормировать параметры.

Статистический анализ зафиксированных отказов позволяет спрогнозировать вероятность отказа в будущем. Данные о надежности оборудования также необходимы при

оценке общей надежности электроэнергетической системы [5–9]. Анализ статистических данных позволяет сделать прогноз ожидаемых будущих поломок и дефектов масляного трансформатора.

Список литературы

1. Mazur, N.G. ULF Electromagnetic Field in the Upper Ionosphere Excited by Lightning / N.G. Mazur, E.N. Fedorov, V.A. Pilipenko, V.V. Vakhnina // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*. – 2018. – Vol. 123. – No 8. – P. 6692–6702.
2. Хисматуллин, А.С. Повышение эффективности охлаждения маслонаполненных трансформаторов / А.С. Хисматуллин, М.Г. Баширов, Е.Г. Солдатова, Е.Ю. Мавлекаев // *Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки*. – 2018. – Т. 24. – № 1. – С. 38–49.
3. Гареев, И.М. Оптимальная нечеткая модель нейронных сетей / И.М. Гареев, А.С. Хисматуллин, Р.У. Галлямов // *Перспективы науки*. – 2018. – № 1(100). – С. 17–20.
4. Хисматуллин, А.С. Исследование теплопереноса в промышленных силовых трансформаторах с элегазовым охлаждением / А.С. Хисматуллин, А.Г. Хисматуллин, А.Р. Камалов // *Экологические системы и приборы*. – 2017. – № 2. – С. 29–33.
5. Хисматуллин, А.С. Повышение охлаждения масляных силовых трансформаторов путем барботажа пузырьков элегаза / А.С. Хисматуллин, М.Р. Сураков, А.А. Сынтимиров // *Инженерная физика*. – 2017. – № 6. – С. 27–31.
6. Абрамов, О.В. Плазменный разряд в квитирующей жидкости / О.В. Абрамов, В.О. Абрамов, Ю.В. Андриянов [и др.] // *Инженерная физика*. – 2009. – № 8. – С. 34–38.
7. Хисматуллин, А.С. Применение нечеткой логики для компенсации реактивной мощности в электрической сети / А.С. Хисматуллин, И.В. Прахов, Е.С. Григорьев, Р.Р. Шафеев // *Международный технико-экономический журнал*. – 2018. – № 4. – С. 13–19.
8. Хисматуллин, А.С. Фильтрация элегаза в модернизированной системе охлаждения масляного трансформатора / А.С. Хисматуллин, М.В. Кофанов, Ш.Д. Каримов [и др.] // *Наука и бизнес: пути развития*. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 5(95). – С. 149–153.

9. Хисматуллин, А.С. Повышение эффективности электрохимической защиты / А.С. Хисматуллин, Т.Г. Загитов, Г.С. Прокоп // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2021. – № 2. – С. 127–139.

10. Некрасов, С.А. О системном подходе к проблеме аккумулирования энергии / С.А. Некрасов, С.А. Цырук, М.С. Жармагамбетова // Промышленная энергетика. – 2013. – № 3. – С. 2–6.

References

2. Khismatullin, A.S. Povysheniye effektivnosti okhlazhdeniya maslonapolnennykh transformatorov / A.S. Khismatullin, M.G. Bashirov, E.G. Soldatova, Ye.YU. Mavlekayev // Nauchno-tekhn.podrazdeleniya SPbPU. Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – 2018. – T. 24. – № 1. – S. 38–49.

3. Gareyev, I.M. Optimal'naya nechetkaya model' neyronnykh setey / I.M. Gareyev, A.S. Khismatullin, R.U. Gallyamov // Perspektivy nauki. – 2018. – № 1(100). – S. 17–20.

4. Khismatullin, A.S. Issledovaniye teploobmena v promyshlennykh silovykh transformatorakh s gazovym okhlazhdeniyem / A.S. Khismatullin, A.G. Khismatullin, A.R. Kamalov // Ekologicheskkiye sistemy i ustroystva. – 2017. – № 2. – S. 29–33.

5. Khismatullin, A.S. Povysheniye okhlazhdeniya maslyanykh silovykh transformatorov barbotirovaniyem puzyr'kov gaza / A.S. Khismatullin, M.R. Surakov, A.A. Syntimirov // Inzhenernaya fizika. – 2017. – № 6. – S. 27–31.

6. Abramov, O.V. Plazmennyy razryad v primayushchey zhidkosti / O.V. Abramov, V.O. Abramov, YU.V. Andrianov [i dr.] // Inzhenernaya fizika. – 2009. – № 8. – S. 34–38.

7. Khismatullin, A.S. Primeneniye nechetkoy logiki dlya kompensatsii reaktivnoy moshchnosti v elektricheskoy seti / A.S. Khismatullin, I.V. Prakhov, E.S. Grigor'yev, R.R. Shafeyev // Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskyy zhurnal. – 2018. – № 4. – S. 13–19.

8. Khismatullin, A.S. Fil'tratsiya gaza v modernizirovannoy sisteme okhlazhdeniya maslyanogo transformatora / A.S. Khismatullin, M.V. Kofanov, SH.D. Karimov [i dr.] // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 5(95). – S. 149–153.

9. Khismatullin, A.S. Povysheniye effektivnosti elektrokhimzashchity / A.S. Khismatullin, T.G. Zagitov, G.S. Prokop // Elektronnyy nauchnyy zhurnal neftegazovogo dela. – 2021. – № 2. – S. 127–139.

10. Nekrasov, S.A. O sistemnom podkhode k probleme nakopleniya energii / S.A. Nekrasov, S.A. Tsiruk, M.S. Zharmagambetova // Promyshlennaya energetika. – 2013. – № 3. – S. 2–6.

© А.А. Оснач, А.А. Нургалеев, Д.А. Сидоров, А.С. Хисматуллин, 2022

УДК 004.891.573

Е.Г. РЫЖИКОВА

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ МНОГОУРОВНЕВЫХ ОЦЕНОЧНЫХ ШКАЛ, ОСНОВАННЫХ НА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДАХ АНАЛИЗА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Ключевые слова: качественные признаки; коэффициент конкордации; многоуровневые оценочные шкалы; экспертные оценки.

Аннотация. Цель статьи – представить методику разработки многоуровневых оценочных шкал, основанных на математических методах анализа экспертных оценок. Поставлены задачи: изучить методы анализа экспертных оценок, рассмотреть виды шкал в теории измерений, разработать основные шаги методики, выполнить ее тестирование. Гипотеза состоит в том, что повысить эффективность анализа качественных признаков исследуемых объектов можно путем использования многоуровневых шкал и экспертных оценок. Использованы методы анализа, ранжирования, сравнения, шкалирования. В результате разработана методика формирования многоуровневых оценочных шкал, которая оказывается эффективной при анализе качественных данных и поиске оптимальных решений.

В арсенале современной науки имеется большое число исследовательских методов. Их эффективность теоретически обоснована и неоднократно подтверждена на практике. Часто специфика решаемых задач побуждает к модификации и совершенствованию методов исследования. Одним из направлений, требующих проработки, является анализ качественных данных, т.е. речь идет о данных, не имеющих строгого количественного выражения. Актуально сформировать научно-обоснованный подход к поиску оптимального решения с использованием объективных способов измерений, снизив влияние субъективных факторов.

Рассмотрим задачу анализа результатов

исследования, проводимого с помощью анкетирования. Имеется группа вопросов, которые достаточно полно охватывают предметную область. Каждый вопрос подразумевает наличие нескольких вариантов ответа. Вопросы и ответы являются качественными признаками изучаемого объекта. Для решения задачи предлагается разработать оценочную шкалу, применение которой позволит выбрать лицо с наилучшими результатами или распределить респондентов на группы. В теории измерений выделяют такие шкалы, как порядковые, наименований, интервалов, отношений, разностей, абсолютные, непрерывные, дискретные и др [2; 3; 6]. К шкале предъявляются требования: объективность оценивания, надежность и точность расчетов, научная обоснованность, прозрачность использования. Обобщив опыт, полученный при проведении исследований, предлагаем следующую методику разработки многоуровневых оценочных шкал.

Шаг 1. Экспертам предлагается дать оценку важности каждого варианта ответа на поставленные вопросы путем приписывания рангов. Самый высокий ранг назначается наиболее предпочтительному варианту ответа, можно присваивать одинаковые ранги.

Шаг 2. Рассчитать результирующие ранги [1–3]:

$$S_j = \sum_{i=1}^m r_{ji}, j = 1..n, \quad (1)$$

$$SS_j = \frac{S_j}{\sum_{j=1}^n S_j}. \quad (2)$$

В результате формируется массив с весовы-

Таблица 1. Список обозначений

H – количество вопросов в анкете	Q – число групп одинаковых рангов
h – номер вопроса в анкете	v_h – массив весовых коэффициентов вопросов в анкете
i – номер эксперта; $i = 1, \dots, m$;	R_s – итоговые оценки респондентов
j – номер признака, $j = 1, \dots, n$;	r_j – сумма рангов j -го признака
K – коэффициент конкордации	r_{ji} – порядок предпочтения данного признака перед другими
m – количество экспертов	s – номер ответа на вопрос
n – количество признаков	t_q – число одинаковых рангов, назначенных экспертами j -му признаку
v_{jh} – массив весовых коэффициентов вариантов ответов на каждый вопрос	

ми коэффициентами каждого варианта ответа для каждого вопроса v_{jh} , где j – номер варианта ответа в вопросе, h – номер вопроса в анкете. Значения массива образуют уровень оценочной шкалы, который достигает респондент, выбрав один из ответов.

Шаг 3. Определить, имеются ли связанные ранги при оценивании альтернатив. Если связанные ранги отсутствуют, перейти к Шагу 4, иначе – к 5.

Шаг 4. Оценить согласованность мнений экспертов при отсутствии связанных рангов с помощью коэффициента конкордации [1–3] :

$$\bar{S} = \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{n}, \quad (3)$$

$$S = \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m r_{ji} - \bar{S} \right)^2, \quad (4)$$

$$K = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}. \quad (5)$$

Чем ближе коэффициент конкордации к единице, тем больше согласованы мнения экспертов. Перейти к Шагу 6.

Шаг 5. Рассчитать коэффициент конкордации при связанных рангах [1–3]:

$$K = \frac{12S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i}, \quad (6)$$

$$\text{где } T_i = \sum_{q=1}^Q (t_q^3 - t_q). \quad (7)$$

Шаг 6. Если мнения экспертов согласованы для h -го вопроса, то перейти к оценке ответов для $(h + 1)$ -го вопроса (Шаг 1), при $h = H$ перейти к Шагу 8. Если мнения не согласованы, то перейти к Шагу 7.

Шаг 7. Анализ и корректировка начальных этапов исследования (выход из методики): анализ предметной области, составление вопросов и ответов, подбор экспертов. Возврат к Шагу 1 данной методики.

Шаг 8. Экспертам следует оценить каждый вопрос в анкете, назначив им ранги. Ранги приписываются вопросам анкеты, далее обрабатываются по (1), (2) выражениям, в которых $j = h$ – номер вопроса в анкете (Шаги 1–2). В результате формируется массив v_h , элементами которого являются весовые коэффициенты вопросов в анкете. Он определяет следующий уровень оценочной шкалы, который достигает респондент, дав ответ на вопрос.

Шаг 9. Оценить согласованность мнений экспертов, повторяются Шаги 3–5. В качестве признаков выступают вопросы анкеты.

Шаг 10. Если мнения экспертов согласованы, то перейти к вычислению итоговых оценок респондента – Шаг 11, иначе повысить согласованность мнений экспертов – Шаг 7.

Шаг 11. Рассчитать итоговые оценки респондентов:

$$R_s = \sum_{h=1}^H v_{jh} v_h. \quad (8)$$

В данном случае значение переменной j совпадает с номером ответа, который выбрал респондент на h -й вопрос. Ответы респондента располагаются на шкале в соответствии с весовыми коэффициентами вопроса и выбранного на него ответа.

Достоверность представленной методики подтверждается использованием математических методов анализа экспертных оценок, практическими результатами ее применения. Для обеспечения надежности и точности расчетов предлагается основные шаги методики реализовывать в универсальных программных

модулях, не привязанных к конкретным предметным областям, и дополнять ими комплексы проблемно-ориентированных программ. Тестирование методики выполнено при решении практических задач, таких как подбор персонала на вакантные должности, выбор оптимальной вакансии для соискателя (обратная задача), выбор лучшего научного проекта [4; 5] и др. В итоге подтверждена эффективность предложенной методики в исследованиях, требующих принимать объективные оптимальные решения по результатам анализа качественных данных.

Список литературы

1. Бешелев, С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С.Д. Бешелев, Ф.Г. Гурвич. – М. : Статистика. – 1980. – 263 с.
2. Ларичев, О.И. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений / О.И. Ларичев, Е.М. Мошкович. – М. : Наука, 1996. – 208 с.
3. Орлов, А.И. Теория принятия решений: учебное пособие / А.И. Орлов. – М. : Экзамен, 2005. – 656 с.
4. Рыжикова, Е.Г. Развитие методов экспертных оценок и их реализация в комплексах проблемно-ориентированных программ / Е.Г. Рыжикова, А.В. Яковлев, И.И. Теремкова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2018. – № 6(84). – С. 30–34.
5. Рыжикова, Е.Г. Тестирование метода разработки многоуровневых оценочных шкал, основанного на экспертных оценках / Е.Г. Рыжикова, Д.И. Лебеденко, С.В. Пантюхов // Современная наука: актуальные вопросы, достижения, инновации: сб. статей по материалам VI междунар. науч. – практич. конф. – Пенза, 2019. – С. 112–117.
6. Шкалы и измерения в опросах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.questionstar.ru/uchebnik-kak-provodit-oprosy/shkali-izmerenii.

References

1. Beshelev, S.D. Matematiko-statisticheskiye metody ekspertnykh otsenok / S.D. Beshelev, F.G. Gurvich. – M. : Statistika. – 1980. – 263 s.
2. Larichev, O.I. Kachestvennyye metody prinyatiya resheniy. Verbal'nyy analiz resheniy / O.I. Larichev, Ye.M. Moshkovich. – M. : Nauka, 1996. – 208 s.
3. Orlov, A.I. Teoriya prinyatiya resheniy: uchebnoye posobiye / A.I. Orlov. – M. : Ekzamen, 2005. – 656 s.
4. Ryzhikova, Ye.G. Razvitiye metodov ekspertnykh otsenok i ikh realizatsiya v kompleksakh problemno-orientirovannykh programm / Ye.G. Ryzhikova, A.V. Yakovlev, I.I. Teremkova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2018. – № 6(84). – S. 30–34.
5. Ryzhikova, Ye.G. Testirovaniye metoda razrabotki mnogourovnevnykh otsenochnykh shkal, osnovannogo na ekspertnykh otsenkakh / Ye.G. Ryzhikova, D.I. Lebedenko, S.V. Pantyukhov // Sovremennaya nauka: aktual'nyye voprosy, dostizheniya, innovatsii: sb. statey po materialam VI mezhhdunar. nauch. – praktich. konf. – Penza, 2019. – S. 112–117.
6. Shkaly i izmereniya v oprosakh [Electronic resource]. – Access mode : www.questionstar.ru/uchebnik-kak-provodit-oprosy/shkali-izmerenii.

УДК 004.056.57

А.В. КРАСОВ

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени проф. М.А. Бонч-Бруевича», г. Санкт-Петербург

МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ В ДОВЕРЕННОЙ ЗОНЕ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО СОЗДАНИЮ НЕТРАДИЦИОННЫХ (СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИХ) КАНАЛОВ

Ключевые слова: ассемблер; доверенная вычислительная среда; удостоверяющий центр; цифровой водяной знак; *Linux*; *Unix*.

Аннотация. В качестве проблематики в настоящей статье рассматривается построение доверенной вычислительной среды (ДВС) на основе внедрения цифровых водяных знаков (ЦВЗ) в модули программного продукта Unix-подобной операционной (*Linux*) системы (ОС *Linux*). Одной из угроз, с которыми сталкивается оператор информационной безопасности, является незаконное использование программы или ее компонентов недобросовестными конкурентами в составе «чужих» программ. Цели и задачи: привести способ совместного использования лицензионного ключа и ЦВЗ, которое может выступать в качестве комплексного решения защиты ОС *Linux*. Вышесказанное подтверждает актуальность создания методики построения доверенной среды в *Unix*-подобных на основе внедрения ЦВЗ. Достигнутые результаты: в настоящей работе рассмотрены параметры использования ЦВЗ в допустимой памяти *Unix*-подобных систем.

Проблема защиты операционных систем семейства *Linux*

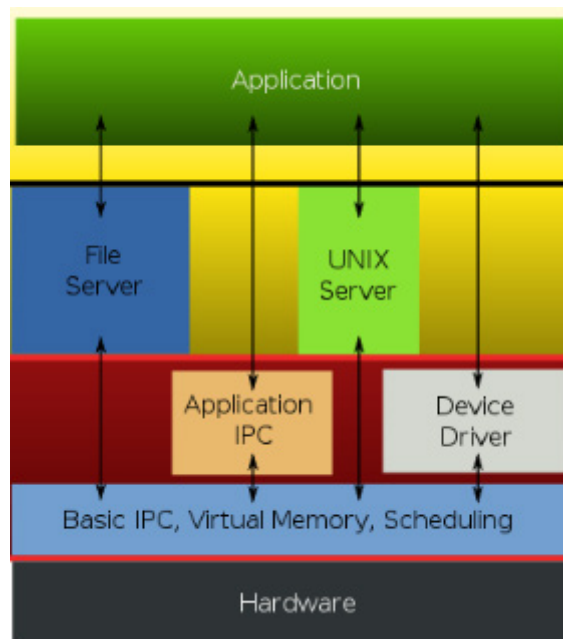
Наибольший интерес в настоящее время привлекают методы защиты программного обеспечения (ПО) на базе ЦВЗ. Внедряемая информация должна быть устойчива к различным преобразованиям, например, таким, как обфускация и подмена авторского ПО. Использо-

вание и комбинирование описанных выше техник позволяют сделать серьезную защиту целостности доверенной среды ОС *Linux*. Данная методика дополнительно автоматизирована следующим способом: поместил на сервер исходный код программы и компилятор *FASM*, при запросе пользователем *trial*-версии программы она автоматически компилируется. Таким образом, получается, что каждому пользователю выдается уникальная версия программы. Универсальные взломщики (патчеры, *crack*'и и т.п.) бессильны: придется ломать каждую копию отдельно.

Цель работы – оснастить предоставленные ОС *Linux* маркирующими элементами ЦВЗ в рамках общей ДВС. При этом важно иметь скрытый привязанный к ключу программный агент, который будет заниматься внутренним мониторингом.

Стоит также уделить внимание защищаемой структуре ядра ОС *Linux* систем. Маркировка ЦВЗ будет происходить именно по связанному с этими элементами гибриднему ядру (рис. 1). Данный элемент маркировки эффективно встраивается в общую карту защиты ядра *Linux* [15]. Также стоит отметить, что выбранные они неслучайно, т.к. основная структура исполняемых файлов опирается как раз на эти элементы, а именно:

- 1) физические адреса (называемые также сырыми указателями или смещениями: *raw pointers/raw offset* или просто *offset*), отсчитываемые от начала файла;
- 2) виртуальные адреса (*virtual address – VA*), отсчитываемые от начала адресного пространства процесса;
- 3) относительные виртуальные адреса

Рис. 1. Устройство гибридного ядра *Linux*

(*relative virtual address – RVA*), отсчитываемые от базового адреса загрузки.

Для того чтобы собирать сведения о попытках взлома системы и проникновения в нее, нужно настроить протоколирование и аудит. По умолчанию системный журнал *syslog* сохраняет свои данные в директории */var/log/*. Полезно также все разузнать о неверном конфигурировании программ, которые могут открыть систему для различных атак. Однако права доступа, устанавливаемые *Linux*, бесполезны, если атакующий имеет физический доступ к компьютеру и может перенести жесткий диск на другую систему, чтобы скопировать и проанализировать интересующие его данные. Для этого недостатка и строится ЦВЗ с применением встроенных программных агентов в доверенной среде.

Начало каждой секции в памяти/диске всегда совпадает с началом виртуальных страниц/секторов ОС *Linux*. Попытка создать секцию, начинающуюся с середины, жестко пресекается системным загрузчиком, отказывающимся обрабатывать такой файл. С концом складывается более демократичная ситуация, загрузчик не требует, чтобы виртуальный (и частично физический) размер секций был кратен размеру страницы. Вместо этого он самостоятельно выравнивает секции, забивая их хвост нулями, так что никакая страница (сектор) не может принадлежать двум и более секциям сразу. Все секции

совершенно равноправны и тип каждой из них тесно связан с ее атрибутами, интерпретируемыми довольно неоднозначным и противоречивым образом. Служебные структуры данных (таблицы экспорта, импорта, перемещаемых элементов) могут быть расположены в любой секции с подходящими атрибутами доступа. Когда-то правила хорошего тона диктовали помещать каждую таблицу в свою персональную секцию, но теперь эта методика признана устаревшей, что существенно утяжеляет алгоритм внедрения в исполняемый файл.

Предполагается, что организация берет свой модуль (файлы), заменяет его в ОС *Linux* и имеет желание его же стеганографировать. С учетом основных методов построения агента [12–14] предлагается перейти к их синхронизации и получению на выходе скрытого мониторинга в средах применения технологии предложенной в настоящей статье методики. Для начала следует разобрать примерную структуру агента. Основа для агента может быть написана на стандартном языке программирования. В свою очередь, общая архитектура ДВС функционирует на основе скрытых агентов и системы обработки ЦВЗ на центральном узле мониторинга ОС *Linux* (рис. 2).

Одно и то же действие может быть выполнено с помощью различных инструкций [3–5]. Такую избыточность можно использовать для

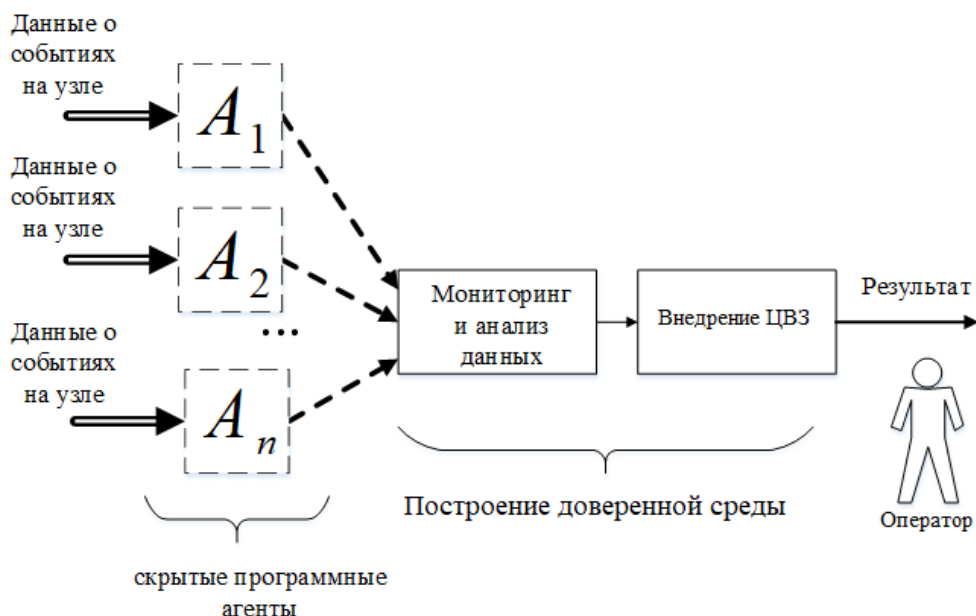


Рис. 2. Построение ДВС в организации

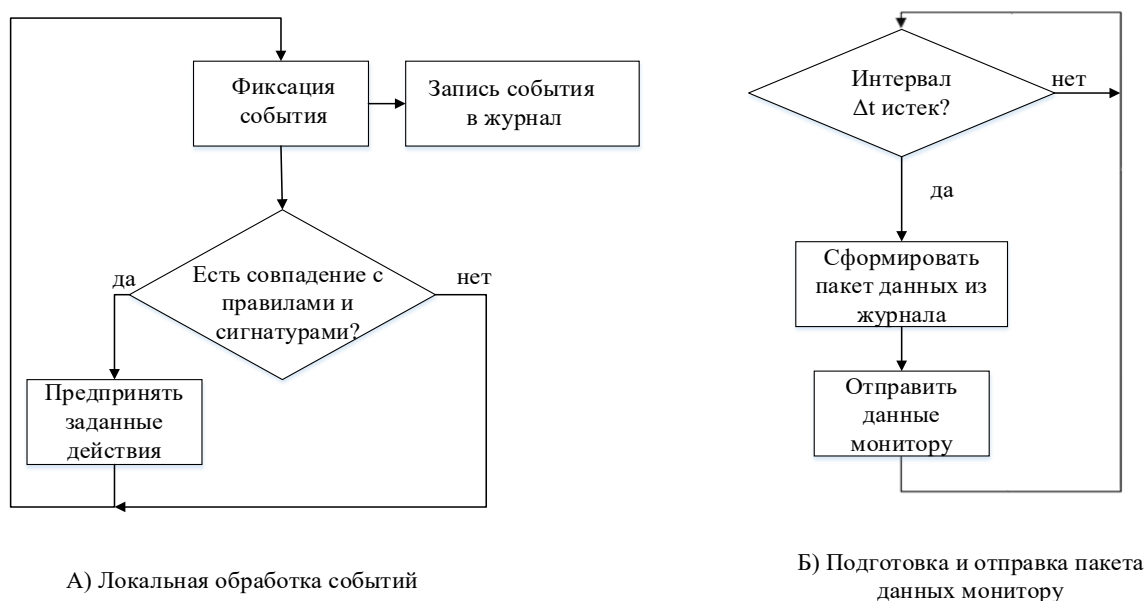


Рис. 3. Алгоритмы работы локального агента: А) локальная обработка событий; Б) подготовка и отправка пакета данных монитору

скрытого вложения информации в исполняемый код, не нарушая при этом его целостность. Первой задачей, выполняемой скрытым агентом, является локальная фиксация событий и выработка мер локального реагирования. В общем виде алгоритм работы агента по выполнению задачи встраивания ЦВЗ представлен

на рис. 3 (А). При возникновении события в системе агент фиксирует его в своем локальном журнале.

На агенте располагается локальная база знаний сигнатур и правил корректного функционирования сети. Применение такой базы позволяет выработать быстрые ответные меры на

Таблица 1. События журналов мониторинга для ОС *Linux*

Категория	Описание
Системное событие	Перезагрузка операционной системы
Системное событие	Завершение работы операционной системы (<i>shutdown</i>)
Системное событие	Загрузка пакета аутентификации
Системное событие	Сбой при регистрации одного или нескольких событий аудита
Системное событие	Очистка журнала аудита
Системное событие	Загрузка пакета оповещения об изменениях в списке пользователей
Вход/выход пользователя из системы	Пользователь успешно вошел в систему
Вход/выход пользователя из системы	Вход пользователя в систему запрещен: имя или пароль некорректны
Вход/выход пользователя из системы	Вход пользователя в домен в данное время запрещен
Изменения в списке пользователей	Произведены изменения в учетной записи пользователей глобальной группы, не связанные с изменением членства пользователей в этой группе
Изменения в списке пользователей	Произведены изменения в учетной записи пользователя, не связанные с изменением типа учетной записи, пароля пользователя и членства в группах

узле в ответ на известные и хорошо определяемые атаки без загрузки ими центрального узла мониторинга. При обнаружении совпадения сигнатуры события с известными в локальной базе или срабатывании правила безопасности принимается решение о необходимости предупредительных мер непосредственно на узле, на котором функционирует агент. Существуют различные подходы к определению количества информации [1–9; 11], защищаемой от различных атак стеганоанализа. В данном исследовании принято считать, что качество передаваемой информации представляется как достоверность доставленной информации, а количество как степень соответствия принятого сообщения. Мерой качества может послужить оценка степени искажения формата принимаемых файлов. Так и в общем итоге оценкой качества вложения послужит именно обфускация как явный пример работы с памятью.

Второй независимой задачей агента является формирование и отправка пакетов данных для комплексного анализа информации монитором. По истечении заданного периода времени сбора данных агент формирует из записей своего журнала за этот период пакет данных (рис. 4 (Б)). Для ускорения работы журнал за этот период должен храниться в оперативной памяти и сбрасываться на диск после отправки монитору. Процедуры, которые будут описа-

ны дальше, важны для отслеживания действий так называемых агентов и их сложных структур в режиме реального времени. Внутри процессов агент использует стандартные процедуры мониторинга, связанные с событиями журналов ОС (табл. 1).

Как видно из табл. 1, ПО для агента ориентировано больше на работу с оператором информационной безопасности. Сам агент обязан реагировать на данные простые инструкции, чтобы избежать собственной утечки при автодобавлении ЦВЗ [1; 8; 9].

Суть нашего ЦВЗ на этом этапе – стать неким аналогом электронной подписи (ЭП) для легальных ОС *Linux* в доверенной среде. Обладая функциями сканирования сети, установка подлинности при помощи ЦВЗ достигается как раз при помощи программного агента, который приобретает качества, сходные с вирусом: автономности (каждый агент является независимой программной системой), ограничения представления (ни у одного из агентов нет представления о всей ОС *Linux*), децентрализации (нет агентов, управляющих всей ОС *Linux*) [3].

Само внедрение ЦВЗ происходит по следующим сценариям.

1. Первоначально агент будет обращаться к системным вызовам: *sys_open (mov eax, 05h/int 80h)* открывает файл, *sys_lseek (mov eax, 13h)* перемещает файловый указатель на нужную

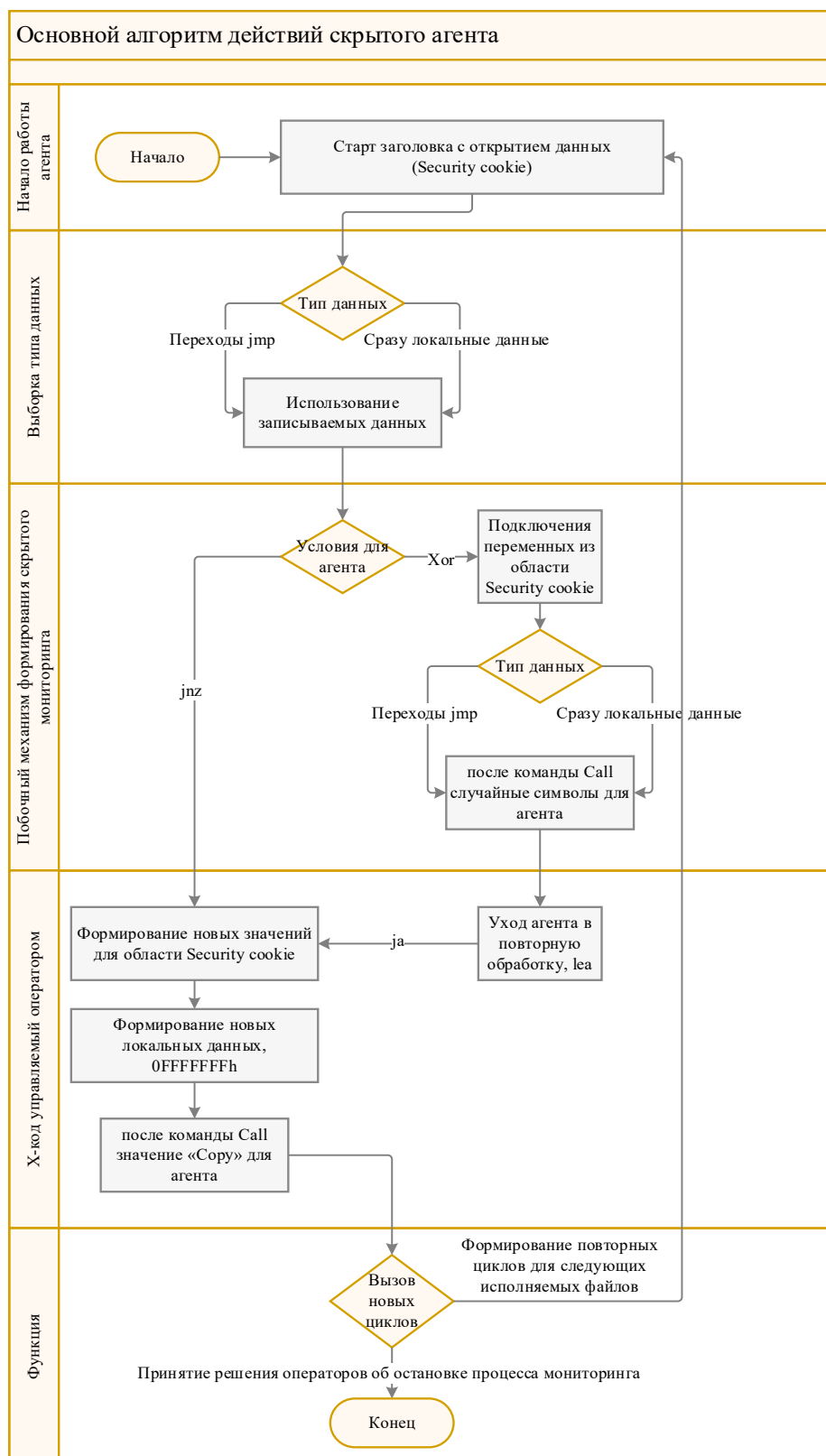


Рис. 4. Блок-схема начальных действий агента, отображающая этапы использования для скрытого мониторинга за пользователем

позицию, *old_nmap* (*mov eax, 5Ah/int 80h*) проецирует файл в память, *sys_unmap* (*mov eax, 5Bh/int 80h*) удаляет образ памяти, записывая в пространство памяти все изменения, а *sys_close* (*mov eax, 06/int 80h*) закрывает сам файл.

2. Агент использует технику проецирования (*mapping*), которая значительно упрощает работу с файлами большего объема.

3. Характерной чертой для агента будет незначительно маленький сегмент кода, за которым будет следовать достаточно объемный оверлей, представляющий собой самостоятельный код, который может быть допустимо малых размеров, а на его поиски уйдет много времени.

Итого весь алгоритм внедрения ЦВЗ с целью обеспечить незаметность и «неудаляемость» может выглядеть следующим образом.

1. Агенты открывают файлы и, считав заголовков, проверяют, что он нужного формата.

2. Заголовок таблицы секций перемещается вниз на величину, равную длине файла. Для этого агент увеличивает содержимое поля *e_shoff*, занимающего байты *20h – 23h elf*-заголовка.

3. Агент находит сегмент, наиболее предпочтительный для внедрения в файл, т.е. тот сегмент, на который указывает точка входа.

4. Все остальные сегменты смещаются вниз, при этом поле *p_offset* каждого из них увеличивается на длину тела файла.

5. Анализируя заголовок таблицы секций, агент находит нужную секцию для внедрения.

6. Все хвостовые секции сегмента смещаются вниз, при этом поле *sh_offset* остается одного размера для места внедрения.

Принципы внедрения ЦВЗ в PE-файлы с технической точки зрения практически ничем не отличаются от аналогичных принципов внедрения в ELF-файлы ОС Linux, разве что именами служебных полей и стратегией их модификации. Из-за этого следует выделить следующие оставшиеся способы внедрения.

1. Размещение агента поверх оригинальной программы.

2. Размещение агента в свободном месте программы.

3. Дописывание агента в начало, середину или конец файла с сохранением оригинального содержимого.

4. Размещение агентом основного тела файла-носителя (например, в динамической библиотеке или NTFS-потоке), загружаемого «заголовком» файла, внедренного в файл спо-

собами № 1, 2 или 3. Большую трудность на конечном этапе формирования агента вызывает формирование общего алгоритма для скрытого мониторинга. Блок-схема (рис. 4) показывает, что основное действие агента при формировании агента расходуется на части.

Настройка конфигурационного файла для агентов мало чем отличается от настройки этого файла для сервера. Там также есть секции *syscheck*, *rootkit*, *localfile* и прочие. Но удобнее держать один конфигурационный файл для агентов на сервере, а агенты будут сами подхватывать этот конфигурационный файл и его изменения.

Исследование «перемещения», динамического и статического связывания

Символические ссылки и символические определения должны быть связаны друг с другом. Механизм соединения символических ссылок с их соответствующими символическими определениями известен как перемещение. Допустим, у нас есть программа, которая добавляет значения двух глобальных переменных вместе. Чтобы эти переменные были успешно использованы в нашей программе, необходимо разрешить их адреса в виртуальном адресном пространстве процесса. В качестве дополнительного примера: если наша программа вызывает функцию из внешней зависимости, адрес этой функции также должен быть вычислен до передачи ей контроля выполнения. Эти два сценария являются примерами того, где должны применяться перемещения.

Причина, по которой эти перемещения происходят во время выполнения, заключается в том, что, в отличие от статического связывания, символические определения существуют не в контексте основного двоичного файла, а во внешних общих объектах. Эти динамические ссылки не будут заполняться до тех пор, пока соответствующие внешние зависимости не будут загружены в память. Основы изображений динамически связанных зависимостей не являются детерминированными, поскольку они будут различаться даже между различными экземплярами процесса одного и того же исполняемого файла [7]. Информация о перемещении хранится в перемещаемых записях, расположенных в определенных разделах перемещения в объекте файлов Linux. Эти записи

```
typedef struct {
    Elf32_Addr    r_offset;
    Elf32_Word    r_info;
} Elf32_Rel;

typedef struct {
    Elf32_Addr    r_offset;
    Elf32_Word    r_info;
    Elf32_Sword   r_addend;
} Elf32_Rela;
```

Рис. 5. Записи о перемещении ELF32

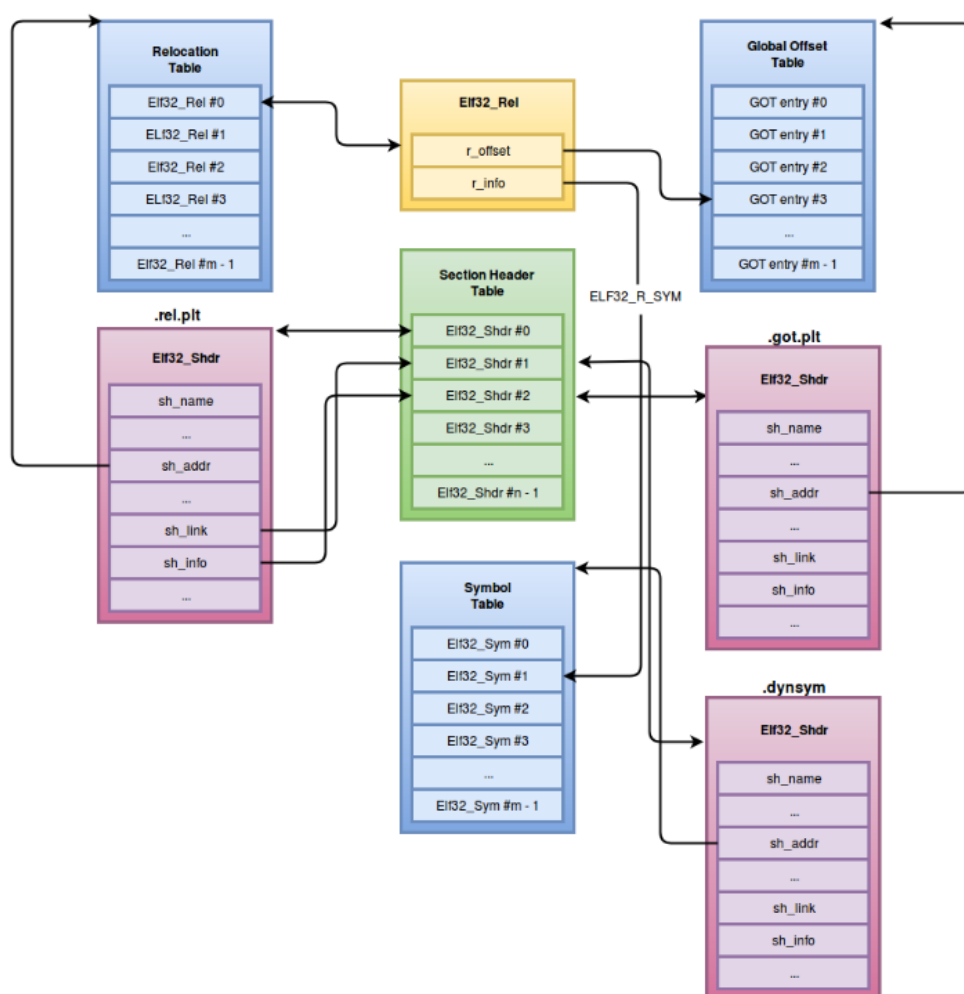


Рис. 6. Отношения раздела, вовлеченные в записи перемещения в файловой системе ОС Linux

реализованы в виде структур. Существуют две разные структуры записи: *Relocation: Elf32_Rel* и *Elf32_Rela* (рис. 5).

Следующая диаграмма (рис. 6) иллюстрирует предыдущие отношения раздела перемещения. Диаграмма выше представляет собой

общее представление взаимосвязи между различными структурами данных, участвующих в перемещениях. Как упоминалось ранее, раздел перемещения связан с двумя другими разделами. Одним из них является таблица символов, где хранятся символы, которые будут

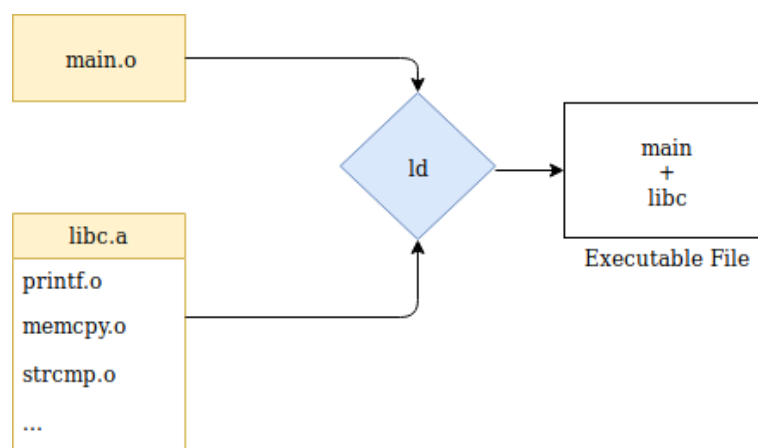


Рис. 7. Статическое связывание

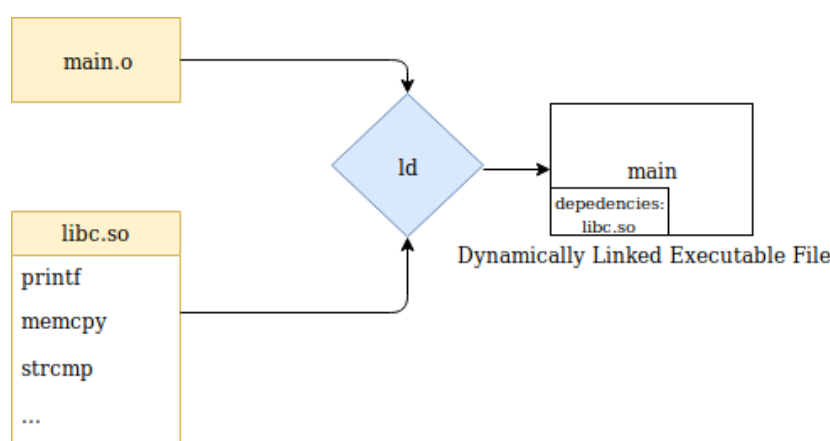


Рис. 8. Динамическое связывание

перемещены. В этом случае раздел представляет собой раздел *.dynsym*, таблицу символов, которая содержит символы для динамического связывания.

Дополнительный раздел, связанный с разделом перемещения, – это место, где будут происходить перемещения. В этом случае это раздел *.got.plt*, который является специальным разделом, предназначенным для хранения таблицы указателей в качестве интерфейса для приложения для доступа к перемещенным адресам динамически связанных процедур. Эта таблица указателей также известна как Глобальная таблица смещений (*GOT*).

Как упоминалось ранее, поле *r_info* в *Elfxx_Rel* и *Elfxx_Rela* содержит два закодированных значения, которые являются индексом символа, к которому применяется перемещение, и типом

перемещения, который следует применять соответствующим образом. Существуют различные типы перемещений, и обычно эти типы перемещений зависят от архитектуры. Мы рассмотрим типы перемещения *x86* и *x86_64*, но рекомендуется полагаться на документацию данной архитектуры ОС *Linux*, чтобы знать ее конкретные типы перемещения [6].

Когда один объектный файл ссылается не на функции или переменные, которых нет в контексте файла, а скорее на другие объектные файлы (зависимости), они должны быть связаны. Компоновщики позволяют использовать отдельные независимые источники кода, предоставляя способ объединения кода в один файл, поэтому разработчик будет избавлен от этой низкоуровневой детализации.

Существует два типа ссылок:

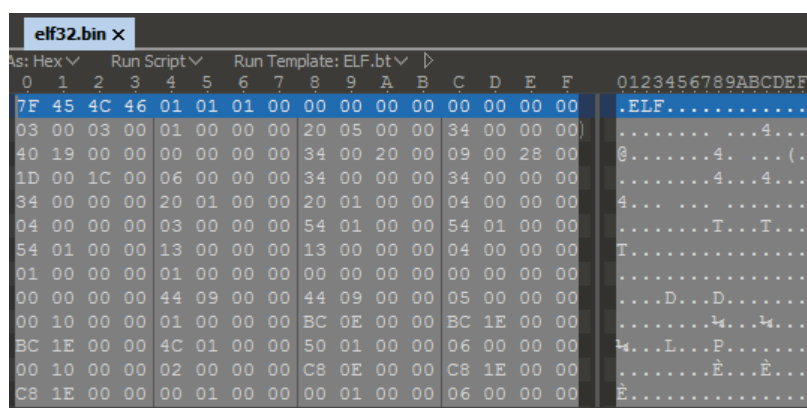


Рис. 9. Магическое поле

struct file		0h	28Ch	Fg:	Bg:	
struct elf_header		0h	34h	Fg:	Bg:	The main elf header basically tells us where everything is located
struct e_ident_t e_ident		0h	10h	Fg:	Bg:	Magic number and other info
enum e_type32 e_e_type	ET_DYN (3)	10h	2h	Fg:	Bg:	Object file type
enum e_machine32 e_e_machine	EM_386 (3)	12h	2h	Fg:	Bg:	Architecture
enum e_version32 e_e_version	EV_CURRENT (1)	14h	4h	Fg:	Bg:	Object file version
Elf32_Addr e_entry_START_ADDRESS	0x00000520	18h	4h	Fg:	Bg:	Entry point virtual address
Elf32_Off e_phoff_PROGRAM_HEADER_OFFSET_IN_FILE	52	1Ch	4h	Fg:	Bg:	Program header table file offset
Elf32_Off e_shoff_SECTION_HEADER_OFFSET_IN_FILE	6464	20h	4h	Fg:	Bg:	Section header table file offset
Elf32_Word e_flags	0	24h	4h	Fg:	Bg:	Processor-specific flags
Elf32_Half e_ehsize_ELF_HEADER_SIZE	52	28h	2h	Fg:	Bg:	ELF Header size in bytes
Elf32_Half e_phentsize_PROGRAM_HEADER_ENTRY_SIZE_IN_FILE	32	2Ah	2h	Fg:	Bg:	Program header table entry size
Elf32_Half e_phnum_NUMBER_OF_PROGRAM_HEADER_ENTRIES	9	2Ch	2h	Fg:	Bg:	Program header table entry count
Elf32_Half e_shentsize_SECTION_HEADER_ENTRY_SIZE	40	2Eh	2h	Fg:	Bg:	Section header table entry size
Elf32_Half e_shnum_NUMBER_OF_SECTION_HEADER_ENTRIES	29	30h	2h	Fg:	Bg:	Section header table entry count
Elf32_Half e_shndx_STRING_TABLE_INDEX	28	32h	2h	Fg:	Bg:	Section header string table index
struct program_header_table		34h	120h	Fg:	Bg:	Program headers - describes the sections of the program that are loaded into memory
struct section_header_table		1940h	488h	Fg:	Bg:	
struct symbol_table		1034h	4B0h	Fg:	Bg:	
struct dynamic_symbol_table		1CCh	C0h	Fg:	Bg:	

Рис. 10. Получение информации об архитектуре файла

– статическое связывание: завершено в конце процесса компиляции;

– динамическое связывание: завершено во время загрузки системой.

Статическое связывание довольно простое (рис. 7).

Компоновщик времени компиляции (*ld*) собирает все соответствующие объектные файлы *-main.o* и статическую библиотеку *libc.a* (набор объектных файлов), применяет перемещения и объединяет файлы в один двоичный файл. Таким образом, когда многие объектные файлы связаны, результирующий размер двоичного файла может стать очень большим [10].

Динамическое связывание, с другой стороны, является более сложным процессом (рис. 8). В отличие от статического связывания, для создания динамически связанного исполняемого файла *ld* требует общих библиотек. Выходной файл будет содержать код исполняемого файла и имена необходимых общих библиотек, встроенных в двоичный файл.

Когда файл выполняется, динамический компоновщик найдет необходимые зависимости для загрузки и свяжет их вместе. Таким образом, откладывается этап связывания от времени компиляции до времени выполнения.

В данной статье предлагается следующий алгоритм встраивания [7] ЦВЗ:

– выбор ключа ЭП для последующего извлечения сообщения;

– выбор встраиваемого сообщения.

Алгоритм извлечения ЦВЗ выглядит следующим образом:

– выбор контейнера;

– ввод ключа ЭП.

Алгоритм работы программы [10; 11] выглядит следующим образом.

1. Программа проверяет соответствие формата файла *ELF* по магическому полю в начале файла (рис. 9).

2. Получает архитектуру, для которой скомпилирован файл. От этого зависит размер полей секций файла *ELF* (рис. 10).

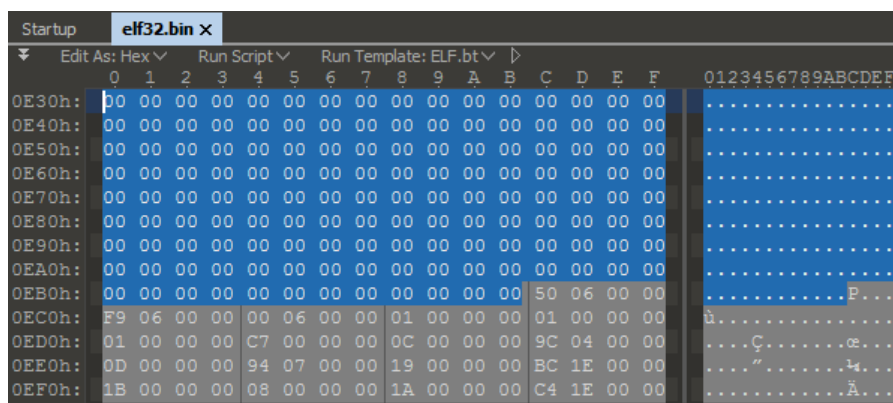


Рис. 11. Свободное пространство между секциями

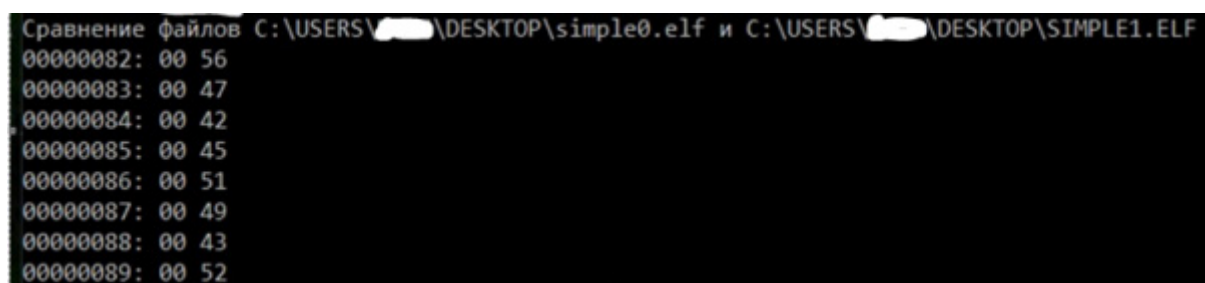


Рис. 12. Сравнение байтов оригинального и полученного файла

3. Просматривает всю таблицу секций в поисках максимально свободного пространства между секциями (рис. 11).

4. Данные шифруются логином и паролем с помощью $\wedge$ (XOR – исключающее «или») и сохраняются в файл (табл. 2). Для подтверждения вложения ЦВЗ и работы программы использовалась команда FC , сравнивающая байты двух файлов (рис. 12).

Выводы

В процессе разработки программы часто используются имена для ссылки на объекты в коде, такие как функции или переменные, которые используются во всей программе. Эта информация называется символической информацией программы. Символьные ссылки в машинном коде переводятся в смещения и адреса в процессе компиляции. Однако компиляторы не ограничиваются генерацией машинного кода; они также экспортируют символическую информацию из исходного кода. Символическая информация экспортируется

для улучшения интерпретации сгенерированного машинного кода.

Интересно, что вредоносное ПО также взаимодействует с таблицами символов, как механизм антианализа. Таблицы символов могут казаться полностью удаленными из двоичного файла как попытка ужесточить процесс анализа, в других случаях их записи в таблице строк могут поменяться местами, так что символы будут неправильно интерпретированы.

Основное различие между видимостью символа и связыванием символа заключается в том, что первый применяется к хост-объекту данного символа и применяется к любому внешнему объекту, на который он ссылается. Связывание символов, с другой стороны, задается внешним объектом, ссылающимся на символ, и применяется во время соединения. Другими словами, привязка объекта зависит от объекта, ссылающегося на символ, а видимость символа зависит от того, как был скомпилирован объект, содержащий символ. Единственное релевантное содержимое этого поля – его три последних значащих бита. Другие

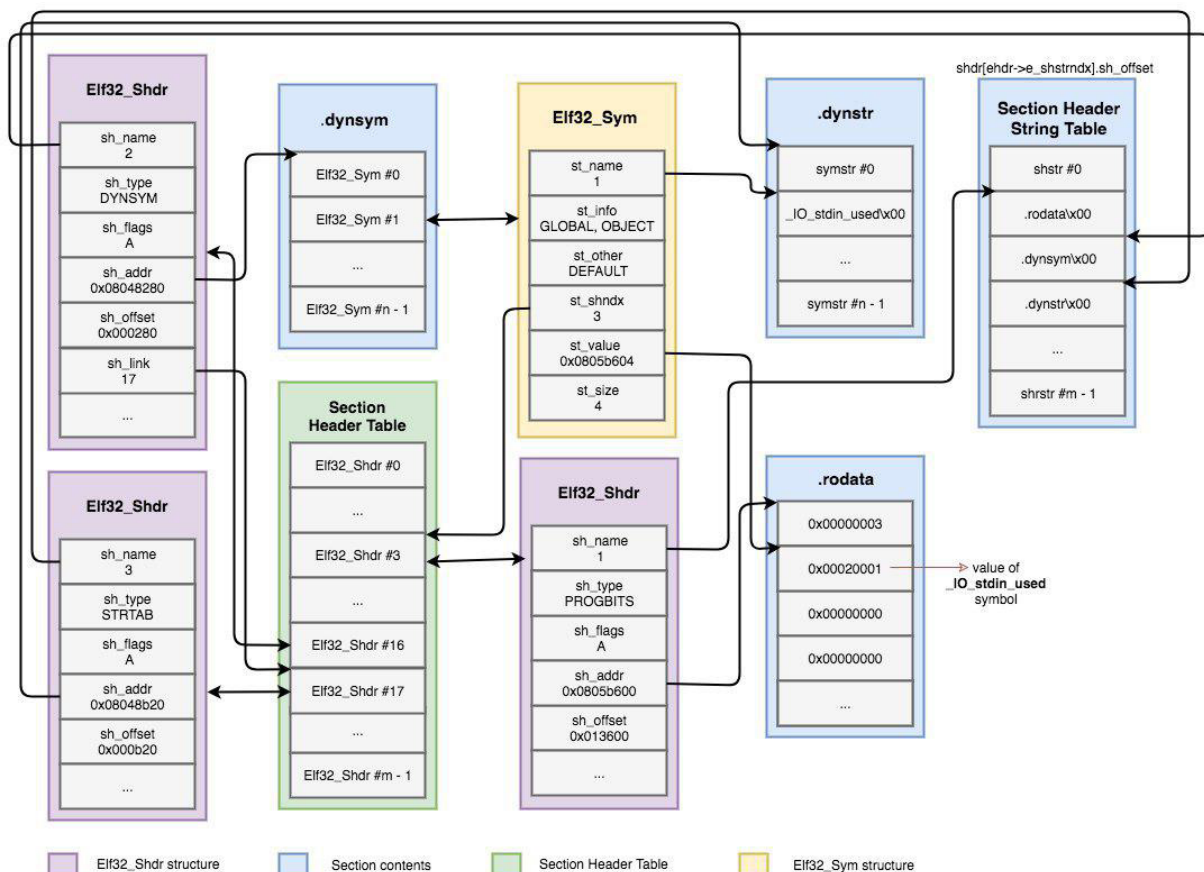


Рис. 13. Диаграмма концепции таблиц символов и строк файловой системы ОС Linux

битовые поля не содержат определенного значения [6].

Если данный двоичный файл был удален (`.symtab/.strtab` были удалены) и этот же двоичный файл был скомпилирован так, чтобы подмножество его символов было динамически связано, это подмножество символов может быть восстановлено путем анализа таблицы `.dynsym`, расположенной в `DT_SYMTAB` записи в `PT_DYNAMIC` сегменте. Для динамически связанных исполняемых файлов `.dynsym` не будет удален, даже если целевой двоичный файл был удален, поскольку он необходим во время выполнения `RTLD` в процессе динамического связывания.

Как и в `.symtab`, `.dynsym` имеет свою собственную таблицу строк с именем `Dynstr`. Все отношения, ранее рассмотренные между `.symtab` и `.strtab`, также применяются между `.dynsym` и `.dynstr`. Следующая диаграмма (рис. 13) иллюстрирует концепции таблиц символов и строк, которые мы только что обсудили.

На этой диаграмме мы видим пример представления различных структур данных из двоичного файла, содержащего символ `_IO_stdin_used`. Этот символ представлен в виде второго `Elf32_Sym`, например, в `.dynsym` таблице символов. Обратите внимание, что `.dynsym` раздел представлен как `Elf32_Shdr` структуры, а индекс его таблицы строк в заголовке раздела таблицы может быть извлечен с помощью своего `sh_link Elf32_Shdr` в поле.

Кроме того, этот символ находится в разделе `.rodata`, как показано в его поле `Elf32_Sym st_shndx`, которое обозначает четвертый экземпляр `Elf32_Shdr` в таблице заголовков разделов. В этом `Elf32_Shdr` экземпляре в `sh_name` поле указывает на вторую строку в секции заголовка «Строка таблицы», которой является «`.rodata`» строка.

Кроме того, мы можем получить атрибуты `_IO_stdin_used` на основе его экземпляра `Elf32_Sym`. Мы можем видеть, что он имеет тип `OBJECT`, а его привязка имеет

тип *GLOBAL*. Следовательно, мы можем предположить, что этот символ является глобальной переменной. Обратите внимание, что поле *st_value* может привести к неправильным пред-

ставлениям, поскольку оно содержит виртуальный адрес, обозначающий местоположение символа в его соответствующем разделе, но не фактическое значение символа.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (грант ИБ) в рамках научного проекта № 5/2020.

Список литературы

1. Буйневич, М.В. Автоматизированное средство алгоритмизации машинного кода телекоммуникационных устройств / М.В. Буйневич, К.Е. Израилов // Телекоммуникации. – 2013. – № 6. – С. 2–9.
2. Андрианов, В.И. Способ защиты информационно-вычислительных сетей от компьютерных атак / В.И. Андрианов, В.В. Бухарин, А.В. Кирьянов, В.А. Липатников, И.Ю. Санин, Д.В. Сахаров, Ю.И. Стародубцев // Патент на изобретение RU 2472211 C1, 10.01.2013. Заявка № 2011147613/08 от 23.11.2011.
3. Штеренберг, С.И. Разработка методики построения доверенной среды на основе скрытого программного агента. Часть 1. исследование / С.И. Штеренберг, А.В. Красов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2021. – № 2. – С. 14–20.
4. Кузнецов, И.А. Управление АСМК организации интегрированной структуры с прогнозированием состояния информационной безопасности / И.А. Кузнецов, В.А. Липатников, Д.В. Сахаров // Электросвязь. – 2016. – № 3. – С. 28–36.
5. Шариков, П.И. Методика нахождения величины наиболее выгодного контейнера в форматах исполняемых файлов / П.И. Шариков // Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2015. – Т. 7. – № 5. – С. 58–62.
6. Штеренберг, С.И. Разработка методики построения доверенной среды на основе скрытого программного агента. Часть 2. тестирование и оценка эффективности / С.И. Штеренберг, А.В. Красов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2021. – № 3. – С. 3–8.
7. Штеренберг, С.И. Разработка методики построения доверенной среды на основе скрытого программного агента. Часть 2. тестирование и оценка эффективности / С.И. Штеренберг, А.В. Красов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2021. – № 3. – С. 3–8.
8. Штеренберг, С.И. Статистический анализ работы самомодифицирующегося кода в адаптивной системе локальной вычислительной сети / С.И. Штеренберг // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2016. – № 2. – С. 111–118.
9. Штеренберг, С.И. Методика построения поисковой системы для примитивной программы адаптивного действия / С.И. Штеренберг // Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2015. – Т. 7. – № 4. – С. 52–57.
10. Штеренберг, С.И. RPA (rationabile progressio aggredi) (лат.) / С.И. Штеренберг, В.И. Андрианов, В.А. Липатников, С.В. Костарев // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2015611539, 30.01.2015. Заявка № 2014662384 от 02.12.2014.
11. Штеренберг, С.И. Методика применения в адаптивной системе локальных вычислительных сетей стегаживания в исполнимые файлы на основе самомодифицирующегося кода / С.И. Штеренберг // Системы управления и информационные технологии. – 2016. – № 1(63). – С. 51–54.
12. Штеренберг, С.И. Анализ работы алгоритмов защиты информации на основе самомодифицирующегося кода с применением стегаживания / С.И. Штеренберг // Научные технологии в космических исследованиях Земли. – 2016. – Т. 8. – № 2. – С. 86–90.

13. Васильева, Е.К. Изучение проблемы несанкционированного доступа к конфиденциальной информации / Е.К. Васильева, О.А. Гусева, Д.Д. Каратова [и др.] // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2018. – № 1. – С. 98–102.

14. Радынская, В.Е. Разработка метода защиты ядра программных приложений с применением самомодифицирующегося кода / В.Е. Радынская, А.В. Поляничева, К.А. Ахrameева // Региональная информатика и информационная безопасность : Сборник трудов, Санкт-Петербург, 23–25 октября 2019 года. – СПб : Региональная общественная организация «Санкт-Петербургское Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления», 2019. – С. 136–141.

15. Красов, А.В. Алгоритмы и методы защиты программного кода на базе обфускации / А.В. Красов, И.П. Зуев, П.В. Карельский [и др.] // I-methods. – 2020. – Т. 12. – № 1. – С. 1–12.

16. Котенко, И.В. Комплексный подход к обеспечению безопасности киберфизических систем на основе микроконтроллеров / И.В. Котенко, Д.С. Левшун, А.А. Чечулин [и др.] // Вопросы кибербезопасности. – 2018. – № 3(27). – С. 29–38.

17. Fedorov, V.K. Development of a method for building a trusted environment by using hidden software agent steganography / V.K. Fedorov, E.G. Balenko, S.I. Shterenberg, A.V. Krasov // Journal of Physics: Conference Series, Vladivostok. – Vladivostok, 2021. – P. 012047.

References

1. Buynevich, M.V. Avtomatizirovannoye sredstvo algoritmizatsii mashinnogo koda telekommunikatsionnykh ustroystv / M.V. Buynevich, K.Ye. Izrailov // Telekommunikatsii. – 2013. – № 6. – С. 2–9.

2. Andrianov, V.I. Sposob zashchity informatsionno-vychislitel'nykh setey ot komp'yuternykh atak / V.I. Andrianov, V.V. Bukharin, A.V. Kir'yanov, V.A. Lipatnikov, I.YU. Sanin, D.V. Sakharov, YU.I. Starodubtsev // Patent na izobreteniyе RU 2472211 C1, 10.01.2013. Zayavka № 2011147613/08 ot 23.11.2011.

3. Shterenberg, S.I. Razrabotka metodiki postroyeniya doverennoy sredy na osnove skrytogo programmogo agenta. Chast' 1. issledovaniye / S.I. Shterenberg, A.V. Krasov // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna. Seriya 1: Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – 2021. – № 2. – С. 14–20.

4. Kuznetsov, I.A. Upravleniye ASMK organizatsii integrirovannoy struktury s prognozirovaniyem sostoyaniya informatsionnoy bezopasnosti / I.A. Kuznetsov, V.A. Lipatnikov, D.V. Sakharov // Elektrosvyaz'. – 2016. – № 3. – С. 28–36.

5. Sharikov, P.I. Metodika nakhozhdeniye velichiny naiboleye vygodnogo konteynera v formatakh ispolnyayemykh faylov / P.I. Sharikov // Naukoyemkiye tekhnologii v kosmicheskikh issledovaniyakh Zemli. – 2015. – Т. 7. – № 5. – С. 58–62.

6. Shterenberg, S.I. Razrabotka metodiki postroyeniya doverennoy sredy na osnove skrytogo programmogo agenta. Chast' 2. testirovaniye i otsenka effektivnosti / S.I. Shterenberg, A.V. Krasov // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna. Seriya 1: Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – 2021. – № 3. – С. 3–8.

7. Shterenberg, S.I. Razrabotka metodiki postroyeniya doverennoy sredy na osnove skrytogo programmogo agenta. Chast' 2. testirovaniye i otsenka effektivnosti / S.I. Shterenberg, A.V. Krasov // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna. Seriya 1: Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – 2021. – № 3. – С. 3–8.

8. Shterenberg, S.I. Statisticheskiy analiz raboty samomodifitsiruyushchegosya koda v adaptivnoy sisteme lokal'noy vychislitel'noy seti / S.I. Shterenberg // Vestnik molodykh uchenykh Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna. – 2016. – № 2. – С. 111–118.

9. Shterenberg, S.I. Metodika postroyeniya poiskovoy sistemy dlya primitivnoy programmy adaptivnogo deystviya / S.I. Shterenberg // Naukoyemkiye tekhnologii v kosmicheskikh issledovaniyakh Zemli. – 2015. – Т. 7. – № 4. – С. 52–57.

10. Shterenberg, S.I. RPA (rationabile progressio aggredi) (lat.) / S.I. Shterenberg, V.I. Andrianov, V.A. Lipatnikov, S.V. Kostarev // Svidetel'stvo o registratsii programmy dlya EVM RU 2015611539,

30.01.2015. Zayavka № 2014662384 ot 02.12.2014.

11. Shterenberg, S.I. Metodika primeneniya v adaptivnoy sisteme lokal'nykh vychislitel'nykh setey stegovlozheniya v ispolnimyye fayly na osnove samomodifitsiruyushchegosya koda / S.I. Shterenberg // Sistemy upravleniya i informatsionnyye tekhnologii. – 2016. – № 1(63). – S. 51–54.

12. Shterenberg, S.I. Analiz raboty algoritmov zashchity informatsii na osnove samomodifitsiruyushchegosya koda s primeneniym stegovlozheniya / S.I. Shterenberg // Naukoyemkiye tekhnologii v kosmicheskikh issledovaniyakh Zemli. – 2016. – T. 8. – № 2. – S. 86–90.

13. Vasil'yeva, Ye.K. Izucheniye problemy nesanktsionirovannogo dostupa k konfidentsial'noy informatsii / Ye.K. Vasil'yeva, O.A. Guseva, D.D. Karatova [i dr.] // Vestnik molodykh uchenykh Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna. – 2018. – № 1. – S. 98–102.

14. Radynskaya, V.Ye. Razrabotka metoda zashchity yadra programmnykh prilozheniy s primeneniym samomodifitsiruyushchegosya koda / V.Ye. Radynskaya, A.V. Polyanicheva, K.A. Akhrameyeva // Regional'naya informatika i informatsionnaya bezopasnost' : Sbornik trudov, Sankt-Peterburg, 23–25 oktyabrya 2019 goda. – SPb : Regional'naya obshchestvennaya organizatsiya «Sankt-Peterburgskoye Obshchestvo informatiki, vychislitel'noy tekhniki, sistem svyazi i upravleniya», 2019. – S. 136–141.

15. Krasov, A.V. Algoritmy i metody zashchity programmno koda na baze obfuskatsii / A.V. Krasov, I.P. Zuyev, P.V. Karel'skiy [i dr.] // I-methods. – 2020. – T. 12. – № 1. – S. 1–12.

16. Kotenko, I.V. Kompleksnyy podkhod k obespecheniyu bezopasnosti kiberfizicheskikh sistem na osnove mikrokontrollerov / I.V. Kotenko, D.S. Levshun, A.A. Chechulin [i dr.] // Voprosy kiberbezopasnosti. – 2018. – № 3(27). – S. 29–38.

© A.B. Красов, 2022

УДК 004.056.57

А.В. КРАСОВ

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени проф. М.А. Бонч-Бруевича», г. Санкт-Петербург

МОДЕЛЬ НАРУШИТЕЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИЕ КАНАЛЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Ключевые слова: вирус-трояна *Shlayer*; ГОСТ Р 53113.1-2008; стеганография; Федеральная служба по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК).

Аннотация. Классификация стеганографических методов преобразования информации описана в базовой модели угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных, утвержденной ФСТЭК РФ в 2008 г. Цели и задачи: провести анализ существующих программ для создания стеганографических каналов и большинства из представленных в нем методов. Достигнутые результаты: приводятся исследовательские работы по проекту Грант-ИБ 5/2020, предложения по совершенствованию базовой модели.

Стеганография – это наука скрывать сообщения внутри других сообщений. Общая классификации методов стеганографии (нетрадиционных методов взаимодействия) определена в базовой модели угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных, утвержденной ФСТЭК РФ 15.02.2008 [1]. Стандарт РФ ГОСТ Р 53113.1–2008 «Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов» [2] определяет понятие «скрытый канал» как незапланированный разработчиками системы информационных технологий и автоматизированных систем коммуникационный канал, имеющий возможность быть примененным для нарушения политики безопасности. Общая схема классификации приведена на рис. 1.

Данная классификация отражает представления о методах стеганографии начала 2008 г., однако часть методов так и осталась нереализованной на практике. В условиях же тотального пренебрежения защитой от создания стенографических каналов на практике используются самые простые в реализации методы стеганографии, для которых было создано большое количество бесплатных программ. В то же время появились новые методы, основанные на особенностях современных форматов файлов [6–8].

В результате поиска информации в сети интернет удалось обнаружить и протестировать 46 программ для создания стеганографических каналов. Статистика программ по методам вложения приведена на рис. 2.

Данный анализ позволяет сделать вывод о том, что большинство разработчиков в условиях тотального отсутствия противодействия методам стеганографии выбирают исключительно простейшие методы вложения, большинство методов, приведенных в типовой модели [1], оказываются не востребованы на практике.

С учетом анализа возможностей выявленного нового программного обеспечения, выходящего за рамки модели 2008 г., а также новых научных публикаций в этой области [5] можно предложить обновленную классификацию методов создания стенографических каналов взаимодействия, представленную на рис. 3.

Выявленные новые методы выделены на рис. 2 различными цветами согласно степени модификации. Вместе с очевидным расширением известных методов вложения в наименьшие значащие биты и текстовых методов стеганографии применительно к новым типам покрывающих сообщений (таких, как аудио и видео файлы со сжатием) появились принципиально новые сферы применения стеганографии:

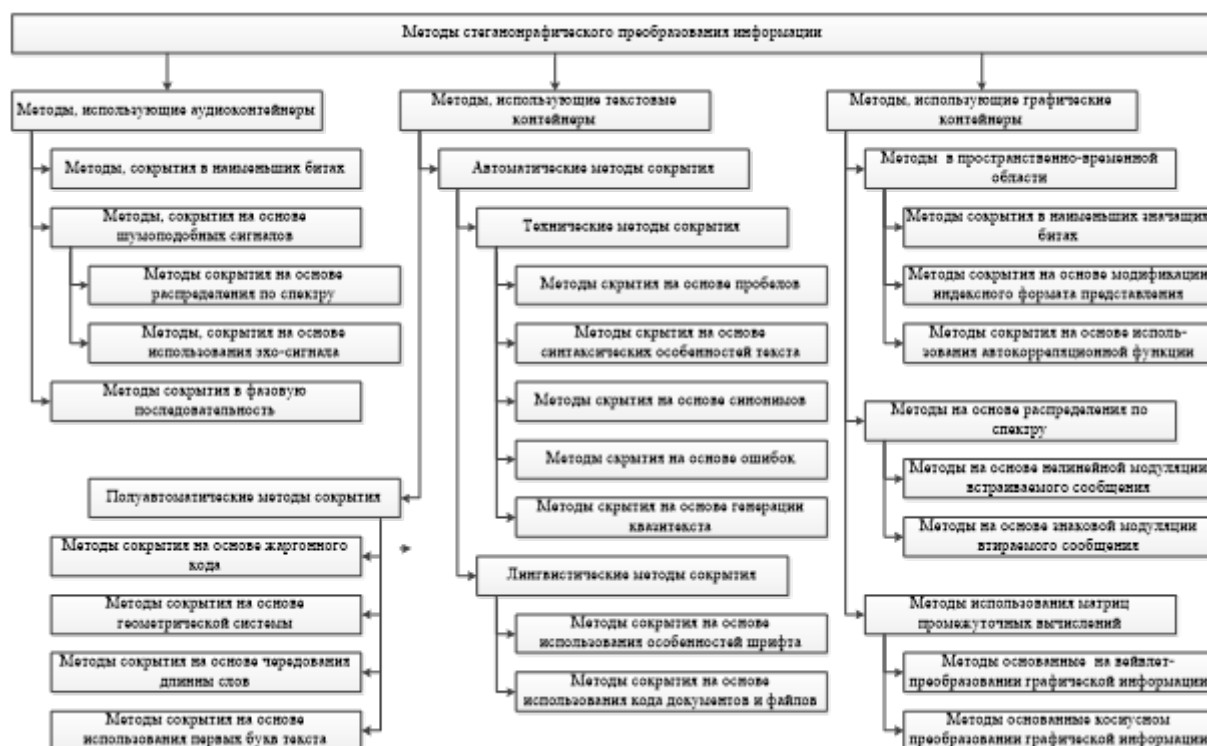


Рис. 1. Классификация методов стеганографического (нетрадиционного) преобразования информации (СПИ)

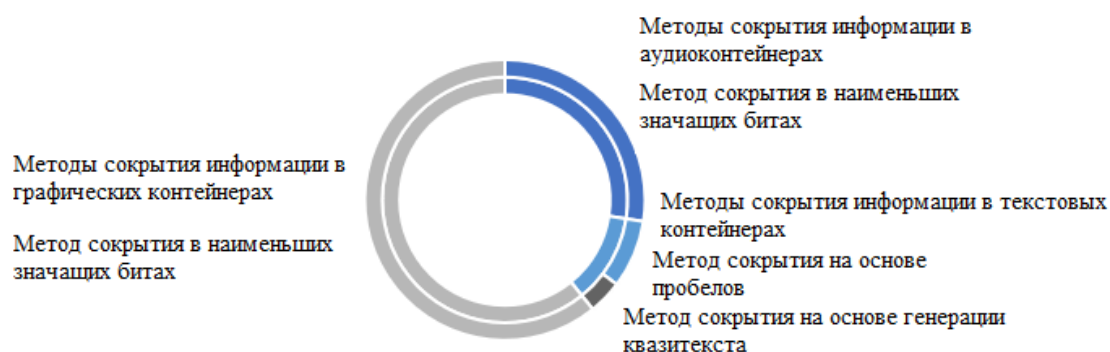


Рис. 2. Статистика программного обеспечения по использованию методов стеганографии

в компьютерных вирусах и системах промышленного шпионажа. Всего в предлагаемой модели введено 22 новых метода стеганографического преобразования информации, что составляет увеличение изначальной модели почти на 70 %. При составлении модели использовалась программа [4]. В частности, лабораторией Касперского были выявлены три западные компании промышленного шпионажа,

использующие методы стеганографии организации скрытого канала взаимодействия между управляющими серверами и вредоносным программным обеспечением. Данные программы обеспечивали перехват информации с компьютера жертвы, удаленное подключение к рабочему столу, копирование данных из файловой структуры. Управление программой, как и пересылка данных, обновлений и шелл-кодов, осу-

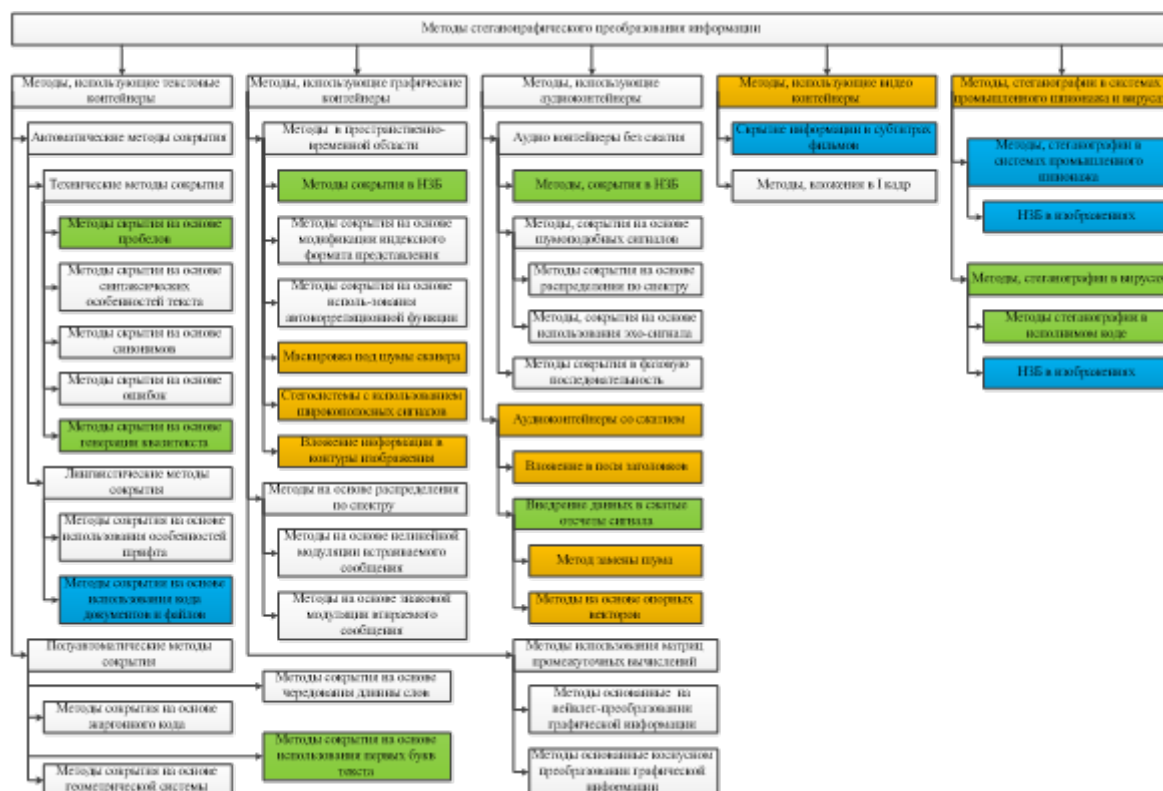


Рис. 3. Предлагаемая систематизация методов стеганографического преобразования информации

ществлялось через скрытое вложение в твиты с мемами и медиа-данными. Таким образом, речь идет о скрытом канале взаимодействия уже не людей, а программных модулей [3].

Как показывают графики активности подобных вирусов (рис. 4), атаки направлены на конкретных жертв, для которых разрабатываются (модифицируются) алгоритмы, в том числе создаются скрытые каналы на основе стеганографии. Поддержка активности вируса постепенно сходит на нет по мере достижения цели атаки.

Применение стеганографии в системах промышленного шпионажа – новое направление, используемое преступниками и компаниями, занимающимися промышленным шпионажем. Исследование данных атак представляет собой новое направление, лежащее на стыке стеганографии и компьютерных вирусов. Современные подходы к построению антивирусных программ совершенно не защищают от использования стеганографии с использованием контейнеров, составляющих значительную часть трафика интернета, которые обычно не подлежат анализу.

Аналогичным образом традиционные методы стегоанализа не учитывают специфику шелкодов и команд управления компьютерными вирусами.

Модель нарушителя информационной безопасности описывает угрозы, возникающие при использовании методов стеганографии. Целями создания модели угроз являются определение актуальных угроз безопасности информации для дальнейшего определения требований по противодействию нетрадиционным каналам взаимодействия на основе методов цифровой и сетевой стеганографии в выделенном фрагменте вычислительной сети, а также последующий контроль обеспечения уровня защищенности системы.

Задачами создания модели угроз являются:

- определение негативных последствий, которые могут наступить от реализации (возникновения) угроз безопасности информации, обрабатываемой в системе;
- определение возможных объектов воздействия угроз безопасности информации;
- определение источников угроз безопасности информации;

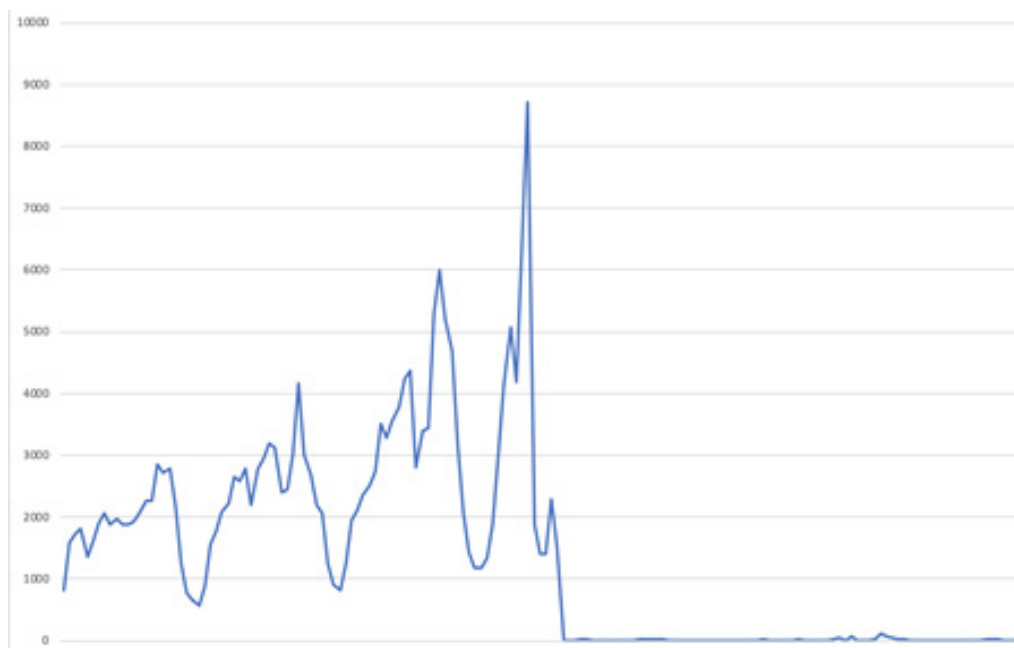


Рис. 4. Активность вируса-трояна *Shlayer*

ности информации и оценка возможностей нарушителей по реализации угроз безопасности информации в системе;

- оценка способов и сценариев реализации (возникновения) угроз безопасности информации, обрабатываемой в системе;
- оценка возможности реализации (возникновения) угроз безопасности информации применительно к системе;
- формирование перечня угроз безопасности информации, актуальных для системы.

В качестве методической основы приняты следующие нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы защиты персональных данных и моделирования угроз безопасности информации:

- Федеральный закон Российской Федерации от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»;
- Федеральный закон Российской Федерации от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных»;
- Федеральный закон Российской Федерации от 27.07.2006 № 98-ФЗ «О коммерческой тайне»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 01.11.2012 № 1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных

системах персональных данных»;

- приказ ФСТЭК России от 18.02.2013 № 21 «Об утверждении Состав и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных»;

- приказ Федеральной службы безопасности (ФСБ) России от 10.07.2014 № 378 «Об утверждении Состав и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных с использованием средств криптографической защиты информации, необходимых для выполнения установленных Правительством Российской Федерации требований к защите персональных данных для каждого из уровней защищенности»;

- базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных, утвержденная заместителем директора ФСТЭК России 15.02.2008;

- методика оценки угроз безопасности информации, утвержденная ФСТЭК России 05.02.2021;

- методические рекомендации по разработке нормативных правовых актов, определяющих угрозы безопасности персональ-

Таблица 1. Градация последствий нарушения безопасности сети

№	Виды риска (ущерба)	Возможные типовые негативные последствия
У1	Ущерб физическому лицу	Нарушение конфиденциальности (утечка) персональных данных; вовлечение гражданина в противоправную деятельность
У2	Риски юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю, связанному с хозяйственной деятельностью	Формирование в организации скрытой (спящей) ячейки с деструктивными функциями; вовлечение сотрудников предприятия в деструктивные действия, связанные с нарушением законодательства; вовлечение сотрудников в действия, связанные с организацией саботажа и нарушения штатного режима функционирования предприятия; утечки конфиденциальной информации предприятия, которые могут привести к потерям конкурентных преимуществ, в т.ч. содержащих сведения ограниченного доступа, использование скрытых (стеганографических) каналов для распространения и управления вредоносным программным обеспечением
У3	Ущерб государству	Вмешательство во внутренние дела Российской Федерации со стороны иностранных спецслужб; вовлечение граждан в противоправную и подрывную деятельность; формирование скрытых (спящих) ячеек с деструктивными функциями; промышленный шпионаж, кражи персональных данных; использование скрытых (стеганографических) каналов для распространения и управления вредоносным программным обеспечением

ных данных, актуальные при обработке персональных данных в информационных системах персональных данных, эксплуатируемых при осуществлении соответствующих видов деятельности, утвержденные руководством восьмого Центра ФСБ России от 31.03.2015 № 149/7/2/6-432.

В качестве источников информации о возможных угрозах безопасности информации, тактиках и техниках их реализации в настоящем документе использованы:

1) банк данных угроз (БДУ) (<https://bdu.fstec.ru/threat>), поддержка которого осуществляется ФСТЭК России;

2) база данных MITRE ATT&CK (<https://attack.mitre.org/matrices>), поддержка которой осуществляется MITRE Corporation;

3) база данных CAPEC (<https://capec.mitre.org/data/index.html>), поддержка которой осуществляется MITRE Corporation.

Особенностью данной модели является то, что, кроме традиционных категорий пользователей компьютерной сети, вводится особая категория – стегоинсайдер.

Под стеганосайдером [9; 10] понимается в работе, выполняемой в рамках Грант-ИБ 5/2020, пользователь сети, который имеет легальный доступ к сетевой и физической инфраструктуре, но при этом использует методы стеганографии (сетевой, цифровой и др.) для создания скры-

того нетрадиционного (стеганографического) канала взаимодействия как между участниками «теневой» группы, так и между внешними участниками и стегоинсайдерами внутри сети.

В качестве подтверждения факта актуальности данной угрозы можно указать то, что Б. Шнайер в своей книге «Секреты и ложь. Безопасность данных в цифровом мире» признает факт того, что западные спецслужбы рекомендуют использование методов стеганографии для организации секретной связи в странах с «тоталитарными» режимами для продвижения оранжевых революций, когда, как они считают, сам факт использования нелегальных зашифрованных каналов связи может быть воспринят в качестве признака подрывной деятельности.

Модель угроз имеет целью определение угроз для безопасности пользователей сети. В табл. 1 представлена градация возможных нарушений безопасности с точки зрения масштаба их последствий для субъектов и иных лиц.

Объектами воздействия угроз безопасности [10] могут являться факторы, представленные в табл. 2.

Источники угроз безопасности, связанные с использованием методов стеганографии, характеристика актуальных нарушителей [11], которые могут являться источниками угроз безопасности информации, возможные цели реализации ими угроз безопасности информации,

Таблица 2. Возможные объекты воздействия угроз безопасности информации

Негативные последствия	Объекты воздействия	Виды воздействия
Нарушение конфиденциальности (утечка) персональных данных (НП-1)	Информационные системы, содержащие персональные данные, служебные сведения	Утечка идентификационной или персональной информации граждан из базы данных
Вовлечение гражданина в противоправную деятельность (НП-2)	Граждане	Распространение среди людей провокационной, экстремистской информации, вовлечение их в криминальную и террористическую деятельность
Формирование в организации скрытой (спящей) ячейки с деструктивными функциями (НП-3)	Сотрудники организаций	Формирование неформальных, неподконтрольных групп сотрудников (людей), управляемых через скрытые каналы взаимодействия
Вовлечение граждан (сотрудников предприятия) в деструктивные действия, связанные с нарушением законодательства (НП-4)	Правопорядок	Организация беспорядков и противоправных действий
Вовлечение сотрудников в действия, связанные с организацией саботажа и нарушения штатного режима функционирования предприятия (НП-5)	Инфраструктура предприятий	Нарушение штатного режима работы предприятий
Утечки конфиденциальной информации предприятия, которые могут привести к потерям конкурентных преимуществ, в т.ч. содержащих сведения ограниченного доступа (НП-6)	Интеллектуальная собственность	Утечки и кража конфиденциальной информации
Использование скрытых (стеганографических) каналов для распространения и управления вредоносным программным обеспечением (НП-7)	Информационные сети, компьютерные системы	Атаки на средства вычислительной техники, программное обеспечение и компьютерные сети с помощью вредоносного программного обеспечения
Вмешательство во внутренние дела Российской Федерации со стороны иностранных спецслужб (НП-8)	Граждане	Подрывная деятельность иностранных спецслужб и криминальных структур, шпионская деятельность

Таблица 3. Источники угроз безопасности информации

№ вида	Вид нарушителя	Категория нарушителя	Возможные цели реализации угроз безопасности
1	Авторизованные пользователи системы	Внутренний	Непреднамеренные, неосторожные или неквалифицированные действия; любопытство или желание самореализации (подтверждение статуса); месть за ранее совершенные действия; получение финансовой или иной материальной выгоды
2	Отдельные физические лица (хакеры)	Внешний	Желание самореализации (подтверждение статуса); получение финансовой или иной материальной выгоды

3	Преступные группы (криминальные структуры)	Внешний	Получение финансовой или иной материальной выгоды
4	Разработчики программных, программно-аппаратных средств	Внешний	Создание и внедрение в информационное пространство программных и программно-аппаратных средств, содержащих не декларируемые возможности создания скрытых каналов для ведения переписки с содержанием, являющимся возможным нарушением законодательства, пересылки команд для деструктивных воздействий и обновления вредоносного программного обеспечения
5	Спецслужбы иностранных государств и компаний промышленного шпионажа	Внешний	Ведение подрывной и шпионской деятельности

Таблица 4. Оценка целей реализации нарушителями угроз безопасности информации в зависимости от возможных негативных последствий и видов ущерба от их реализации

Вид нарушителя	Возможные цели реализации угроз безопасности информации		
	Нанесение ущерба физическому лицу (У1)	Нанесение ущерба юридическому лицу (У2)	Ущерб государству (У3)
Авторизованные пользователи системы	+	+	+
Отдельные физические лица (хакеры)	+	+	+
Преступные группы (криминальные структуры)	+	+	+
Разработчики программных, программно-аппаратных средств	–	+	+
Спецслужбы иностранных государств и компаний промышленного шпионажа	–	+	+

категории актуальных нарушителей, которые могут являться источниками угроз безопасности информации, представлены в табл. 3.

Оценка целей реализации нарушителями угроз безопасности информации в зависимости от возможных негативных последствий и видов ущерба от их реализации представлена в табл. 4.

Уровни возможностей нарушителей по реализации угроз безопасности информации в соответствии с «Методикой оценки угроз безопасности информации» (утвержденной ФСТЭК России от 05 февраля 2021 г.) представлены в табл. 5.

Результат определения актуальных нарушителей при реализации угроз безопасности ин-

формации и соответствующие им возможности представлены в табл. 6.

Таким образом, можно утверждать, что в условиях отсутствия противодействия методам стеганографии на практике применяются в первую очередь простейшие методы вложения. В то же время методы стеганографии все чаще начинают использоваться в смежных областях, таких как компьютерные вирусы, системы обфускации [11; 12], промышленного шпионажа и т.д.

Действующий документ (базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных [1]) в значительной степени устарел и нуждается в обновлении.

Таблица 5. Уровни возможностей нарушителей по реализации угроз безопасности информации

№	Уровень возможностей нарушителей	Возможности нарушителей по реализации угроз безопасности информации
Н1	Нарушитель, обладающий базовыми возможностями	Имеет возможность при реализации угроз безопасности информации использовать только известные программные средства для работы со средствами цифровой стеганографии, известные программы для создания стенографических каналов сетевыми средствами, не требующие только пользовательского уровня владения компьютерной техникой
Н2	Нарушитель, обладающий средними возможностями	Имеет возможность устанавливать и конфигурировать системное программное обеспечение для создания стенографических каналов взаимодействия, настройки компьютерных средств для маскировки своих действий
Н3	Нарушитель, обладающий повышенными средними возможностями	Нарушитель, способный адаптировать программное обеспечение, перестраивать и дорабатывать его на основе источников с открытым кодом или собственных программных реализаций
Н4	Нарушитель, обладающий высокими возможностями	Профессионалы, обладающие значительными ресурсами для реутилизации атак с использованием стеганографии, создания советующего вредоносного программного обеспечения; разработка или модернизация алгоритма создания стенографического канала под конкретную атаку

Таблица 6. Результат определения актуальных нарушителей при реализации угроз безопасности информации и соответствующие им возможности

№ п/п	Виды риска (ущерба) и возможные негативные последствия	Виды актуального нарушителя	Категория нарушений	Уровень возможностей нарушителя
1	Ущерб физическому лицу (У1)	Авторизованные пользователи системы	Внутренние	Н1, Н2
		Отдельные физические лица (хакеры)	Внешние	Н2, Н3
		Преступные группы (криминальные структуры)	Внешние	Н2, Н3, Н4
		Разработчики программных, программно-аппаратных средств	Внешние	Н3, Н4
2	Риски юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю, связанные с хозяйственной деятельностью (У2)	Авторизованные пользователи системы	Внутренние	Н1
		Отдельные физические лица (хакеры)	Внешние	Н2, Н3
		Преступные группы (криминальные структуры)	Внешние	Н2, Н3, Н4
		Разработчики программных, программно-аппаратных средств	Внешние	Н3, Н4
		Спецслужбы иностранных государств и компаний промышленного шпионажа	Внешние	Н3, Н4

3	Ущерб государству (УЗ)	Авторизованные пользователи системы	Внутренние	Н1
		Отдельные физические лица (хакеры)	Внешние	Н2, Н3
		Преступные группы (криминальные структуры)	Внешние	Н2, Н3, Н4
		Разработчики программных, программно-аппаратных средств	Внешние	Н3, Н4

Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (грант ИБ) в рамках научного проекта № 5/2020.

Список литературы

1. Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных (выписка). – М. : ФСТЭК России, 2008.
2. ГОСТ Р 53113.1–2008 «Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов».
3. Штеренберг, С.И. Разработка методики построения доверенной среды на основе скрытого программного агента. Часть 1. исследование / С.И. Штеренберг, А.В. Красов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2021. – № 2. – С. 14–20.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020617876 Российская Федерация. Модель угроз и нарушителя: № 2020616749 : заявл. 29.06.2020 : опубл. 15.07.2020 / А.В. Красов, А.А. Миняев, А.И. Пешков. – СПб : Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2020.
5. Построение доверенной вычислительной среды / А.В. Красов, А.М. Гельфанд, В.И. Коржик [и др.]. – СПб : Индивидуальный предприниматель Петрив Роман Богданович, 2019. – 108 с.
6. Цифровая стеганография и цифровые водяные знаки / В.И. Коржик, К.А. Небаева, Е.Ю. Герлинг [и др.] ; Под общей редакцией профессора В.И. Коржика. – СПб : Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, 2016. – 226 с.
7. Шелухин, О.И. Стеганография. Алгоритмы и программная реализация / О.И. Шелухин, С.Д. Канаев. – М. : Горячая линия – Телеком, 2017, – 592 с.
8. Окова, И.Н. Цифровая стеганография / И.Н. Окова, В.Г. Грибунин, И.Н. Оков, И.В. Туринцев. – Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. – 264 с.
9. Ушаков, И.А. Обнаружение инсайдеров в корпоративной компьютерной сети на основе технологий анализа больших данных / И.А. Ушаков // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2019. – № 4. – С. 38–43.
10. Штеренберг, С.И. Методика применения языка ассемблер для стеговложения информации в исполняемые файлы / С.И. Штеренберг // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2016. – Т. 10. – № 6. – С. 42–47.

References

1. Bazovaya model' ugroz bezopasnosti personal'nykh dannykh pri ikh obrabotke v informatsionnykh sistemakh personal'nykh dannykh (vypiska). – M. : FSTEK Rossii, 2008.
2. GOST R 53113.1–2008 «Zashchita informatsionnykh tekhnologiy i avtomatizirovannykh sistem ot ugroz bezopasnosti, realizuyemykh s ispol'zovaniyem skrytykh kanalov».

3. Shterenberg, S.I. Razrabotka metodiki postroyeniya doverennoy sredy na osnove skrytogo programmogo agenta. Chast' 1. issledovaniye / S.I. Shterenberg, A.V. Krasov // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna. Seriya 1: Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – 2021. – № 2. – S. 14–20.
4. Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2020617876 Rossiyskaya Federatsiya. Model' ugroz i narushitelya: № 2020616749 : zayavl. 29.06.2020 : opubl. 15.07.2020 / A.V. Krasov, A.A. Minyayev, A.I. Peshkov. – SPb : Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy universitet telekommunikatsiy im. prof. M.A. Bonch-Bruyevicha, 2020.
5. Postroyeniye doverennoy vychislitel'noy sredy / A.V. Krasov, A.M. Gel'fand, V.I. Korzhik [i dr.]. – SPb : Individual'nyy predprinimatel' Petriv Roman Bogdanovich, 2019. – 108 s.
6. Tsifrovaya steganografiya i tsifrovyye vodyanyye znaki / V.I. Korzhik, K.A. Nebayeva, Ye.YU. Gerling [i dr.] ; Pod obshchey redaktsiyey professora V.I. Korzhika. – SPb : Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy universitet telekommunikatsiy im. prof. M.A. Bonch-Bruyevicha, 2016. – 226 s.
7. Shelukhin, O.I. Steganografiya. Algoritmy i programmaya realizatsiya / O.I. Shelukhin, S.D. Kanayev. – M. : Goryachaya liniya – Telekom, 2017, – 592 s.
8. Okova, I.N. Tsifrovaya steganografiya / I.N. Okova, V.G. Gribunin, I.N. Okov, I.V. Turintsev. – Moskva : SOLON-PRESS, 2009. – 264 s.
9. Ushakov, I.A. Obnaruzheniye insayderovv korporativnoy komp'yuternoy setina osnove tekhnologiy analiza bol'shikh dannykh / I.A. Ushakov // Vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna. Seriya 1: Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – 2019. – № 4. – S. 38–43.
10. Shterenberg, S.I. Metodika primeneniya yazyka assembler dlya stegovlozheniya informatsii v ispolnyayemye fayly / S.I. Shterenberg // T-Comm: Telekommunikatsii i transport. – 2016. – T. 10. – № 6. – S. 42–47.

© A.B. Красов, 2022

УДК 004.056

С.В. ТАРАНОВ

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ КОДОВ LDPC И AMD

Ключевые слова: коды с малой плотностью проверок на четность; коды, обнаруживающие алгебраические манипуляции; целостность систем хранения данных.

Аннотация. В статье дана модель системы обеспечения целостности данных на основе кодов LDPC и AMD. Описаны подсистемы, отвечающие за предобработку, процессы кодирования и декодирования данных. Отдельно описан механизм противодействия атакам на основе внедрения алгебраических манипуляций, который работает параллельно с обнаружением случайных искажений.

Актуальность исследования

Существующие механизмы обеспечения целостности не обладают защитой от атак на основе алгебраических манипуляций [1–3]. В свою очередь, количество случаев успешно проведенных атак и уязвимых к ним систем продолжают расти. Преимущественно уязвимость систем хранения данных к данному классу атак заключается в том, что системы хранения не учитывают возможность быстрого нахождения коллизий для избыточной части линейного кода, поэтому не добавляют нелинейные операции для защиты. Линейные помехоустойчивые коды не дают равномерной защиты против ошибок различной кратности, а обычно концентрируют свои обнаруживающие способности на ошибках малой кратности, что приводит к появлению и развитию атак на современные устройства хранения путем внедрения в них алгебраических манипуляций. В связи с этим актуальной проблемой в настоящее время является разработка и тести-

рование комбинирующих алгоритмов обеспечения целостности, объединяющих класс линейных кодовых конструкций и нелинейных сбалансированных функций для обнаружения алгебраических манипуляций [4; 5].

В рамках данной статьи описана структурная модель системы обеспечения целостности информации на основе кодов с малой плотностью проверок на четность (*Low Density Parity Check codes – LDPC codes*) и кодов, обнаруживающих алгебраические манипуляции (*Algebraic Manipulation Detection codes – AMD codes*). Разработанная модель системы включает механизм обнаружения алгебраических манипуляций с одновременной коррекцией и детектированием случайных ошибок.

Структура разработанной системы обеспечения целостности данных

Разработанная структурная модель системы обеспечения целостности, основанная на кодах LDPC и AMD, содержит следующие основные подсистемы:

- подсистема тестирования входного потока данных;
- подсистема кодирования с помощью кода с малой плотностью проверок на четность (LDPC-кодер);
- подсистема декодирования LDPC кода;
- подсистема кодирования AMD кода;
- подсистема обнаружения алгебраических манипуляций.

До запуска процесса кодирования входной информации подсистема тестирования входного потока оценивает характеристики информационных блоков, которые подаются на вход защищаемого устройства хранения. Подсистема

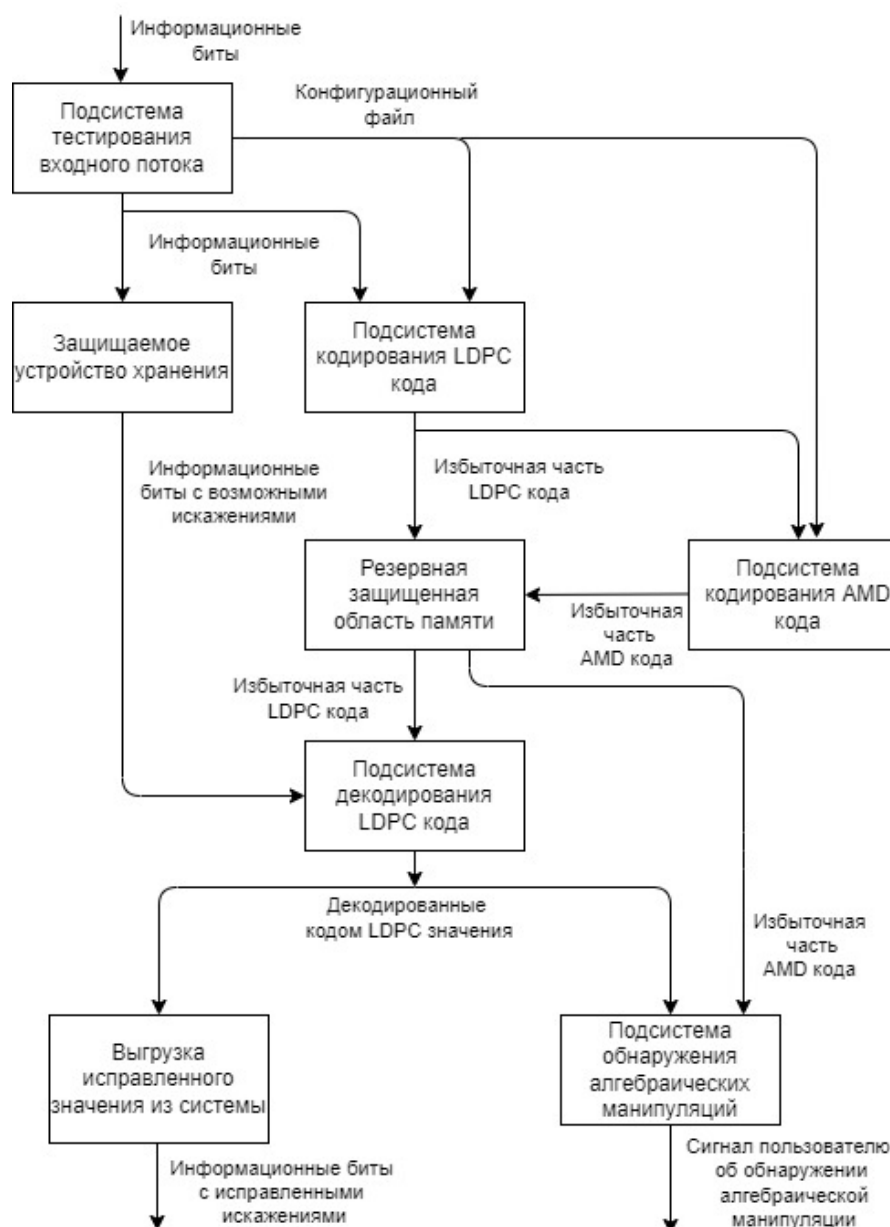


Рис. 1. Структурная модель разработанной системы обеспечения целостности на основе кодов LDPC и AMD

тестирования в зависимости от длины информационной части блоков выполняет подсчет вероятности встречаемости входных блоков для некоторой фиксированной длины кодового слова. Данная информация необходима для выбора оптимальной кодовой конструкции, которая будет запущена на кодерах и декодерах LDPC/AMD конструкций.

Процесс кодирования состоит из последовательных кодеров LDPC и AMD. Первая часть кодового слова представляет со-

бой информационные биты. Для информационных битов генерируется избыточная часть в соответствии с выбранным LDPC кодом. Затем избыточная часть AMD кода генерируется для всей совокупности, которая состоит из информационной части и избыточной части LDPC.

Выходом системы обеспечения целостности является декодированный информационный блок, а также сигнал об обнаружении алгебраической манипуляции в

случае проведения атаки на помехоустойчивый код.

Подсистема тестирования входного потока данных

Тестирование входного потока является ключевым для обеспечения защиты от алгебраических манипуляций. Как показали исследования израильского коллектива под руководством Оснат Керен [6; 7], кодовая конструкция, применяемая для обеспечения целостности, должна зависеть от распределения входного потока для обеспечения эффективной защиты от алгебраических манипуляций. Авторы работ [6; 7] подтвердили в ходе экспериментов, что реализация надежного кода, разработанного для равновероятных кодовых слов, может оказаться бесполезной на каналах, в которых кодовые слова появляются с неравными вероятностями. В связи с этим, чтобы повысить уровень обеспечения целостности в защищаемых устройствах хранения, в предлагаемую систему обеспечения целостности был включен блок тестирования, который выполняет оценку входного потока и меняет настройки кодеров и декодеров в самом алгоритме. В подсистеме тестирования выполняется оценка вероятности появления кодовых значений. В случае если оценка показывает, что входной поток при заданной длине кодового слова обладает словами, имеющими большой шанс появления на входе устройства хранения, то формируется список наиболее встречающихся слов. Далее по заранее сформированной таблице определяются *LDPC* и *AMD* конструкции, которые наиболее подходят для защиты данного информационного потока. После того, как будет сформирован предварительный конфигурационный файл на основе оценки входных значений, выполняется тестовый запуск работы кодеров и декодеров, определенных в файле конфигурации. Если в процессе тестового запуска вероятность маскировки ошибок не превышала $1/2^r$, где r – длина избыточной части *AMD* составляющей, а также не было найдено обнаруживаемых ошибок, то считается, что выбраны оптимальные кодовые конструкции.

Подсистема кодирования *LDPC*

Подсистема кодирования *LDPC* выбира-

ет избыточную часть и скорость *LDPC* кода в зависимости от настроек конфигурационного файла. Подсистема кодирования *LDPC* инициализируется разреженной проверочной матрицей *LDPC* кода H согласно конфигурационному файлу, полученному из подсистемы тестирования входного потока.

С использованием свойства линейности кода, а также условия $HG^T = 0$ в подсистеме *LDPC* кодирования генерируется порождающая матрица помехоустойчивого *LDPC* кода G . На вход *LDPC*-кодера принимается блок информации:

$$y = xG,$$

где x преобразуется в разрешенное кодовое слово y путем умножения на порождающую матрицу *LDPC* кода G . Получившееся кодовое слово y записывается в резервную область памяти. Поскольку система обеспечения целостности, в целом, адаптивна относительно выбора кодовых конструкций, к кодовому слову добавляются метки, указывающие на то, с помощью какой проверочной матрицы из допустимых оно было обработано.

Подсистема декодирования для *LDPC* кода

Подсистема декодирования *LDPC* проверяет сообщения, выгружаемые из системы хранения данных, на наличие ошибок и при необходимости исправляет их.

Подсистема декодирования *LDPC* кода берет на себя следующие основные функции:

- установка основных параметров декодирования в зависимости от конфигурационного файла, например, максимальное количество итераций декодера, размер текущего шага декодера;
- инициализация проверочной матрицы H на основе алгоритма декодирования *sum product* и обработка каждой операции проверочной матрицы H с последующим выводом сообщения о наличии/отсутствии ошибки;
- выработка мягкого или жесткого решения декодера в зависимости от настроек системы обеспечения целостности.

Подсистема кодирования *AMD* кода

Данная подсистема выполняет задачу по

защите от алгебраических манипуляций. В качестве почти совершенно нелинейной функции может быть выбрано, например, семейство функции Майорана-МакФарланда. В рамках данной подсистемы с помощью нелинейной функции кодирования будут сгенерированы дополнительные проверочные символы, которые позволят обнаружить ошибки, свойственные модели алгебраических манипуляций.

Входная информация делится на блоки равной длины r , при необходимости входное кодовое слово дополняется регулярным выражением до нужной длины. Каждый блок длиной r сопоставляется с элементами расширенного поля Галуа $y_i \in GF(2^r)$, $x_i \in GF(2^r)$, где x_i и y_i – два следующих друг за другом блока. В качестве проверочных символов *AMD* кода берется результат работы функции $f(y, x) = x_i * y_i + x_{i+1} * y_{i+1} + \dots + x_n * y_n$, где $0 \leq i \leq n$. Результат функции конкатенируется с кодовым словом *LDPC* и записывается в резервную область памяти.

Подсистема обнаружения алгебраических манипуляций

Подсистема обнаружения алгебраических манипуляций представляет собой независимую проверку избыточных символов *AMD* кода. Данный модуль повторно и независимо от результатов работы подсистемы кодирования *AMD* кодом выполняет генерацию избыточных символов, используя ту же нелинейную кодовую конструкцию. Сгенерированная избыточ-

ная часть сравнивается с результатом работы подсистемы *AMD* кодирования. Проверочные части *AMD* кода выгружаются при необходимости из резервной области памяти. Избыточные части при рассмотрении разрабатываемого алгоритма обеспечения целостности могут не совпадать, например, в случае алгебраических манипуляций, возникающих в резервной области памяти. Данный модуль, кроме основной задачи обнаружения алгебраических манипуляций, позволит выявить в том числе атаки, направленные на резервную область памяти.

Вывод

В статье была показана разработанная модель системы обеспечения целостности на основе кодов *AMD* и *LDPC*. Моделируемая система отличается тем, что способна одновременно выполнять функции по защите от алгебраических манипуляций, а также рядовые функции по обнаружению и исправлению искажений. Предлагаемая система имеет ряд качественных преимуществ по сравнению с аналогами, в частности, используемое объединение кодовых методов позволяет повысить устойчивость *LDPC* кодов к алгебраическим манипуляциям. Более того, система способна адаптировать обнаруживающие способности кодов к характеру искажений, возникающих в системах хранения или внедряемых злоумышленником.

Список литературы/References

1. Cramer, R. Detection of Algebraic Manipulation with Application to robust secret sharing and fuzzy extractors / R. Cramer, Y. Dodis, S. Fehr // Proceeding of the theory and applications of cryptographic techniques 27th annual international conference on Advances in cryptology, 2008. – P. 471–488.
2. Wang, Z. Algebraic manipulation detection codes and their applications for design of secure cryptographic devices/ Z. Wang, M.G. Karpovsky // On-Line Testing Symposium (IOLTS), 2011 IEEE 17th International, 2011. – P. 234–239.
3. Kulikowski, K. Robust codes and robust, fault-tolerant architectures of the Advanced Encryption Standard / K. Kulikowski, M. Karpovsky, A. Taubin // Journal of Systems Architecture. – 2007. – Vol. 53. – P. 139–149.
4. Wang, Z. Design of memories with concurrent error detection and correction by nonlinear SECDED codes / Z. Wang, M.G. Karpovsky, K.J. Kulikowski // Journal of Electronic Testing. – 2010. – Vol. 26. – No. 5. – P. 559–580.
5. Karpovsky, M.G. Robust error detection in communication and computational channels / M.G. Karpovsky, K.J. Kulikowski, Z. Wang // In Spectral Methods and Multirate Signal Processing.

SMMSP'2007, 2007. – P. 1–6.

6. Shumsky, I. Security-oriented encoding of robust codes for non-uniformly distributed words / I. Shumsky, O. Keren, M. Karpovsky // Bar-Ilan University, 2014. – P. 1–8.

7. Karp, B. Jamming resistant encoding for non-uniformly distributed information / B. Karp, Y. Berkowitz, O. Keren // 2017 IEEE 23rd International Symposium on On-Line Testing and Robust System Design (IOLTS), 2017. – P. 169–173.

© С.В. Таранов, 2022

УДК 621.391

А.С. АБЕЛЯН, Н.В. РОДОМАНОВ

*Армавирский механико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир;**ООО «Стройкомплекс», г. Санкт-Петербург*

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВУСТОРОННЕЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Ключевые слова: затухание; оптика; передача данных; поглощение сигнала; энергетический потенциал.

Аннотация. Целью работы является организация эффективной двусторонней передачи информации в волоконно-оптических системах. Задачами к решению обозначены процессы затухания сигналов в режиме частотного разделения. Выдвинута гипотеза о том, что потери поглощения в определенных областях спектра обусловлены переходами между атомными уровнями и тепловыми потерями. Используется метод декодирования полярных кодов в качестве инструментария обеспечения помехоустойчивости линий. Представлено преимущество полярных кодов, способных обеспечить более высокую пропускную способность оптических систем.

Проблематика влияния факторов на характеристики линий связи достаточно обширна: свое воздействие оказывает структура линии, определяемая используемым коммуникационным оборудованием, выбор способа передачи в канал связи цифровой информации, ее прием в условиях воздействия совокупности физических факторов на сигнал. Необходимость обеспечения достаточного уровня помехоустойчивости передаваемой информации должна коррелировать с более продуктивным использованием возможностей каналов связи. В случае использования волоконно-оптических линий, работающих в режиме частотного разделения каналов, это выражается в увеличении скорости передачи информации по каждому из каналов в отдельности, а также в увеличении количества частотных каналов в линии связи.

Исследования показывают, что затухание оптического волокна в большей степени наблюдается вследствие поглощения средой, в которой распространяется энергия излучения волокна, диффузии на неоднородностях. Особенностью дуплексных систем передачи сигнала признано явление переходных помех между передаваемыми сигналами, движущимися во встречных направлениях. В оптоволокне с характерным спектральным уплотнением по единому оптическому волокну одновременно распространяется множество оптических несущих, каждая из которых модулируется многоканальным цифровым сигналом. Функционирование подобных систем основывается на низкой зависимости коэффициента затухания сигнала от частоты (длины) оптической волны.

Потери поглощения в ультрафиолетовой и видимой областях спектра обусловлены переходами между атомными уровнями в инфракрасной области основного материала и примесей ионов *Cr*, *Fe*, *Cu*, резонанс которых на определенных частотах сопровождается тепловыми потерями. Резонансная частота ионов *OH* соответствует длине волны 2,9 мкм, находится за границами частотной полосы, используемой для передачи сигнала по оптическому волокну. Была выявлена зависимость величины удельного затухания сигнала и концентрации ионов металлов волокна с целью возможного снижения основной части потерь. Нелинейность отрицательно влияет на дальность и скорость передачи сигнала, но в то же время способствует улучшению качественных характеристик линий связи. На основе природы нелинейных эффектов были применены усилители сигнала для усиления пикосекундных импульсов, что подтверждает их практическую значимость для существующих систем оптоволоконной связи.

Необходимо отметить, что наиболее существенным показателем линий оптоволоконной связи является затухание, сложности измерения которого связаны с большим набором определяющих факторов. В целях оценки производительности линии передачи волокно должно быть возбуждено в режиме равновесного распределения мод (*EMD*).

Далее предлагается провести сравнение вносимых потерь короткого эталонного волокна с потерями всего тестируемого волокна с использованием источника и измерителя мощности оптического импульса. Практические исследования выявили добавочные затухания и полное затухание сигнала вследствие поглощения и рассеяния светового импульса, отражения от входного конца и др. Одной из характеристик потенциала мощности оптической линии принимается энергетический потенциал перекрываемого затухания, который рассчитывается как допустимые оптические потери оптической линии между точками нормирования с учетом достижения необходимого уровня качества передачи оптического сигнала. Отражения, дисперсии, модовые шумы вызывают оптическое затухание сигнала и потери мощности линии. Практический расчет энергетического потенциала представляет собой сравнение показателей мощности оптического излучения на передаче и уровня чувствительности приемника в определенный момент времени.

В данном случае затухание оптического сигнала возможно определить уравнением:

$$A(\lambda) = 10 \lg \frac{P_2(\lambda)}{P_1(\lambda)},$$

где $p_2(\lambda)$ и $p_1(\lambda)$ – мощности оптического сигнала в определенных точках, выраженные в Вт.

В случае использования в линии однородного волокна коэффициент затухания (затухание на единицу длины волокна) рассчитывается в дБ/ед. длины:

$$\alpha(\lambda) = \frac{A(\lambda)}{L}.$$

Практика показывает, что при определении затухания возникает задача измерения мощности оптического сигнала на выходе и входе оптической линии, причем вычисленные значения показателей затуханий имеют отрицательные

значения.

Доминантным параметром волоконно-оптических линий и систем передачи данных, в целом, является пропускная способность (полоса пропускания ΔF), которую ограничивают дисперсионные явления. Дисперсия в волоконной оптике отражает разницу во временном лаге прохождения участка оптического волокна модовыми составляющими оптического сигнала из-за различия в скоростях их распространения. Дисперсия с увеличением длины светового кабеля приводит к увеличению времени прохождения светового сигнала, что приводит к снижению скорости и дальности передачи информации. Дисперсионное увеличение длительности импульса возможно определить соотношением:

$$\tau = \sqrt{t_{\text{эауо}}^2 - t_{\text{эао}}^2},$$

где $t_{\text{увых}}$ и $t_{\text{увх}}$ – длительности импульсов на выходе и входе оптического волокна с учетом уровня амплитуды импульсов.

Дисперсионные явления снижают амплитудно-фазовые характеристики сигналов световых волн, увеличивая временной лаг импульсов, а также искажения сигналов, что приводит к уменьшению емкости передаваемой информации. Возбуждения в ультрафиолетовой области спектра обусловлены изменениями электронных структур атомов кристаллической решетки, в результате чего часть энергии света переходит в тепловую. При движении сигнала внутри оптического волокна происходит его нарастающее затухание экспоненциального вида, вызванное потерей мощности P вследствие взаимодействия световых волн с материалом волокна.

Закон затухания светового сигнала принимает вид:

$$P = P_0 \exp(-\alpha l),$$

где P_0 – мощность, вводимая в волокно; l – длина волокна; α – коэффициент полных потерь световой энергии оптического волокна (**ОВ**).

Анализ потерь оптоволоконной линии подтверждает предположение о том, что резонансные частоты SiO_2 оставляют для волоконно-оптической линии связи (**ВОЛС**) некоторые участки прозрачности.

Устройство спектрального объединения позволяет произвести ввод пакета оптических несущих в единый канал, в устройстве

спектрального разделения оптические несущие разделяются и поступают на оптические приемники. Организуется некоторое множество спектрально разделенных оптических каналов, коэффициент пропускной способности увеличивается в n раз по сравнению с существующими линейными оптическими системами.

Отдельным элементом развития практики обеспечения помехоустойчивости линий является лексикографический способ декодирования полярных кодов. Преимуществом полярных кодов является высокий уровень корректирующей способности, возможность обеспечивать пропускную способность двоично-симметричного канала [2]. Испытание модели показало

энергетический выигрыш (1/1,6 дБ) на участке низких значений отношения сигнал/шум. Показатели подтверждают предположение о том, что в случае одновременной передачи модовых сигналов равной мощности с линейным кодированием NRZ сильное линейное смещение приводит к увеличению нелинейных искажений для обоих типов волокон. При слабом смещении влияние линейного смещения на нелинейные искажения также наблюдалось, но было существенно слабее. При этом в случае передачи пяти мод эффект выражен намного слабее и не для всего диапазона мощностей, что, очевидно, обусловлено сложным характером обмена энергии между модовыми каналами высших порядков.

Список литературы

1. Гладких, А.А. Методы эффективного декодирования избыточных кодов и их современные приложения / А.А. Гладких, Р.В. Климов, Н.Ю. Чилихин // Ульяновск : УлГТУ, 2016. – 258 с.
2. Скидин, А.С. Преодоление паттерн-эффекта в оптоволоконных линиях связи с помощью адаптивного блочного кодирования / А.С. Скидин, М.П. Федорук, А.В. Шафarenко, С.К. Турецын // Дискретный анализ и исследование операций. – 2010. – Т. 17. – № 4(94). – С. 67–83.

References

1. Gladkikh, A.A. Metody effektivnogo dekodirovaniya izbytochnykh kodov i ikh sovremennyye prilozheniya / A.A. Gladkikh, R.V. Klimov, N.YU. Chilikhin // Ul'yankovsk : UlGTU, 2016. – 258 s.
2. Skidin, A.S. Preodoleniye pattern-effekta v optovolokonnykh liniyakh svyazi s pomoshch'yu adaptivnogo blochnogo kodirovaniya / A.S. Skidin, M.P. Fedoruk, A.V. Shafarenko, S.K. Turitsyn // Diskretnyy analiz i issledovaniye operatsiy. – 2010. – T. 17. – № 4(94). – S. 67–83.

© А.С. Абеян, Н.В. Родоманов, 2022

УДК 621.7.073

Н.Ю. КОВЕЛЕНОВ^{1,2}, А.А. ГРИБАНОВ^{1,2}, М.Ю. ФЕОКТИСТОВ^{1,2}

¹ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург;

²ООО «Вириал», г. Санкт-Петербург

ИЗМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ПРОШИВКИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ПУАНСОНОВ

Ключевые слова: повышение производительности; порошковая металлургия; пресс-формы; сложнопрофильные электроды; твердосплавные пуансоны.

Аннотация. В статье рассматривается решение задачи по сокращению времени на производство мелкой серии сложнопрофильных пуансонов путем использования отработанных на предыдущей обработке чистовых электродов. Целью работы являются модификация и тестирование новой методики электроэрозионной прошивки посредством демонстрации преимуществ, обеспечивающих повышение эффективности производства. Основным методом исследования является метод бережливого производства. Полученный при модификации метода результат демонстрирует преимущества по сравнению со старой методикой электроэрозионной прошивки.

Формование заготовок в технологии порошковой металлургии осуществляется с использованием пресс-форм – высокоточной прессовой оснастки. Пресс-формы могут отличаться по сложности производимых деталей: от элементарных до сложнопрофильных [2]. Конструкция производимых деталей, например, сменных металлорежущих пластин (СМП), определяет сложность профиля пуансонов, которые являются одними из главных частей пресс-форм, и, соответственно, самих пресс-форм.

Для производства больших серий пластин недостаточно пуансонов, сделанных из стали. Требуется использование твердосплавных пуансонов (например, из твердого сплава ВК8 ГОСТ 3882-74).

Твердосплавные заготовки можно обраба-

тывать как механически (алмазной шлифовкой), так лазерными и электрофизическими методами [8]. В случае производства сложнопрофильных пуансонов экономически целесообразным и выгодным способом является электрофизическая электроэрозионная прошивка [1; 8]. Данный метод позволяет получить сложную и точную переднюю поверхность, а также достичь поставленных требований шероховатости путем воздействия электрического заряда, передаваемого от электрода пуансону [3; 6].

В производстве сложилась схема обработки сложнопрофильных пуансонов, включающая в себя черновую, получистовую и чистовую прошивки [7]. При этом дальнейшее использование чистовых электродов после их первичного использования не предусматривается, поэтому все они отправляются на доработку (перезерезовку или переточку).

Одной из проблем такой стандартной схемы является низкая производительность изготовления мелкой серии сложнопрофильных пуансонов. Увеличение производительности изготовления и сохранение качества получаемой геометрии и шероховатости поверхностей сложнопрофильных пуансонов возможно за счет усовершенствования метода электроэрозионной прошивки.

Традиционно для электроэрозионной прошивки одного сложнопрофильного твердосплавного пуансона используются два четырехпозиционных электрода (один на черновую и получистовую обработку, второй на чистовую обработку), для каждого последующего пуансона всегда подготавливается два новых электрода [4; 5]. Пример трехмерного изображения и чертежи такого электрода для прошивки сложнопрофильного пуансона представлены на

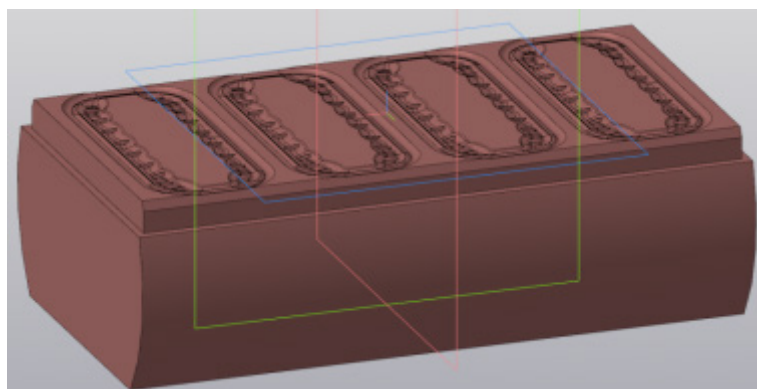


Рис. 1. 3D модель электрода

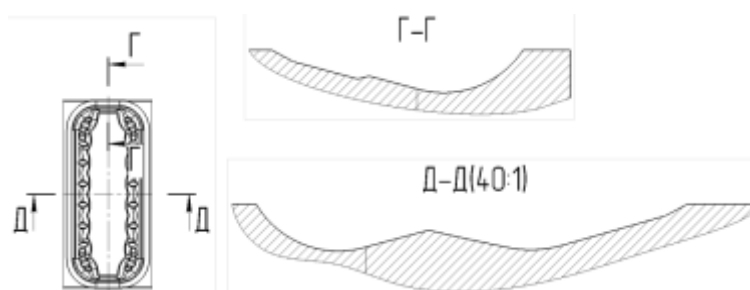


Рис. 2. 2D представление электрода

Таблица 1. Нормы времени на операции изготовления пуансона

№ операции	Нормируемый параметр	T, мин
1	Производство двух четырехпозиционных электродов ($T_{пр.}$)	$832 + 832 = 1\ 664$
2	Контроль геометрии и шероховатости профильных поверхностей двух четырехпозиционных электродов ($T_{контр.}$)	$62 + 62 = 124$
3	Электроэрозионная прошивка (черновая и получистовая) ($T_{эл.пр.(черн.)}$)	495
4	Электроэрозионная прошивка (чистовая) ($T_{эл.пр.(чист.)}$)	850
	Итого:	3 133

рис. 1 и 2.

Параметры временного нормирования производства одного сложнопрофильного пуансона согласно старому методу электроэрозионной прошивки приведены в табл. 1.

Для производства комплекта пуансонов полученные данные суммируются по формуле (1):

$$T_{общ.} = T_{пр.} \cdot kn + T_{контр.} + kn + n(T_{эл.пр.(черн.)} + T_{эл.пр.(чист.)}), \quad (1)$$

где k – число производимых и контролируемых используемых электродов; n – количество пуансонов в комплекте.

Исходя из полученных данных, на производство комплекта из трех пуансонов будет затрачено:

$$T_{общ.} = 832 * 2 * 3 + 62 * 2 * 3 + 3 * (495 + 850), T_{общ.} = 9\ 399 \text{ мин.}$$

При данной схеме электроэрозионной про-

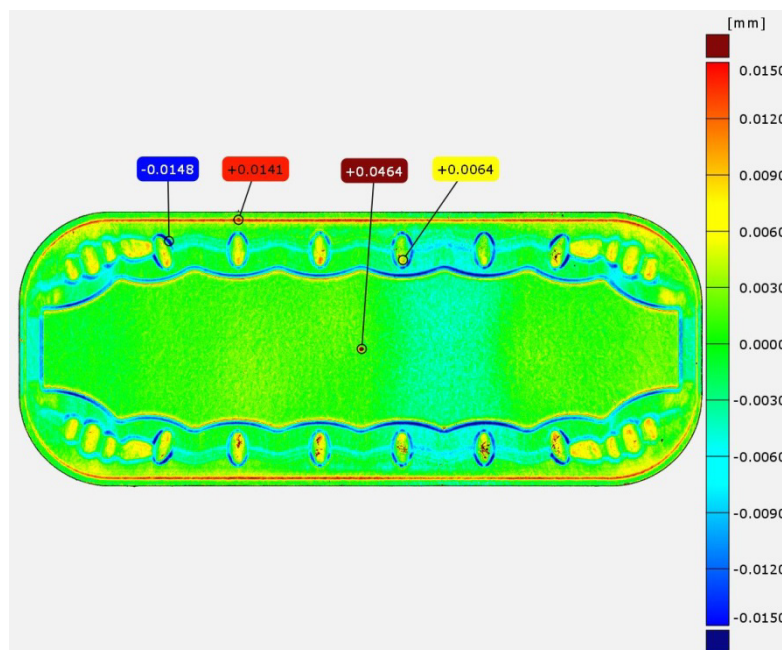


Рис. 3. Результат контроля сложногопрофильного пуансона при использовании старого метода электроэрозионной прошивки

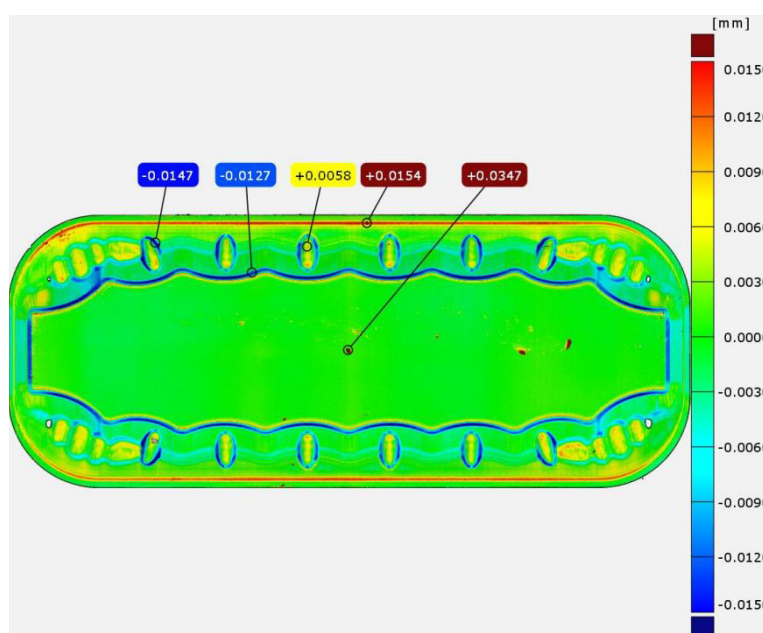


Рис. 4. Результат контроля сложногопрофильного пуансона при использовании нового метода электроэрозионной прошивки

шивки получена следующая геометрия сложногопрофильного пуансона (рис. 3) (шкала, представленная справа, свидетельствует об отклонениях произведенного пуансона от электронной модели; единицы измерения отклоне-

ния – мм).

По новой схеме проведения электроэрозионной прошивки предлагается отказаться от использования на черновом этапе прошивки нового электрода, использовать на нем отрабо-

тавший электрод, оставшийся после чистовой электроэрозионной прошивки предыдущего пуансона.

Расчет времени изготовления на комплект из трех пуансонов по формуле (1) показывает, что с новой схемой на эту работу будет затрачено гораздо меньше времени:

$$T_{\text{общ.}} = (832 * 2 + 932 * 1 + 832 * 1) * \\ * 2 + (62 * 2 + 62 * 1 + 62 + 1) + 3 * \\ *(495 + 850), T_{\text{общ.}} = 7\ 611 \text{ мин.}$$

Кроме того, при новой схеме электроэрозионной прошивки последующих сложнопрофильных пуансонов сохраняется их геометрия

(рис. 4).

По шкале, представленной справа, видно, что отклонения формы произведенного пуансона от электронной модели не превышают отклонений, полученных при изготовлении аналогичного пуансона по традиционной схеме.

В заключение можно сказать, что предложенный метод показал себя менее трудозатратным и более эффективным в получении заданной геометрии сложнопрофильных пуансонов. Он продемонстрировал на практике сохранение качества получаемой геометрии и уменьшение времени, затрачиваемого на производство.

Список литературы

1. ГОСТ 25331-82. Обработка электроэрозионная. Термины и определения. – М. : Издательство стандартов, 1982. – 11 с.
2. ГОСТ 15830-84. Обработка металлов давлением. Штампы. Термины и определения. – М. : Издательство стандартов, 1992. – 22 с.
3. Электроимпульсная обработка металлов / под ред. А. П. Владзиевского. – М. : ЦИНТИ-МАШ, 1960.
4. Артамонов, Б.А. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов: учебное пособие. В 2 т. Т. 1. Обработка материалов с применением инструмента / Б.А. Артамонов [и др.]; под ред. В.П. Смоленцева. – М. : Высш. шк., 1983. – 247 с.
5. Мицкевич, М.К. Электроэрозионная обработка металлов / М.К. Мицкевич [и др.]; под ред. И.Г. Некрашевича. – Минск : Наука и техника, 1988. – 216 с.
6. Попилов, Л.Я. Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов: справочник / Л.Я. Попилов. – М. : Машиностроение, 1982. – 399 с.
7. Савицкий, В.В. Электроэрозионные методы обработки материалов : учеб. пособие для вузов / В.В. Савицкий. – Витебск : УО «ВГТУ», 2006. – 276 с.
8. Мендельсон, В.С. Технология изготовления штампов и пресс-форм / В.С. Мендельсон, Л.И. Рудман. – М. : Машиностроение, 1970. – 225 с.

References

1. GOST 25331-82. Obrabotka elektroerozionnaya. Terminy i opredeleniya. – M. : Izdatel'stvo standartov, 1982. – 11 s.
2. GOST 15830-84. Obrabotka metallov davleniyem. Shtampy. Terminy i opredeleniya. – M. : Izdatel'stvo standartov, 1992. – 22 s.
3. Elektroimpul'snaya obrabotka metallov / pod red. A. P. Vladziyevskogo. – M. : TSINTIMASH, 1960.
4. Artamonov, B.A. Elektrofizicheskiye i elektrokhimicheskiye metody obrabotki materialov: uchebnoye posobiye. V 2 t. T. 1. Obrabotka materialov s primeneniym instrumenta / B.A. Artamonov [i dr.]; pod red. V.P. Smolentseva. – M. : Vyssh. shk., 1983. – 247 s.
5. Mitskevich, M.K. Elektroerozionnaya obrabotka metallov / M.K. Mitskevich [i dr.]; pod red. I.G. Nekrashevicha. – Minsk : Nauka i tekhnika, 1988. – 216 s.

6. Popilov, L.YA. Elektrofizicheskaya i elektrokhimicheskaya obrabotka materialov: spravochnik / L.YA. Popilov. – M. : Mashinostroyeniye, 1982. – 399 s.
 7. Savitskiy, V.V. Elektroerozionnyye metody obrabotki materialov : ucheb. posobiye dlya vuzov / V.V. Savitskiy. – Vitebsk : UO «VGTU», 2006. – 276 s.
 8. Mendel'son, V.S. Tekhnologiya izgotovleniya shtampov i press-form / V.S. Mendel'son, L.I. Rudman. – M. : Mashinostroyeniye, 1970. – 225 s.
-

© Н.Ю. Ковеленов, А.А. Грибанов, М.Ю. Феокистов, 2022

УДК 621.762.4

Н.Ю. КОВЕЛЕНОВ^{1, 2}, М.Ю. ФЕОКТИСТОВ^{1, 2}, А.А. ГРИБАНОВ^{1, 2}¹ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет² Петра Великого», г. Санкт-Петербург;

ООО «Вириал», г. Санкт-Петербург

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЛИВКИ ПОЛИМЕРНОЙ ФОРМЫ ДЛЯ ИЗДЕЛИЯ «СТАКАН»

Ключевые слова: вибромельница; заготовки сменных многогранных пластин; полиуретан; порошковая металлургия; технология заливки.

Аннотация. Рассмотрен вопрос замены материала для изделия «Стакан» в вибромельнице путем исследования технологии изготовления изделия из более дешевого материала, а именно полиуретана Ерапол SDR55A, который обладает всеми необходимыми свойствами.

Гипотеза. После выхода из строя старых стаканов в вибромельнице, выполненных из резины, было принято решение рассмотреть новый материал для данного изделия. В результате выполненных работ предложен технологический процесс для изделия «Стакан» из более простого в изготовлении материала.

Заготовки сменных многогранных пластин (СМП) из твердого сплава производятся методами порошковой металлургии. Одним из этапов этой технологии является получение порошков с заданной зернистостью. Помол порошков может производиться в вибромельницах в спиртовой среде. При этом порошок и мешающие тела помещаются в стакан, показанный на рис. 1.

Необходимо было подобрать материал, устойчивый к такой работе. Наиболее подходящим и доступным оказался Ерапол SDR55A – новое поколение полиуретановых материалов на основе толуюлдиизоцианата (ТДИ) и сложных полиэфиров, отверждаемых при повышенной температуре полифункциональными аминами или триолами с получением высокомолекулярного полимера с высокими характеристиками. Материал обладает комплексом свойств, который недостижим при применении

резин, пластмасс или металлов и отличается от большинства эластомеров выдающейся стойкостью к растворителям, краскам и химикатам различной природы, в том числе к спиртовым средам. Кроме того, Ерапол SDR55A отличается прочностью и абразивной стойкостью.

Для изготовления стакана была спроектирована и изготовлена форма для заливки. Сборочный чертеж литейной формы показан на рис. 2.

Поставщик полимера предоставил инструкцию для приготовления смеси.

1. Нагреть предварительно отмеренное количество преполимера при 70–80 °С и дегазировать пять минут до прекращения опадения пены.

2. Добавить Изонол 93.

3. Тщательно перемешать, перелить во вторую тару и еще раз перемешать.

4. Отвакуумировать смесь.

5. Залить материал в форму, нагретую до 100–110 °С.

Во время процесса заливки возникли трудности. Из-за недостаточной детализировки инструкции мы столкнулись с рядом проблем:

– Ерапол SDR55A быстро остывал и из-за этого плохо заливался в форму;

– после вакуумирования смеси оставались пузырьки (рис. 3).

Данную смесь для заливки в форму использовать нельзя, так как полученная из нее заготовка имеет пористость и из-за этого низкую прочность. Фотография пористого изделия показана на рис. 4.

Для решения этих проблем был переработан технологический процесс, а также использовано дополнительное оборудование.

После нагревания Ерапола SDR55A необходимо поставить тару с жидкостью на сушиль-

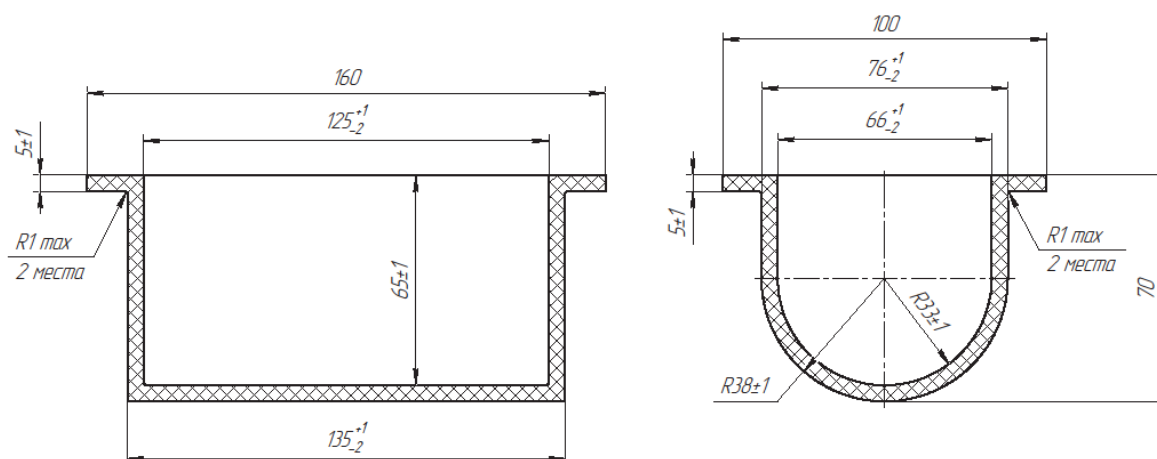


Рис. 1. Чертеж стакана

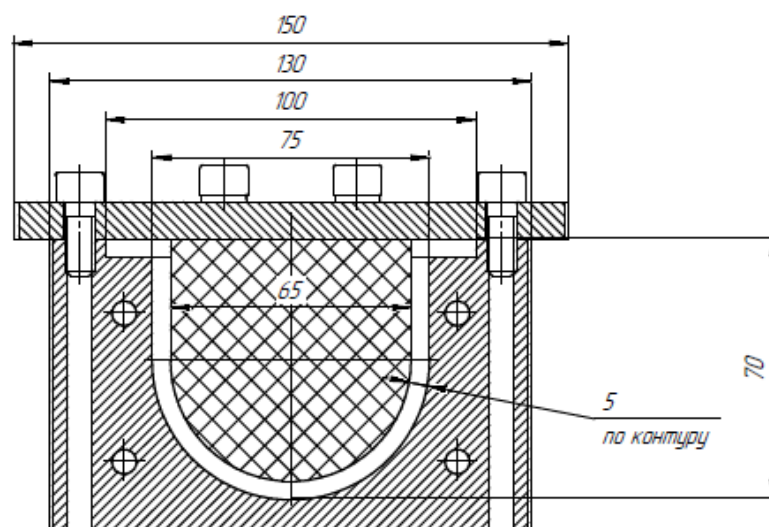


Рис. 2. Чертеж литейной формы

ный стол. Это позволит сохранить температуру и обеспечить вытекание жидкости из тары без дополнительных усилий. После смешивания жидкость необходимо перелить во вторую тару. Это обеспечит равномерное перемешивание и позволит избежать появления пузырей в нижней части смеси. Далее необходимо провести дегазацию смеси. Включить вакуумный насос, контролировать поднятие пены. При повышении уровня пены до высоты крышки эксикатора – отключить насос. Если высота пены не доходит до крышки эксикатора – оставить насос работать, пена должна быстро подняться, на поверхности смеси должно происходить

бурление, при котором пузыри поднимаются из жидкости на поверхность и схлопываются. После непродолжительного бурления (10–20 сек.) пена должна полностью опасть, пузыри из жидкости и с ее поверхности должны полностью пропасть. Если пена не опадает, пузыри не двигаются и не лопаются – смесь остыла, в таком случае необходимо повторно нагреть смесь и повторить процесс дегазации. Процесс дегазации необходимо повторять до полного исчезновения пузырей в смеси. Фотография смеси, пригодной для заливки, представлена на рис. 5.

На рис. 6 представлена фотография удач-

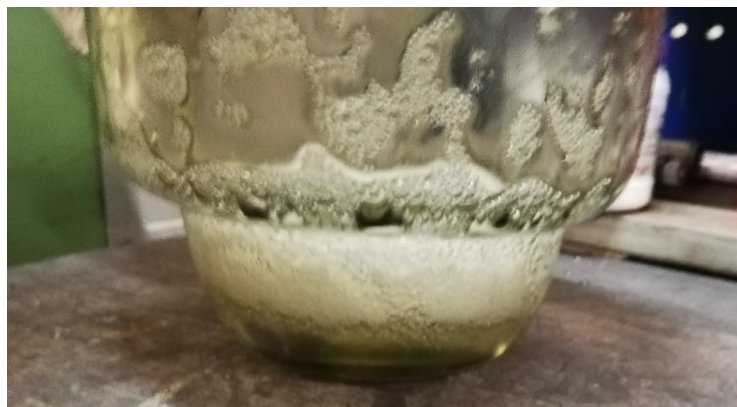


Рис. 3. Смесь после неудачного вакуумирования



Рис. 4. Изделие после заливки неудачно вакуумированной смеси

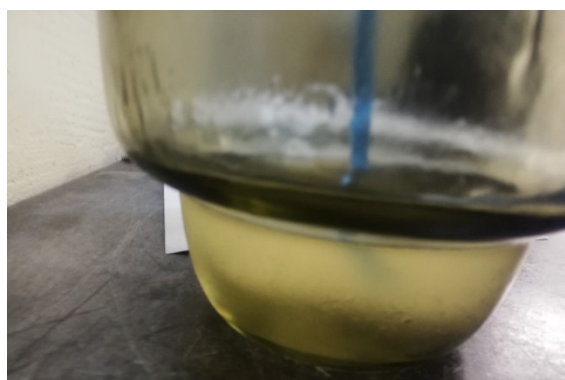


Рис. 5. Смесь, пригодная для заливки

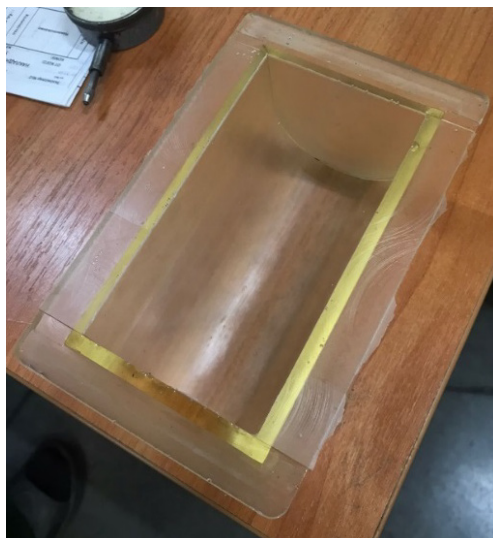


Рис. 6. Изделие после удачного вакуумирования смеси

ной заливки после изменений техпроцесса.

В заключение можно сказать, что новый материал показал себя более простым в изготовлении, а также обладающим всеми необходимыми

свойствами. Благодаря этому исчезла потребность в заказе изделий «Стакан» и появилась возможность самостоятельно изготавливать эти изделия.

Список литературы

1. Крыжановский, В.К. Пластмассовые детали технических устройств / В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов. – СПб : Издательство НОТ, 2014. – 456 с.
2. Яковлев, С.Н. Проектирование и основы технологии деталей машин из полиуретана / С.Н. Яковлев. – СПб : Реноме, 2013. – 176 с.
3. Yakovlev, S.N. Self-oscillation of an elastic polyurethane coating in polishing / S.N. Yakovlev // Russian Engineering Research. – 2014. – Vol. 34. – No 5. – P. 295–298.
4. Gonella, L.B. New Reclaiming Process of Thermoset Polyurethane Foam and Blending with Polyamide-12 and Thermoplastic Polyurethane / L.B. Gonella // Journal of Elastomers and Plastics. – 2009. – No. 41. – P. 303–322.

References

1. Kryzhanovskiy, V.K. Plastmassovyye detal'i tekhnicheskikh ustroystv / V.K. Kryzhanovskiy, V.V. Burlov. – SPb : Izdatel'stvo NOT, 2014. – 456 s.
2. Yakovlev, S.N. Proyektirovaniye i osnovy tekhnologii detaley mashin iz poliuretana / S.N. Yakovlev. – SPb : Renome, 2013. – 176 s.

© Н.Ю. Ковеленов, М.Ю. Феоктистов, А.А. Грибанов, 2022

УДК 621.3.048

А.А. ФЕДОРОВ

ИП Федоров Алексей Александрович, г. Челябинск

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ВАКУУМНО-НАГНЕТАТЕЛЬНОЙ ПРОПИТКИ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Ключевые слова: вакуумно-нагнетательная пропитка; корпусная изоляция; полимеризация; статор.

Аннотация. Целью данного исследования является изучение влияния технологических параметров процесса вакуумно-нагнетательной пропитки на электрическую прочность изоляции высоковольтного электродвигателя. Для выполнения поставленной цели требуется проанализировать влияние уровня величины вакуумирования, времени предварительной сушки в вакууме, скорости нарастания давления при процессе вакуумно-нагнетательной пропитки на электрические свойства системы изоляции. Гипотеза исследования: электрические характеристики корпусной изоляции высоковольтного электродвигателя зависят не только от типов и характеристик слюдяных лент и пропиточных составов, но и от влияния технологических режимов при выполнении вакуумно-нагнетательной пропитки. Методы исследования: анализ экспериментальных данных, полученных в ходе данной работы. Достигнутые результаты: в результате проведенных исследований рассмотрено влияние уровня величины вакуумирования, времени предварительной сушки в вакууме, скорости нарастания давления при процессе вакуумно-нагнетательной пропитки. Даны рекомендации по вариации технологических параметров и улучшению итоговых электрических характеристик корпусной изоляции.

электрических машин диктует необходимость повышения коэффициента заполнения активной меди в пазах статора и, как следствие, уменьшение толщины изоляции при сохранении величины действующего напряжения. В итоге требования к электрической прочности, тепловому старению, прочности от воздействия частичных разрядов постоянно повышаются. Основным направлением в повышении характеристик изоляционной системы является разработка новых комбинированных слюдосодержащих материалов, вместе с этим немаловажной составляющей является технология изготовления. Применение автоматического современного оборудования на этапе производства статорных обмоток и вакуумно-нагнетательной пропитки позволяет значительно повысить надежность изоляционной системы высоковольтных электрических двигателей. Современная теория фильтрации жидкости через пористые структуры, такие как слои слюдяной ленты, носит в большинстве своем эмпирический характер, а также недостаточно изучена для комплексного моделирования, вместе с тем при выполнении технологической операции вакуумно-нагнетательной пропитки статоров высоковольтных электрических машин существует различное количество параметров проведения данного процесса. При проникновении пропиточного состава через последовательные слои ленты происходят процессы влияния на структуру взаимных связей и взаимного расположения частиц слюды в слое изоляции, поэтому исследование влияния данных процессов на конечные характеристики изоляционной системы носит достаточно важный характер [1–2].

В данной работе рассмотрено влияние уровня величины вакуумирования, времени

Введение

Тенденция современного производства

Таблица 1. Параметры предварительной сушки и вакуумирования испытуемых образцов

Наименование образца	Предварительная сушка, ч/°С	Вакуумирование, ч/ <i>mbar</i>
Пропитка 1	3/100	6/0,05
Пропитка 1	3/100	6/0,05
Пропитка 2	3/100	6/2
Пропитка 2	3/100	6/2
Пропитка 3	3/100	6/10
Пропитка 3	3/100	6/10

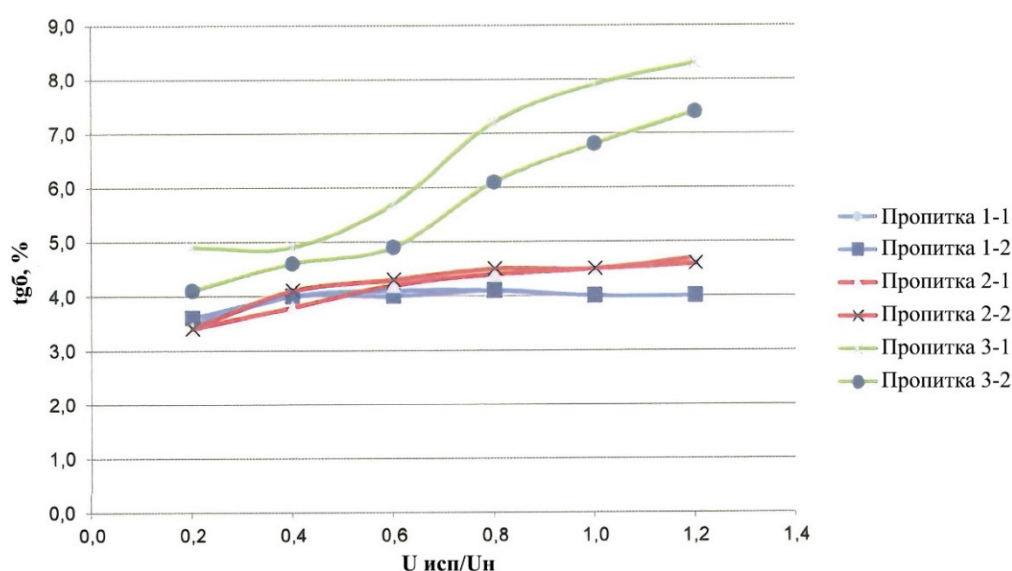


Рис. 1. Зависимость изменения тангенса угла диэлектрических потерь от напряжения

предварительной сушки в вакууме, скорости нарастания давления при процессе вакуумно-нагнетательной пропитки на электрические свойства изоляционной системы.

Практическая часть

При выполнении данного исследования неизменными оставались следующие константы:

- слюдяная лента (*Poroband Isovolt*, Австрия);
- пропиточная смола (*DER 332*);
- изолировочный станок (шестиосевой изолировочный робот);
- вакуумно-нагнетательная пропитка.

Для выполнения испытаний были изготов-

лены тестовые макеты, представляющие собой медный проводник, изолированный слюдяной лентой требуемого количества слоев для достоверности испытаний, заключенных в металлических *L*-образных имитаторах паза. Для устранения эффекта электрического перекрытия по наружной поверхности было использовано выступание изолировочной ленты на 200 мм относительно металлического имитатора паза. С целью сглаживания градиента потенциала на выходе из имитатора паза была наложена полупроводящая лента.

В качестве первого исследования было изучено влияние величины уровня вакуумирования на электрические характеристики изоляции [3–4]. Были выполнены три различные

Таблица 2. Режимы предварительной сушки тестовых образцов

Номер образца	Количество слоев корпусной изоляции, шт	Усилие натяжения ленты при изолировании на автоматическом станке, Н	Режим сушки
11_306	16	50	60 °С без вакуума
11_307	16	50	60 °С без вакуума
11_308	16	50	60 °С без вакуума
11_309	16	50	60 °С 0,5ч/0,1 мБар
11_310	16	50	60 °С 0,5ч/0,1 мБар
11_311	16	50	60 °С 0,5ч/0,1 мБар
11_312	16	50	80 °С без вакуума
11_313	16	50	80 °С без вакуума
11_314	16	50	80 °С без вакуума

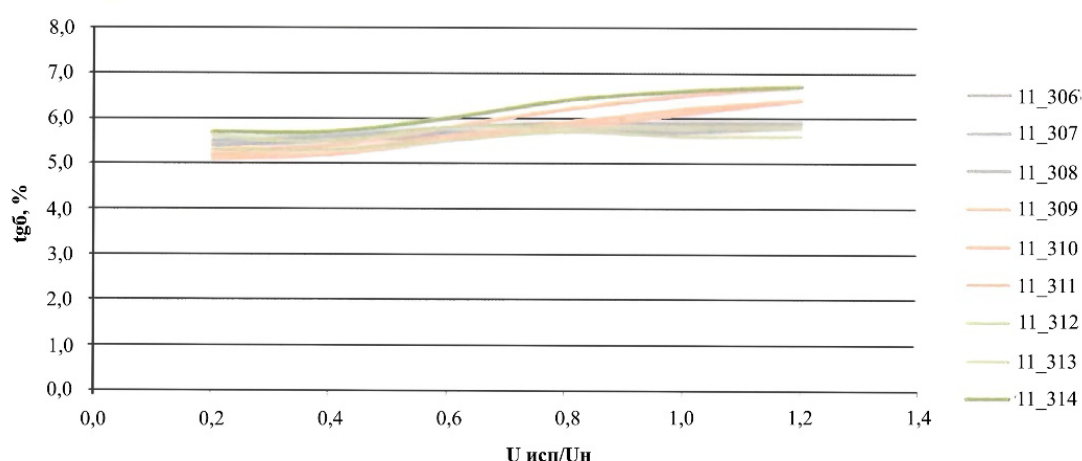


Рис. 2. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от напряжения

пропитки по два испытательных образца при разном уровне вакуумирования. В этом опыте рассмотрены результаты воздействия на тангенс угла диэлектрических потерь ($tg\delta$). Цикл изготовления включал в себя следующие этапы:

- предварительный нагрев испытуемых макетов;
- фаза вакуумирования;
- введение в пропиточный автоклав эпоксидной смолы;
- создание избыточного давления в автоклаве;
- сброс давления;

– полимеризация пропиточного состава в испытательных образцах.

В табл. 1 представлены параметры предварительной сушки и последующего вакуумирования испытуемых образцов.

После изготовления тестовых макетов в соответствии с технологическими режимами, описанными выше, по ГОСТ 25242-93 прибором Вектор 2М было произведено измерение тангенса угла диэлектрических потерь корпусной изоляции [5]. График изменения данной величины при температуре 23 °С представлен на рис. 1.

Таблица 3. Числовые показатели $\operatorname{tg}\delta$ (%)

$U_{\text{исп}}/U_{\text{н}}$	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	Разница $\operatorname{tg}\delta$ (%)	Режим сушки
11_306	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,8	0,1	60 °С без вакуума
11_307	5,4	5,5	5,7	5,7	5,7	5,8	0,2	60 °С без вакуума
11_308	5,5	5,6	5,8	5,9	5,9	5,9	0,2	60 °С без вакуума
11_309	5,3	5,4	5,8	6,2	6,5	6,7	0,4	60 °С 0,5ч/0,1 мБар
11_310	5,2	5,3	5,6	5,9	6,2	6,4	0,3	60 °С 0,5ч/0,1 мБар
11_311	5,1	5,2	5,5	5,8	6,1	6,4	0,3	60 °С 0,5ч/0,1 мБар
11_312	5,3	5,3	5,5	5,7	5,6	5,6	0,2	80 °С в печи
11_313	5,6	5,5	5,8	5,8	5,8	5,8	0,3	80 °С в печи
11_314	5,7	5,7	5,9	5,4	6,6	6,7	0,4	80 °С в печи

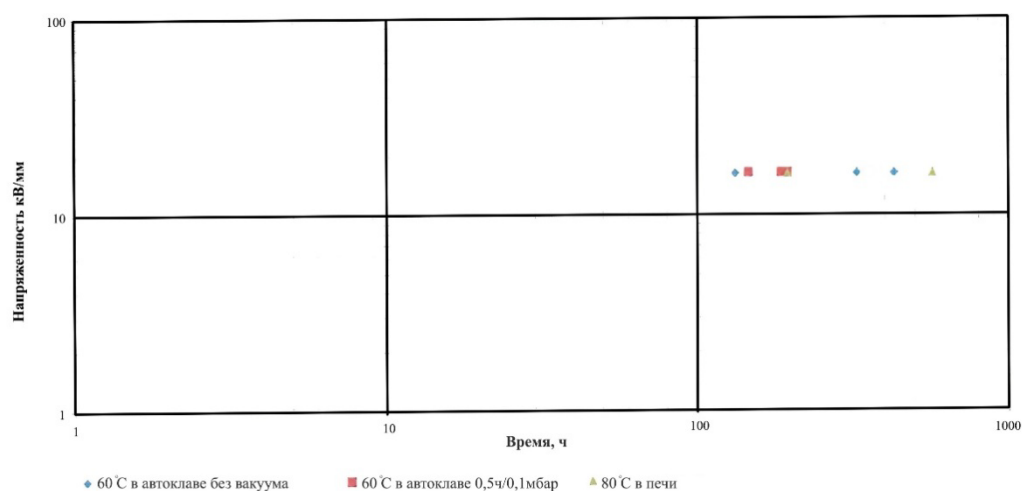


Рис. 3. Испытание повышенным напряжением в течение длительного времени до пробоя

Как видно из рисунка, даже ограниченное количество испытательных образцов показало, что уменьшение уровня вакуумирования оказывает существенное влияние на электрические характеристики изоляционной системы при росте испытательного напряжения у образцов, пропитываемых при вакууме 10 мБар, при повышении испытательного напряжения наблюдается скачкообразный рост тангенса угла диэлектрических потерь вследствие развития лавинной проводимости, возникающей от действия частичных разрядов в оставшихся воздушных включениях, вызванных низким уровнем вакуума.

После анализа влияния уровня абсолютно-

го вакуума было проведено исследование влияния предварительной сушки в вакууме (время, когда образцы подвергаются воздействию разряженной среды до начала заполнения автоклава пропиточным составом) на электрические характеристики корпусной изоляции. В табл. 2 представлены режимы предварительной сушки тестовых образцов.

Результаты измерения тангенса угла диэлектрических потерь представлены на рис. 2. Числовые показатели $\operatorname{tg}\delta$ отображены в табл. 3.

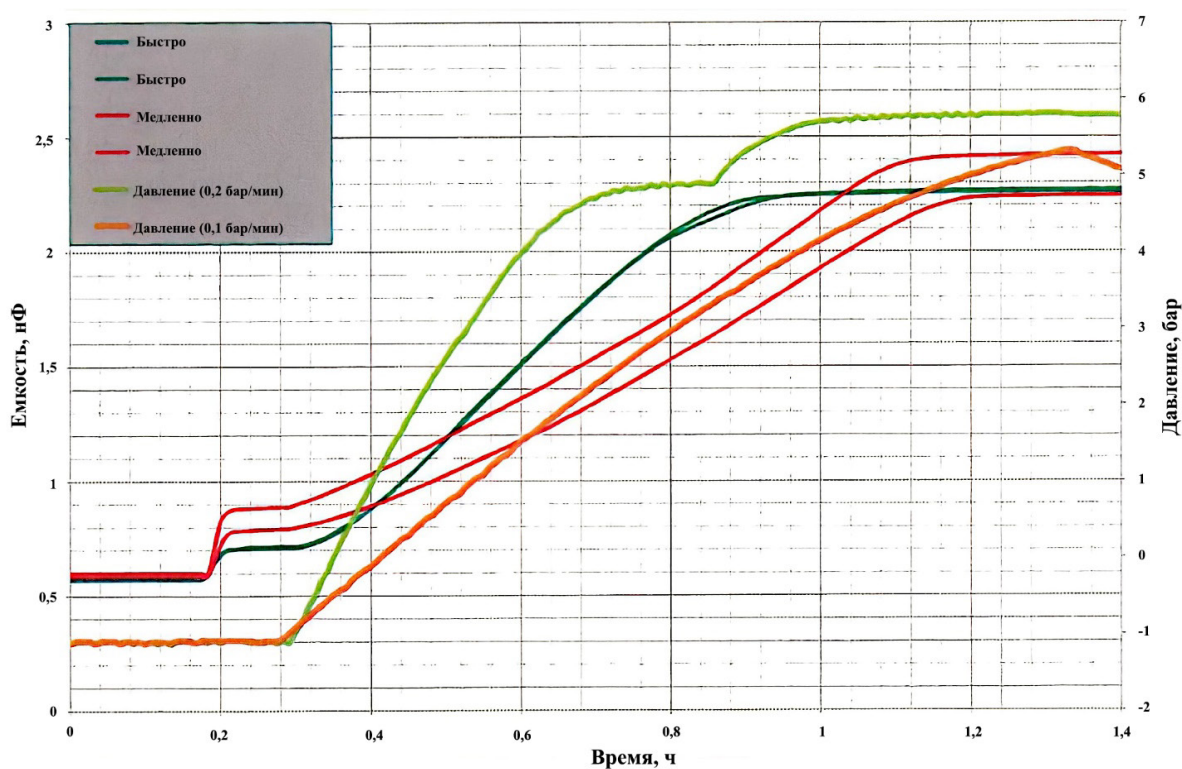


Рис. 4. Зависимость электрической емкости от скорости нарастания давления

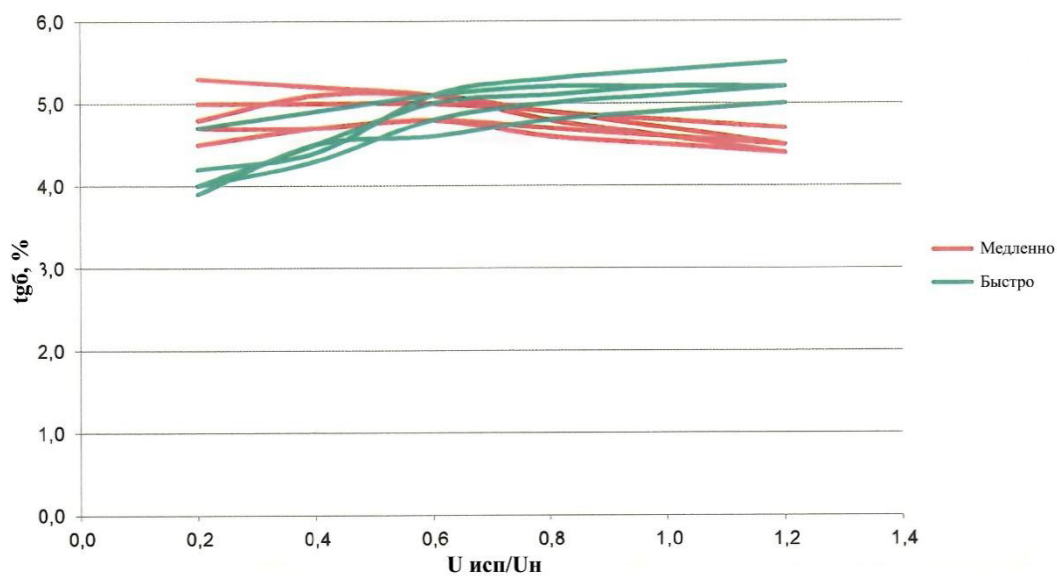


Рис. 5. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от напряжения при температуре 23 °С

В продолжение данного исследования было выполнено испытание на воздействие повы-

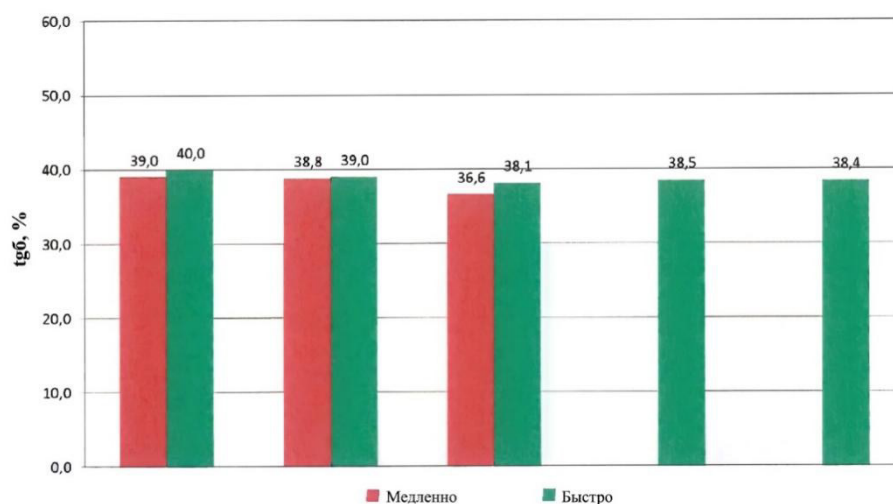


Рис. 6. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от напряжения при температуре 155 °С

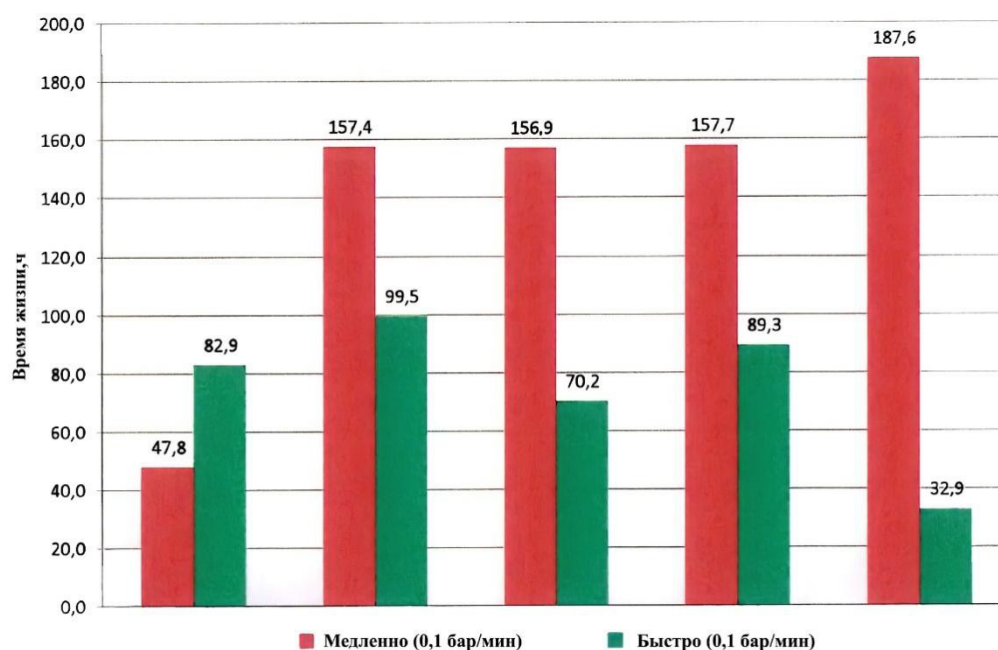


Рис. 7. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от напряжения при температуре 155 °С

шенного напряжения промышленной частоты в течение длительного времени до пробоя. Характеристики испытания: испытательное напряжение $U_{исп}$ – 33 кВ (напряженность электростатического поля 16,5 кВ/мм) при температуре 23 °С (рис. 3).

Как видно из представленных выше дан-

ных, предварительная сушка в вакууме оказывает минимальное влияние на тангенс угла диэлектрических потерь и время жизни корпусной изоляции при повышенном напряжении в течение длительного времени до пробоя. С учетом данного обстоятельства возможно сокращение времени цикла вакуумно-нагнетательной про-

питки за счет оптимизации первоначального процесса сушки изделия в вакууме.

Следующим разделом данного исследования было влияние времени нарастания давления на электрические свойства изоляции при проведении технологической операции вакуумно-нагнетательной пропитки. Для этого было изготовлено десять тестовых макетов, процесс изолирования проводился с натяжением 55 Н, толщина слюдяной ленты 0,14 мм, ширина 25 мм, количество слоев ленты 16. На рис. 4 изображена зависимость электрической емкости тестовых образцов от скорости нарастания давления во время пропитки.

Логично, что при большей скорости нарастания давления в пропиточном автоклаве тестовые макеты пропитываются быстрее, это подтверждает кривая электрической емкости. После пропитки и полимеризации испытательных макетов были выполнены измерения тангенса угла диэлектрических потерь при температуре 23 °С (рис. 5) и при температуре 155 °С (рис. 6).

В результате выявлено, при температуре 23 °С тангенс угла диэлектрических потерь в зоне номинального напряжения заметно ниже для образцов с более медленным фронтом нарастания давления, при температуре 155 °С практически не отличается, что объясняется механизмом дипольно-релаксационной поляризации в области повышенной температуры. Для анализа устойчивости к напряжению было выполнено испытание на воздействие повышенного напряжения промышленной частоты в

течение длительного времени до пробоя. Характеристики испытания: испытательное напряжение $U_{\text{исп}} = 33$ кВ (напряженность электростатического поля 16,5 кВ/мм) при температуре 23 °С (рис. 7).

Как показывают результаты опыта, тестовые макеты, пропитанные с более медленным фронтом нарастания давления, показали практически в два раза большую устойчивость к длительному воздействию напряжения. Очевидно, что при быстром нарастании избыточного давления в пропиточном автоклаве слюдяная лента, испытывающая сопротивление потоку проникающего пропиточного состава, подвержена структурным деформациям, а также мельчайшим разрывам слюдяной бумаги в композитном составе ленты. Это негативно сказывается на электрических характеристиках корпусной изоляции в целом.

Заключение

В ходе данной работы было выполнено исследование влияния технологических параметров при процессе вакуумно-нагнетательной пропитки на электрические характеристики корпусной изоляции. Рассмотрено влияние уровня величины вакуумирования, времени предварительной сушки в вакууме, скорости нарастания давления при процессе вакуумно-нагнетательной пропитки. Даны рекомендации по вариации технологических параметров и улучшению итоговых электрических характеристик корпусной изоляции.

Список литературы

1. Смирнов, Г.В. Надежность изоляции обмоток электротехнических изделий / Г.В. Смирнов. – М. : Издательство Томского государственного университета, 1990. – 86 с.
2. Электроизоляционные материалы и системы изоляции для электрических машин : в 2 кн. / Ю.М. Евтушенко [и др.] ; под ред. В.Г. Огонькова, С.В. Серебрянникова. – М. : Издательский дом МЭИ, 2012. – 24 с.
3. Дудкин, А.Н. Разработка методов оценки технологического процесса пропитки обмоток асинхронных двигателей: дис. канд. техн. наук: 05.09.01 / А.Н. Дудкин. – Томск, 1980. – 160 с.
4. Кондратьева, Н.Г. Сравнительная оценка коэффициентов заполнения паза пропиточным составом, определенных различными методами / Н.Г. Кондратьева, Н.А. Кузнецов // Технология электротехнического производства. – 1981. – № 12. – С. 14–16.
5. ГОСТ 25242-93. Измерители параметров иммитанса цифровые. Общие технические требования и методы испытания. – М: Госстандарт России, 1995. – 14 с.

References

1. Smirnov, G.V. Nadezhnost' izolyatsii obmotok elektrotekhnicheskikh izdeliy / G.V. Smirnov. –

М. : Izdatel'stvo Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 1990. – 86 s.

2. Elektroizolyatsionnyye materialy i sistemy izolyatsii dlya elektricheskikh mashin : v 2 kn. / YU.M. Yevtushenko [i dr.] ; pod red. V.G. Ogon'kova, S.V. Serebryannikova. – М. : Izdatel'skiy dom MEI, 2012. – 24 s.

3. Dudkin, A.N. Razrabotka metodov otsenki tekhnologicheskogo protsessa propitki obmotok asinkhronnykh dvigateley: dis. kand. tekhn. nauk: 05.09.01 / A.N. Dudkig. – Tomsk, 1980. – 160 s.

4. Kondrat'yeva, N.G. Sravnitel'naya otsenka koeffitsiyentov zapolneniya paza propitochnym sostavom, opredelennykh razlichnymi metodami / N.G. Kondrat'yeva, N.A. Kuznetsov // Tekhnologiya elektrotekhnicheskogo proizvodstva. – 1981. – № 12. – S. 14–16.

5. GOST 25242-93. Izmeriteli parametrov immitansa tsifrovyye. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya i metody ispytaniya. – М: Gosstandart Rossii, 1995. – 14 s.

© А.А. Федоров, 2022

УДК 621.313.04

Э.М. АБДРАФИКОВ, В.П. КУЗЬМЕНКО, С.В. СОЛЕННЫЙ, А.В. РЫСИН

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОДЪЕМА ЩЕТОЧНОГО УЗЛА В АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ

Ключевые слова: асинхронный двигатель с фазным ротором; конструирование внутренних узлов электрических машин; щеточный узел.

Аннотация. Основной задачей данной работы являлась разработка изменений в конструкции щеточно-контактного узла асинхронного двигателя с фазным ротором с целью улучшения простоты изготовления узла, повышения эффективности и технологичности изделия. В работе проведен анализ распространенных конструкций подъема щеточно-контактного узла асинхронного двигателя с фазным ротором. В статье использованы методы сравнительного анализа, а при технической разработке узла использовались методы новых производственных технологий: аддитивные технологии, технологии 3D-моделирования.

Введение

Асинхронные двигатели с фазным ротором имеют широкое распространение благодаря простоте конструкции, надежности, технологичности изготовления. Они находят применение там, где необходимы регулирование скорости вращения и плавный пуск. С помощью щеточно-контактного узла (ЩКУ) возможно осуществление ступенчатого пуска двигателя. Регулирование скорости вращения возможно за счет введения в цепь добавочных сопротивлений. Для уменьшения износа щеток, увеличения коэффициента полезного действия (КПД) и коэффициента мощности применяются специальные конструкции для короткого замыкания обмотки ротора и подъема траверсы ЩКУ. Однако минусами таких узлов являются

сложность исполнения и обслуживания, а также искрение щеток. В случае с применением синхронных электрических машин можно использовать технологию бесщеточного возбуждения [1], однако здесь это не представляется возможным.

Сравнительный анализ конструкций

В большинстве случаев контактные кольца предварительно сажаются на втулку, покрытую изоляционным слоем, и устанавливаются на вал с предварительным нагревом. Таким примером может быть конструкция ЩКУ [2], которая представляет собой втулку с тремя латунными контактными кольцами, к каждому из колец припаяна проводящая пластина, которая одним концом соединена с обмоткой ротора, а другой конец подведен к контактной пластине, которая обеспечивает короткое замыкание обмотки ротора. С помощью рукоятки кольцо надвигается на контактные пластины, тем самым закорачивая обмотку ротора. Кольцо стопорится с помощью винта с пружиной [3]. Специальный поводок при работе в режиме короткого замыкания стопорится защелкой. Данное приспособление особенно актуально для электрических машин малой мощности [2; 3].

Возможны варианты исполнения, когда короткое замыкание обмотки осуществляется с помощью одной из шпилек, которая соединена с пружинной пластиной [2; 4]. В свою очередь, шпильки служат для подключения выводов обмотки ротора. Контактные пластины замыкаются кольцом, которое надвигается с помощью опрессовочного приспособления [4]. Замыкающее кольцо может быть сделано из стали, а в местах контакта с пластинами могут быть запрессованы медные планки, материал контак-

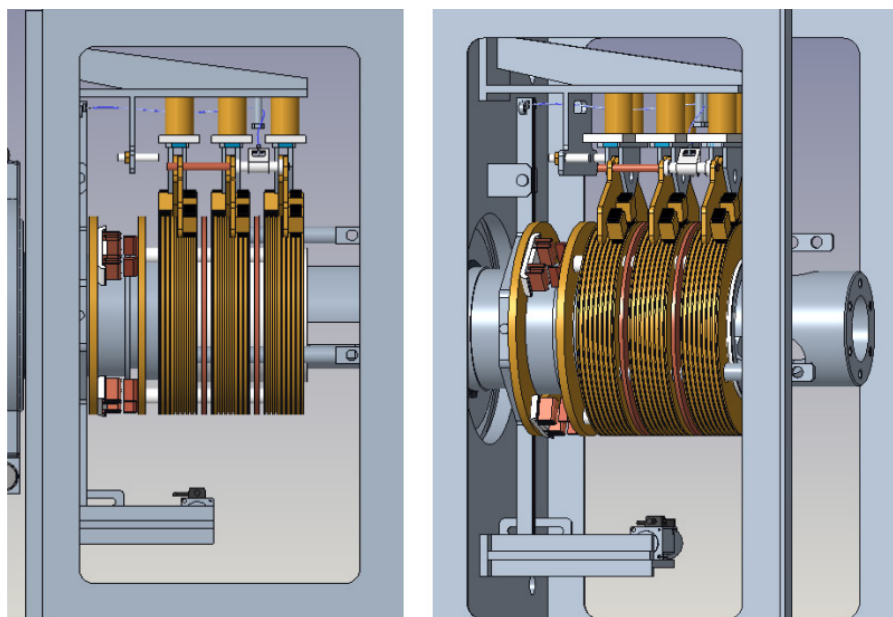


Рис. 1. ЩКУ с приспособлением для подъема щеток и замыкания колец

ных колец – бронза или сталь. Кольцо фиксируется в особом положении относительно втулки с контактными кольцами стопорным винтом. Кольца могут быть связаны между собой шпонкой, благодаря чему медные планки находятся всегда напротив пластин. Кольца фиксируются в рабочем положении с помощью штифта.

Перемещение колец и подъем щеток, как правило, осуществляются с помощью специального приспособления [2; 5]. Щеткодержатели удерживаются на поворотных пальцах, которые, в свою очередь, крепятся на неподвижную ось. Кулачки имеют сложную форму в виде гребня и крепятся непосредственно на палец. Таким образом, с проворотом ролика поворачивается палец со щетками. Для перемещения кольца используется специальная рукоятка, которая через эксцентрик поворачивает вилку, закрепленную на специальных осях. При проворачивании вилки происходит толкание кольца роликами и одновременное проворачивание с помощью роликов пальцев щеткодержателей [5].

Для крупных электрических машин пальцы, используемые для крепления кабелей, крепятся к основанию ЩКУ. К пальцам крепятся кулачки с щеткодержателями, а в короткозамыкающее кольцо запрессовываются специальные пластины. Кольцо перемещается с помощью рычага, и одновременно с этим ролики проворачивают пальцы щеткодержателей, вращение

передается с помощью тяг, а сам рычаг приводится в движение эксцентриком [2].

Конструкции, рассмотренные выше, имеют ряд недостатков.

1. Сложность конструкции. Изготовление эксцентриковых передач требует специального оборудования и оснастки, что увеличивает время и затраты на производство. Также использование большого количества неунифицированных деталей уменьшает надежность детали и сложность сборки.

2. Недостаточная надежность. Использование пружинных пластин уменьшает срок службы узла, т.к. со временем вызовет усталостные деформации в детали, что, в свою очередь, может вызвать полную поломку щеточного узла. Отсутствие дополнительного охлаждения на узлах также ведет к увеличению износа щеток и перегреву контактных колец [6].

Проектирование ЩКУ и разработка системы подъема щеток и замыкания накоротко обмотки ротора

На рис. 1 представлен узел контактных колец асинхронного двигателя с фазным ротором мощностью 850 кВт. Машина разрабатывается в соответствии с ГОСТ IEC 60034-1-2014. За весь срок службы двигатель должен обеспечить до десяти тысяч пусков. Вследствие этого работоспособность и надежность машины

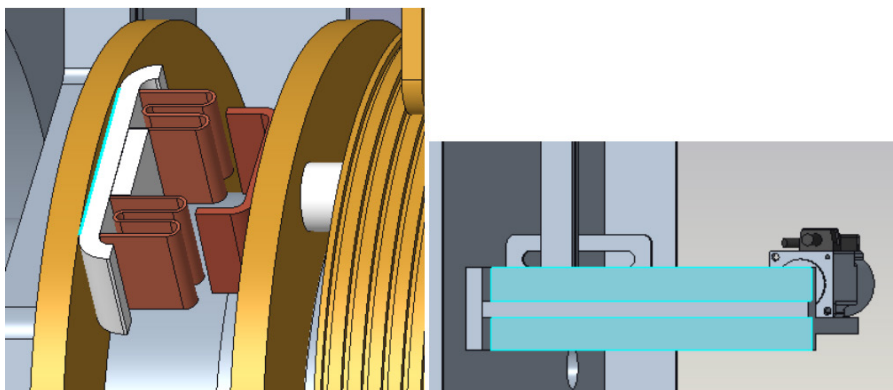


Рис. 2. Замыкающие контакты (слева) и привод замыкания контактных колец (справа)

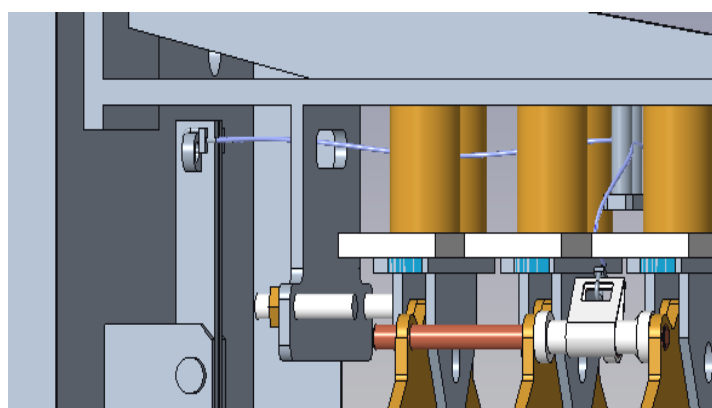


Рис. 3. Тяги для поднятия щеток

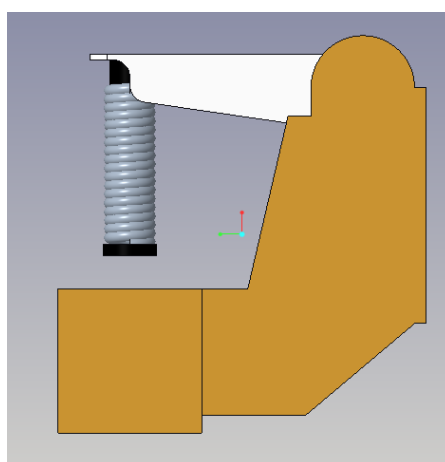


Рис. 4. Радиальный щеткодержатель

будут определяться также надежностью ЩКУ. Для увеличения срока службы узла была разработана система подъема щеток и замыкания накоротко обмотки ротора с помощью датчиков

и привода.

Питание к кольцам подводится через пазы в валу, расположенные под углом 120° к друг другу. Сами кольца запрессованы на втулку, по-

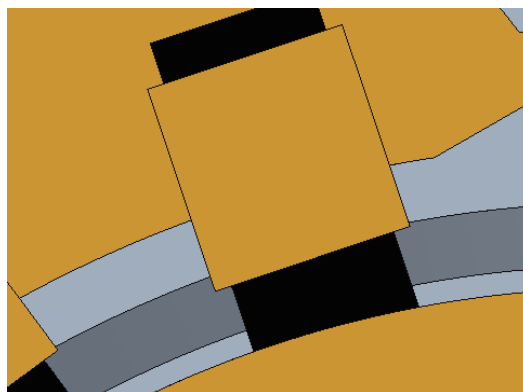


Рис. 5. Пришлифовка щетки

крытую изоляцией из стеклобандажной ленты. Между кольцами расположены изоляционные пластины из стеклотекстолита. В кольцах проточены канавки для лучшего охлаждения. Для короткого замыкания от каждого кольца к кольцу малому выведена шпилька, на самом кольце расположены контакты. В свою очередь, на подвижном кольце также расположены контакты, что позволяет замкнуть накоротко обмотку ротора (рис. 2).

Замыкающее кольцо скользит вдоль стакана, который имеет ограничительные буртики для обеспечения полного контакта, что позволяет избежать нагара и лишнего давления на соединительных клеммах. Кольцо приводится в движение с помощью рычага, который приводится в движение приводом, расположенным в нижней части кожуха (рис. 2). Одновременно с этим с помощью тяг поднимаются щетки (рис. 3).

Для защиты от искрения щеток и обгорания контактных колец необходимо, чтобы давление на щетки всегда было достаточным, равномерным и постоянным. Для этого был разработан специальный радиальный щеткодержатель (рис. 4).

Для увеличения срока службы щетки и более полного контакта с кольцом была обоснована необходимость шлифовки щеток по радиусу (рис. 5). Для того чтобы щетка могла двигаться свободно в щеткодержателе, были разработаны зазоры между щеткой и щеткодер-

жателем 0,2–0,3 мм. В данном случае дополнительно следует провести точную обработку контактных колец для уменьшения биения, что достижимо при совместной обработке.

Заключение

Асинхронные двигатели являются самыми распространенными типами электродвигателей в производстве и промышленности. Надежность этих машин определяет нормальную работу предприятий и своевременность изготовления продукции, что при несоблюдении данных мер может сильно повлиять на процессы организации производства и привести к незапланированным дополнительным ресурсным и трудовым затратам. Отказ даже одного из узлов электрической машины приводит к простоям и эксплуатационным затратам.

Разработанное техническое решение позволяет увеличить срок службы ЩКУ, обеспечивая требования к надежности узлов коммутации в данных машинах. Простота и технологичность конструкции позволяют сократить срок ремонта. К данной конструкции в дальнейшем планируется добавить датчики обратной связи привода для управления подъемом щеток. А описанные операции обработки планируется производить с помощью специального ультразвукового оборудования, что дополнительно позволит повысить надежность узла.

Список литературы

1. Баширов, М.Г. Сравнение и оценка различных видов бесщеточного возбуждения для синхронных машин / М.Г. Баширов, И.Г. Юсупова, Г.Р. Файзуллина // Наука и бизнес: пути разви-

тия. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 5(119). – С. 37–43.

2. Епифанов, А.П. Электрические машины : учебник / А.П. Епифанов, Г.А. Епифанов. – СПб : Лань, 2017. – 300 с.

3. Кацман, М.М. Электрические машины. Учебное издание. Учебник для учащихся электротехнических специальностей техникумов / М.М. Кацман. – М. : Издательский центр «Академия», 2001. – 463 с.

4. Байсадыков, М.Ф. Разработка метода оценки интенсивности изнашивания и алгоритма прогнозирования остаточного ресурса щеток тяговых электродвигателей : специальность 05.09.01 «Электромеханика и электрические аппараты» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / М.Ф. Байсадыков. – Омск, 2020. – 20 с.

5. Изотов, А.И. Снижение износа щеток в коллекторных электрических машинах переменного тока / А.И. Изотов, Г.А. Мамаев, В.Я. Беспалов [и др.] // Электричество. – 2017. – № 2. – С. 50–54.

6. Забудский, Е.И. Электрические машины : Учебное пособие для вузов. В четырех частях / Е.И. Забудский. – М. : Общество с ограниченной ответственностью «Мегаполис», 2020. – 294 с.

References

1. Bashirov, M.G. Sravneniye i otsenka razlichnykh vidov besshchetchnogo возбуждения для синхронных машин / M.G. Bashirov, I.G. Yusupova, G.R. Fayzullina // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 5(119). – С. 37–43.

2. Yepifanov, A.P. Elektricheskiye mashiny : uchebnik / A.P. Yepifanov, G.A. Yepifanov. – SPb : Lan', 2017. – 300 s.

3. Katsman, M.M. Elektricheskiye mashiny. Uchebnoye izdaniye. Uchebnik dlya uchashchikhsya elektrotekhnicheskikh spetsial'nostey tekhnikumov / M.M. Katsman. – М. : Izdatel'skiy tsentr «Akademiya», 2001. – 463 s.

4. Baysadykov, M.F. Razrabotka metoda otsenki intensivnosti iznashivaniya i algoritma prognozirovaniya ostatochnogo resursa shchetok tyagovykh elektrodvigateley : spetsial'nost' 05.09.01 «Elektromekhanika i elektricheskiye apparaty» : avtoreferat dissertatsii na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / M.F. Baysadykov. – Omsk, 2020. – 20 s.

5. Izotov, A.I. Snizheniye iznosa shchetok v kollektornykh elektricheskikh mashinakh peremennogo toka / A.I. Izotov, G.A. Mamayev, V.YA. Bespalov [i dr.] // Elektrichestvo. – 2017. – № 2. – С. 50–54.

6. Zabudskiy, Ye.I. Elektricheskiye mashiny : Uchebnoye posobiye dlya vuzov. V chetyrekh chastyakh / Ye.I. Zabudskiy. – М. : Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennost'yu «Megapolis», 2020. – 294 s.

© Э.М. Абдрафиков, В.П. Кузьменко, С.В. Солёный, А.В. Рысин, 2022

УДК 621

М.Г. БАШИРОВ, Н.Д. ДЮЛЬДИН, И.С. ВАСИЛЬЕВ, Д.А. СИДОРОВ

Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет», г. Салават

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА

Ключевые слова: генератор; диагностика; исследование электрического генератора; электромагнитный спектральный метод.

Аннотация. Во время работы генератора возрастает необходимость знать его техническое состояние. В связи с этим были разработаны обширные методы диагностики технического и электрического состояния генератора. Электромагнитный спектральный метод дает возможность записывать гармонические колебания работающего генератора с целью их анализа и выявления неисправностей. В работе предложено исследование типовых дефектов генератора, которые были выявлены во время анализа спектра электромагнитным спектральным методом диагностики. Данный метод может гарантировать точное определение всех присутствующих неисправностей с целью их дальнейшего устранения без потери времени [1].

Актуальность работы обусловлена необходимостью проведения оценки состояния работающего генератора, не прерывая деятельность установки и не приводя к потерям в выработке электроэнергии.

Целью работы является исследование дефектов, возникающих при работе генераторов, путем применения электромагнитного спектрального метода диагностики электрических генераторов, и дальнейший анализ выявленных неисправностей с целью повышения эффективности процесса диагностики электрогенераторов. Исходя из поставленной цели, решались следующие задачи:

- исследование электромагнитного спектра, который возникает вследствие дефектов генератора;
- исследование типовых дефектов гене-

ратора.

Анализ зафиксированных дефектов позволяет точно определить характер неисправности генератора по его гармоническому спектру. Данные, полученные во время исследования, необходимы для более быстрой и успешной оценки состояния работающего генератора [2].

При проведении испытаний был выявлен ряд типовых дефектов: дисбаланс ротора, нагрев статора, дефект подшипника, ослабление креплений.

При анализе спектра, который был получен во время исследования, делаем следующие выводы.

1. На рис. 1 мы видим, что в спектре гармоник тока появляется небольшое снижение фазы *B*. В спектре гармоник напряжения мы видим картину обратную, где присутствует небольшой пик гармоник фазы *B*. Данный спектр характерен для дисбаланса ротора.

2. По характерным пикам на частоте 150 Гц (третья гармоника) можем сделать выводы о нагреве статора, который, в свою очередь, вызывает ухудшение изоляции обмоток и короткозамкнутые витки.

3. Мы видим пики фаз пятой гармоники, что может свидетельствовать о наличии дефекта подшипника.

4. На частотах 300 Гц и более видим тренд, который указывает на возможный дефект ослабления креплений.

Когда линии спектров имеют примерно одинаковые значения, возможно сделать вывод о том, что спектр тока полностью аналогичен спектру напряжения, а это, в свою очередь, указывает на отсутствие дефектов. Обратная же ситуация однозначно указывает на присутствие

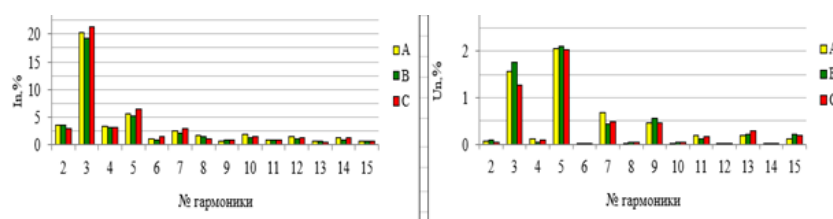


Рис. 1. Гармонический спектр

неисправностей как в механической, так и в электрической частях генератора [3].

Исходя из вышесказанного, сделаем вывод о том, что механические дефекты генератора можно увидеть в гармоническом спектре в виде гармоник вплоть до шестого порядка. Дефекты ротора, равно как и статора, можно заметить в гармониках до пятого порядка по характерным пикам фаз.

Также хотелось бы отметить, что наличие искажения гармоник в спектре генератора допускается в случае отсутствия их превышения более чем на 5 % [4–5].

Большое количество дефектов, которые возникают во время работы генератора, требует своевременного обнаружения и устранения с целью понижения стоимости выполнения

дальнейших ремонтов. Применяемые методы диагностики существенно проигрывают в скорости и качестве обнаружения проблем электромагнитному спектральному методу диагностики электрических генераторов. Проведенные исследования показали, что данный метод позволяет повысить безопасность выполнения диагностики электрогенератора, приносит экономическую выгоду, увеличивает качество и эффективность выполняемой диагностики путем увеличения точности и скорости выполнения самой диагностики, а также контролирует техническое состояние электрогенератора. С этим методом имеется возможность проведения оценки целостности генератора для раннего предупреждения о возможных неисправностях [6].

Список литературы

1. Патент на изобретение RU 2431152 C2. Способ диагностики механизмов и систем с электрическим приводом. Кузеев И.Р., Баширов М.Г., Прахов И.В., Баширова Э.М., Самородов А.В. Заявка №2009143292/28 от 23.11.2009.
2. Баширов, М.Г. Электромагнитный спектральный метод диагностики турбогенераторов тепловых электростанций / М.Г. Баширов, Э.М. Баширова, И.Г. Хуснутдинова // Промышленная энергетика. – 2021. – № 1. – С. 20–26.
3. Серебряков, А.В. Нечеткие модели и алгоритмы управления энергетическими установками / А.В. Серебряков, О.В. Крюков, А.Б. Васенин // В сб.: Материалы конференции «Управление в технических, эргодических, организационных и сетевых системах», 2012. – С.467–469.
4. Баширов, М.Г. Электромагнитный спектральный метод диагностики генераторов электростанций / М.Г. Баширов, Э.М. Баширова, И.Г. Хуснутдинова // Федоровские чтения – 2020: L Международная научно-практическая конференция с элементами научной школы. – М. : Издательский дом МЭИ, 2020. – С. 50–57.
5. Баширов, М.Г. Разработка электромагнитного спектрального метода диагностики генераторов электростанций / М.Г. Баширов, Э.М. Баширова, И.Г. Хуснутдинова // Акселерация инноваций – институты и технологии : Сборник статей научного делового форума. – Уфа : ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан», 2020. – С. 100–106.
6. Bashirov, M. Destruction of electrical insulating structures of electric motors during various drying techniques / M. Bashirov, A. Nemirovskiy, A. Aluynov [et al.] // E3S Web of Conferences. – Saint-Petersburg : EDP Sciences, 2020. – P. 01066.

References

1. Patent na izobreteniya RU 2431152 C2. Spособ diagnostiki mekhanizmov i sistem s elektricheskim privodom. Kuzeyev I.R., Bashirov M.G., Prakhov I.V., Bashirova E.M., Samorodov A.V. Zayavka №2009143292/28 ot 23.11.2009.
2. Bashirov, M.G. Elektromagnitnyy spektral'nyy metod diagnostiki turbogeneratorov teplovykh elektrostantsiy / M.G. Bashirov, E.M. Bashirova, I.G. Khusnutdinova // Promyshlennaya energetika. – 2021. – № 1. – S. 20–26.
3. Serebryakov, A.V. Nechetkiye modeli i algoritmy upravleniya energeticheskimi ustanovkami / A.V. Serebryakov, O.V. Kryukov, A.B. Vasenin // V sb.: Materialy konferentsii «Upravleniye v tekhnicheskikh, ergodicheskikh, organizatsionnykh i setevykh sistemakh», 2012. – S.467–469.
4. Bashirov, M.G. Elektromagnitnyy spektral'nyy metod diagnostiki generatorov elektrostantsiy / M.G. Bashirov, E.M. Bashirova, I.G. Khusnutdinova // Fedorovskiye chteniya – 2020: L Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya s elementami nauchnoy shkoly. – M. : Izdatel'skiy dom MEI, 2020. – S. 50–57.
5. Bashirov, M.G. Razrabotka elektromagnitnogo spektral'nogo metoda diagnostiki generatorov elektrostantsiy / M.G. Bashirov, E.M. Bashirova, I.G. Khusnutdinova // Akseleratsiya innovatsiy – instituty i tekhnologii : Sbornik statey nauchnogo delovogo foruma. – Ufa : GANU «Institut strategicheskikh issledovaniy Respubliki Bashkortostan», 2020. – S. 100–106.

© М.Г. Баширов, Н.Д. Дюльдин, И.С. Васильев, Д.А. Сидоров, 2022

УДК 004.9

*М.В. БОЕВ, С.А. МИРЗОЕВ, А.С. ХИСМАТУЛЛИН**Филиал ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Салават*

ЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Ключевые слова: барботаж; охлаждение; трансформатор; циркуляция; элегаз; эффективность.

Аннотация. Сегодня в России в связи с санкциями и попытками технологической изоляции особенно остро стоят проблемы, связанные с техническим перевооружением промышленности и ликвидацией технологического отставания от промышленно развитых стран. Одной из таких задач является повышение эффективности охлаждения силовых масляных трансформаторов, традиционные системы охлаждения которых не обеспечивают отвод тепла от токоведущих элементов, снижая их надежность.

Целью и задачей исследования является повышение эффективности систем охлаждения силовых масляных трансформаторов, что позволяет увеличить срок их службы и безопасность эксплуатации, поскольку одной из основных причин выхода трансформаторов из строя является неэффективность систем масляного охлаждения. Для повышения эффективности системы охлаждения силовых масляных трансформаторов рекомендуется охлаждать масло циркулирующим газом до пузырьков и последующего термоэлектрического охлаждения, при этом системы циркуляции и газового охлаждения включаются автоматически при высоких нагрузках, конструкция и работа предлагаемой системы охлаждения масла обеспечивается трансформаторами.

В данной статье для повышения надежности рассматриваемого оборудования предложено усовершенствовать его системы охлаждения, параметры рассчитаны с учетом энергообменных элементов рассеяния вырабатываемой динамической мощности.

Самые большие проблемы связаны с потребностью в методах оценки состояния и ожидаемого срока службы: из-за этого управление сроком службы трансформатора в последние десятилетия привлекало все больший интерес по экономическим и техническим причинам, а также с повышением эффективности трансформаторов за счет новых конструкций или применения новых материалов один и тот же трансформатор может использоваться в качестве повышающего или понижающего трансформатора в зависимости от способа его подключения в цепях.

В данной работе для повышения надежности рассматриваемого оборудования предложено усовершенствовать его системы охлаждения, параметры рассчитаны с учетом энергообменных элементов рассеяния вырабатываемой динамической мощности и до сегодняшнего дня для охлаждения крупного трансформаторного оборудования используются системы, практически не изменившиеся с 40-х гг. прошлого века, поэтому очень важны технологии определения температуры обмотки силового масляного трансформатора, в частности анализ тепловых процессов в обмотке силового трансформатора при кратковременных перегрузках с учетом влияния окружающей среды [1–5].

Основная цель систем охлаждения состоит в том, чтобы обеспечить максимально возможный срок службы, свести к минимуму эксплуатационные расходы в течение всего срока службы и спрогнозировать время, необходимое для снятия трансформатора на плановой основе для проверки или замены.

Принцип элегазового барботирования трансформаторного масла лежит в основе полезных моделей, связанных с установками для охлаждения масляных трансформаторов [6–11]. Он заключается в том, что теплосъем с актив-

ной части трансформатора осуществляется трансформаторным маслом с циркулирующим в нем элегазом. Элегазовые пузырьки, всплывая, уносят с собой частички масла, которые последовательно отделяются от элегаза в баке-расширителе, фильтрах грубой и тонкой очистки.

Предложенный способ охлаждения сило-

вых масляных трансформаторов является современным и эффективным решением для использования на предприятиях и представляет собой новое направление в развитии трансформаторного машиностроения. Установка особенно эффективна в жаркий период, когда система масляного охлаждения не справляется с подачей тепла.

Список литературы

1. Хисматуллин, А.С. Методика технического обслуживания и ремонта промышленных силовых трансформаторов по техническому состоянию / А.С. Хисматуллин, А.Х. Вахитов, А.А. Феоктистов // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 2-2. – С. 308–313.
2. Хисматуллин, А.С. Повышение эффективности охлаждения маслонаполненных трансформаторов / А.С. Хисматуллин, М.Г. Баширов, Е.Г. Солдатова, Е.Ю. Мавлекаев // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. – 2018. – Т. 24. – № 1. – С. 38–49.
3. Хисматуллин, А.С. Повышение охлаждения масляных силовых трансформаторов путем барботажа пузырьков элегаза / А.С. Хисматуллин, М.Р. Сураков, А.А. Сынтимиров // Инженерная физика. – 2017. – № 6. – С. 27–31.
4. Хисматуллин, А.С. Исследование теплопереноса в промышленных силовых трансформаторах с элегазовым охлаждением / А.С. Хисматуллин, А.Г. Хисматуллин, А.Р. Камалов // Экологические системы и приборы. – 2017. – № 2. – С. 29–33.
5. Баширов М.Г., Хисматуллин А.С., Переверзев А.И. Установка для охлаждения масляного трансформатора // Патент на полезную модель RU 167206 U1, 27.12.2016. Заявка № 2016124531/07 от 20.06.2016.
6. Плазменный разряд в квитирующей жидкости / О.В. Абрамов, В.О. Абрамов, Ю. Андриянов [и др.] // Инженерная физика. – 2009. – № 8. – С. 34–38.
7. Баширов М.Г., Хисматуллин А.С., Сиротина Е.В. Установка для охлаждения масляного трансформатора с электрическим фильтром очистки // Патент на полезную модель RU 177199 U1, 13.02.2018. Заявка № 2017117996 от 23.05.2017.
8. Фильтрация элегаза в модернизированной системе охлаждения масляного трансформатора / А.С. Хисматуллин, М.В. Кофанов, Ш.Д. Каримов [и др.] // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 5(95). – С. 149–153.
9. Баширов М.Г., Хисматуллин А.С., Крышко К.А. Устройство элегазово-водяного охлаждения масляного трансформатора // Патент на изобретение RU 2717230 C1, 19.03.2020. Заявка № 2019122488 от 18.02.2019.
10. Баширов М.Г., Хисматуллин А.С., Никитин А.В., Сушенцов Л.В. Устройство для охлаждения масляного трансформатора // Патент на полезную модель 208887 U1, 19.01.2022. Заявка № 2021123549 от 05.08.2021.
11. Баширов М.Г., Хисматуллин А.С., Каримова Ш.Д. Устройство для охлаждения масляного трансформатора // Патент на изобретение 2764732 C1, 20.01.2022. Заявка № 2021107619 от 22.03.2021.

References

1. Khismatullin, A.S. Metodika tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta promyshlennykh silovykh transformatorov po tekhnicheskomu sostoyaniyu / A.S. Khismatullin, A.KH. Vakhitov, A.A. Feoktistov // Fundamental'nyye issledovaniya. – 2016. – № 2-2. – S. 308–313.
2. Khismatullin, A.S. Povysheniye effektivnosti okhlazhdeniya maslonapolnennykh transformatorov / AS Khismatullin, M.G. Bashirov, E.G. Soldatova, Ye.YU. Mavlekayev // Nauchno-tekhn.podrazdeleniya SPbPU. Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. – 2018. – T. 24. – № 1. – S. 38–49.

3. Khismatullin, A.S. Povysheniye okhlazhdeniya maslyanykh silovykh transformatorov barbotirovaniyem puzyr'kov gaza / A.S. Khismatullin, M.R. Surakov, A.A. Syntimirov // Inzhenernaya fizika. – 2017. – № 6. – S. 27–31.
4. Khismatullin, A.S. Issledovaniye teploobmena v promyshlennykh silovykh transformatorakh s gazovym okhlazhdeniyem / A.S. Khismatullin A.G. Khismatullin, A.R. Kamalov // Ekologicheskiesistemy i ustroystva. – 2017. – № 2. – S. 29–33.
5. Bashirov M.G., Khismatullin A.S., Pereverzev A.I. Ustanovka dlya okhlazhdeniya maslyanogo transformatora // Patent na poleznuyu model' RU 167206 U1, 27.12.2016. Zayavka № 2016124531/07 ot 20.06.2016.
6. Plazmennyy razryad v priyemnoy zhidkosti / O.V Abramov, V.O. Abramov, YU. Andrianov [i dr.] // Inzhenernaya fizika. – 2009. – № 8. – S. 34–38.
7. Bashirov M.G., Khismatullin A.S., Sirotina Ye.V. Ustanovka dlya okhlazhdeniya maslyanogo transformatora s fil'trom elektroochistki // Patent na poleznuyu model' RU 177199 U1, 13.02.2018. Zayavka № 2017117996 ot 23.05.2017.
8. Fil'tratsiya gaza v modernizirovannoy sisteme okhlazhdeniya maslyanogo transformatora / A.S. Khismatullin, M.V. Kofanov, SH.D. Karimov [i dr.] // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 5 (95). – S. 149–153.
9. Bashirov M.G., Khismatullin A.S., Kryshko K.A. Ustroystvo elektrovodyanogo okhlazhdeniya maslyanogo transformatora // Patent na izobreteniyе RU 2717230 S1, 19.03.2020. Zayavka № 2019122488 ot 18.02.2019.
10. Bashirov M.G., Khismatullin A.S., Nikitin A.V., Sushentsov L.V. Ustroystvo dlya okhlazhdeniya maslyanogo transformatora // Patent na poleznuyu model' 208887 U1, 19.01.2022. Zayavka № 2021123549 ot 05.08.2021.
11. Bashirov M.G., Khismatullin A.S., Karimova SH.D. Ustroystvo dlya okhlazhdeniya maslyanogo transformatora // Patent na izobreteniyе 2764732 S1, 20.01.2022. Zayavka № 2021107619 ot 22.03.2021.

© М.В. Боев, С.А. Мирзоев, А.С. Хисматуллин, 2022

УДК 664.726

В.А. КИРСАНОВ, В.М. БЕРДНИК, В.Г. ТАМАДАЕВ
ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПОЛОЧНЫХ ВОЗДУШНЫХ КЛАССИФИКАТОРОВ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Ключевые слова: воздушная классификация; гравитационная пневмокласификация; полочные аппараты; пневмокласификатор; разделение сыпучих материалов; сепарационная камера; эффективность процесса разделения.

Аннотация. Выполнен анализ результатов экспериментальных исследований по выявлению эффективности процесса разделения сыпучих материалов на фракции в воздушных классификаторах с различными конструкциями пересыпных полок. Основной задачей исследований являлось установление рациональной области использования каждого вида полки. Выявлены оптимальные значения нагрузки по твердой фазе и скорости газа для исследуемых полочных аппаратов. Доказано, что качество верхнего и нижнего продуктов разделения также находится в прямой зависимости от конструкции полки. С помощью критериев и параметров оптимизации определена эффективность разделения сыпучих материалов в рассматриваемых пневмокласификаторах.

Воздушная классификация, основной целью которой является разделение исходного дисперсного сыпучего материала на фракции, находит широкое применение во многих отраслях промышленности и в сельском хозяйстве. Данный процесс обладает целым рядом преимуществ перед традиционно используемыми на производствах механической и гидравлической классификациями. Фракции, получаемые в воздушных классификаторах, не переизмельчаются, обладают требуемой чистотой, не требуют проведения энергоемкой сушки. Кроме этого, важной отличительной особенностью пневмокласификации является то, что дисперсный материал разделяется на фракции не по одному

признаку, как, например, при грохочении (по геометрическому) или при проведении гидравлической классификации (по различию плотностей частиц материала и жидкости), а по совокупности физико-механических свойств частиц: размерам, форме, шероховатости поверхности и плотности.

Аппаратура для проведения процесса воздушной классификации весьма разнообразна и делится на аппараты, использующие центробежную силу, и аппараты, в которых основной силой, действующей на обрабатываемый материал, является гравитационная. Причем гравитационная пневмокласификация имеет более широкую область использования в промышленности, так как позволяет разделять исходную дисперсную смесь с частицами от 0,1 до 5 мм, наиболее распространенную в различных технологических процессах. Гравитационные пневмокласификаторы отличаются также сравнительной простотой конструкции и чаще всего представляют собой сепарационную камеру прямоугольной формы, снабженную однотипными пересыпными полками. Учитывая установленную взаимосвязь между конструктивными особенностями полки и физико-механическими свойствами разделяемых частиц, усовершенствование пневмокласификаторов идет по пути создания новых конструкций полки [1].

Основной целью данной статьи является установление наиболее перспективной области использования каждой конструкции разработанных полки, внедренных в различные отрасли промышленности [2; 3].

Принимая во внимание рекомендацию о том, что сравнивать полочные воздушные классификаторы можно только при их работе в оптимальных технологических режимах [4], проведены предварительные эксперименты на

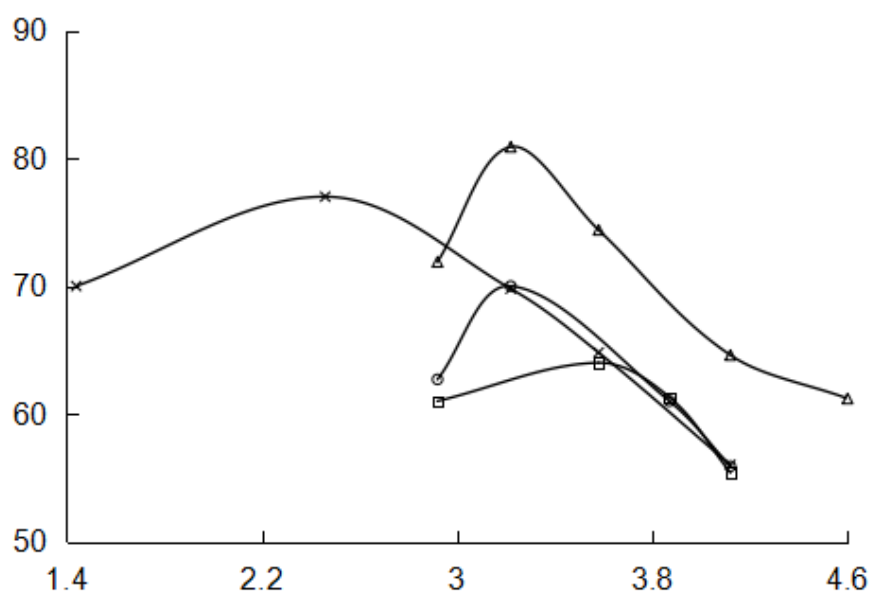


Рис. 1. Зависимость критерия Эдера-Майера от скорости воздушного потока в аппаратах: 1, 2, 3, 4 – с пластинчатыми, ступенчатыми, двухпоточными и трехпоточными контактными элементами

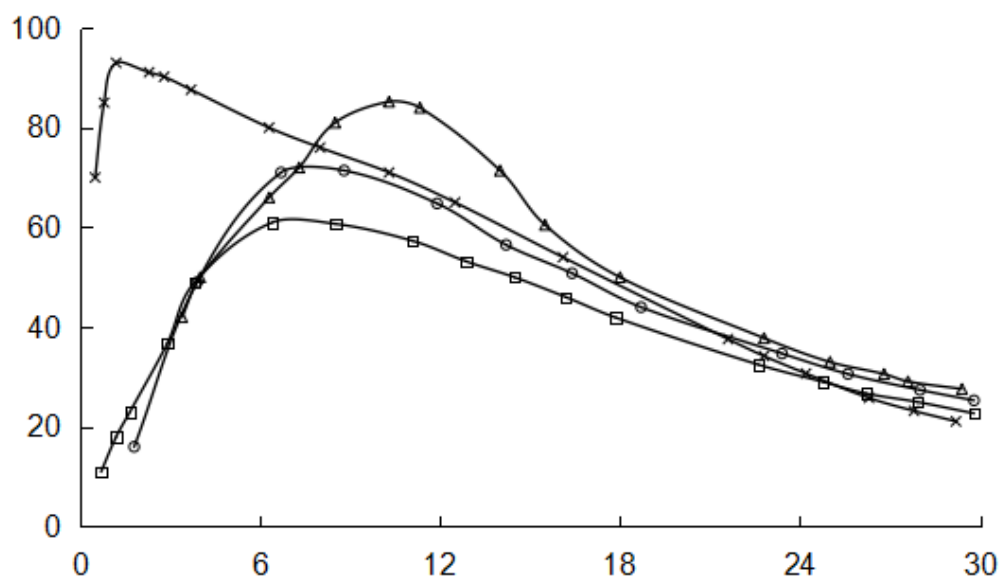


Рис. 2. Влияние расхода материала на критерий Ханкока-Луйкена: 1, 2, 3, 4, 5 – для аппаратов пустотелого ($V_r = 3,6$ м/с), с пластинчатыми ($V_r = 3,58$ м/с), ступенчатыми ($V_r = 3,2$ м/с), двухпоточными ($V_r = 2,46$ м/с) и трехпоточными ($V_r = 3,2$ м/с) контактными элементами

лабораторных установках с искусственными и промышленными смесями твердых частиц кварцевого песка. В результате анализа полу-

ченных результатов определены наиболее рациональные значения скорости воздушного потока и нагрузки по твердой фазе для каждой

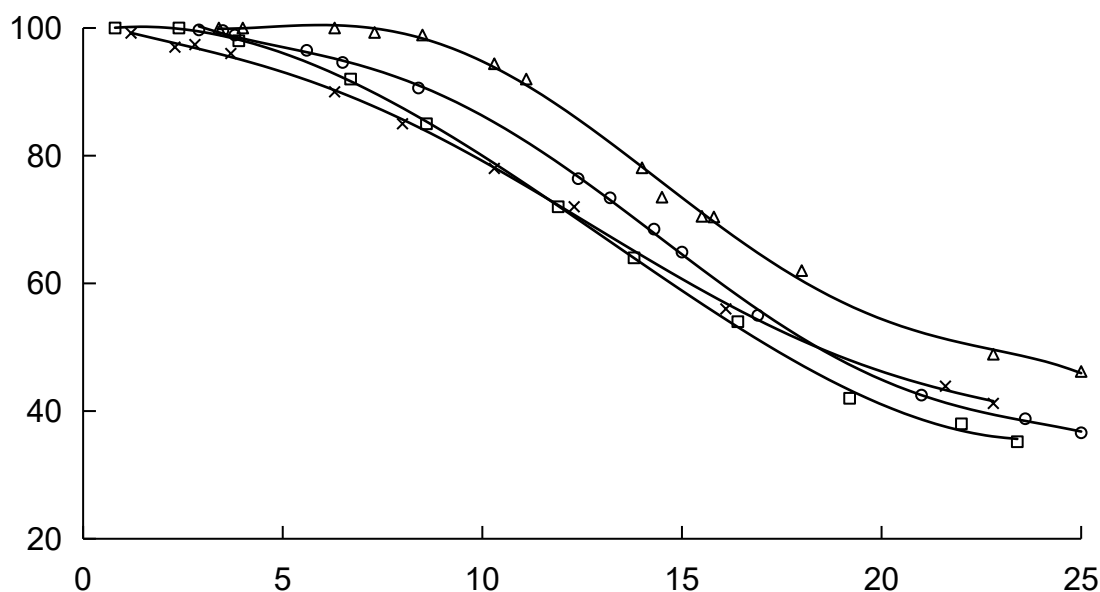


Рис. 3. Влияние расхода материала на показатель извлечения мелкой фракции в нижний продукт при оптимальных скоростях газа в аппаратах: 1, 2, 3, 4 – с пластинчатыми, ступенчатыми, двухпоточными и трехпоточными контактными элементами

конструкции полок [1].

Эффективность процесса разделения дисперсных материалов оценивалась общепринятыми критериями и параметрами: критериями Ханкока-Луйкена E , Эдера-Майера χ , а также показателями извлечения мелкого компонента в уносимый из аппарата верхний продукт ε_m и крупного компонента в выгружаемый из аппарата нижний продукт ε_k [5].

На рис. 1 графически показано влияние скорости воздуха на величину критерия Эдера-Майера, полученное при разделении полидисперсной смеси. Как видно, при установке в аппарат ступенчатых полок показатель эффективности достигает своего максимального значения, равного 80,9 % при скорости газа 3,2 м/с. Такая же скорость является оптимальной и для аппарата с трехпоточными полками, обеспечивая сравнительно меньшую эффективность, равную 70 %. Наименьшее значение рабочей скорости воздушного потока $V_r = 2,46$ м/с наблюдается в аппарате с двухпоточными полками при достаточно высокой эффективности 77 %. Наибольшая величина оптимальной скорости воздуха, равная 3,6 м/с, характерна для аппарата с пластинчатыми полками, при этом критерий Эдера-Майера составляет 65 %.

На рис. 2 представлена графическая зависимость критерия Ханкока-Луйкена от нагрузки по твердой фазе для исследуемых полок, полученная при выявленных оптимальных скоростях газа. Как видно, каждая конкретная конструкция полок обеспечивает наибольшую эффективность процесса при определенной величине расхода материала. Так, у двухпоточных полок эффективность разделения достигает 93 % при наименьшем расходе материала 1,2 кг/(м² * с); у пластинчатых – $E = 61$ % при $G = 6,4$ кг/(м² * с); у трехпоточных – $E = 71$ % при нагрузке по твердой фазе, равной 8,8 кг/(м² * с); у ступенчатых эффективность составляет 85 % при $G = 10,7$ кг/(м² * с).

При превышении указанных значений расхода материала эффективность для всех видов полок падает, причем при $G > 20$ кг/(м² * с) величина критерия Ханкока-Луйкена практически не зависит от их конструктивных особенностей. Подобное наблюдается и при расходах материала менее 6 кг/(м² * с), а при $G \approx 4$ кг/(м² * с) эффективность почти всех исследуемых аппаратов становится одинаковой. Исключение составляет только аппарат с двухпоточными полками, который обеспечивает наибольшую эффективность процесса разделения при не-

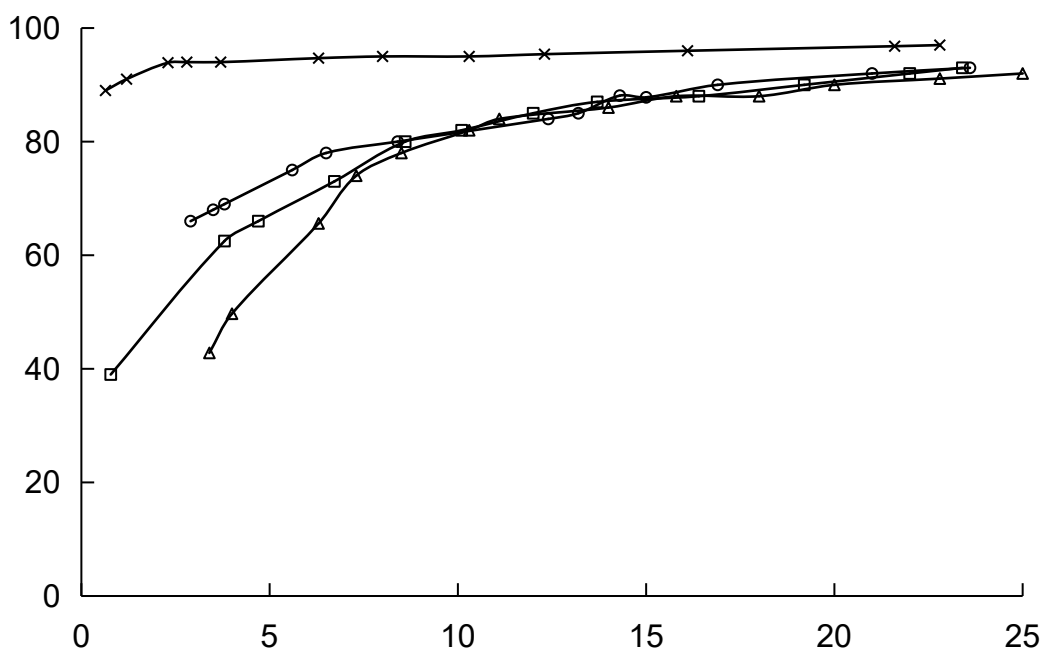


Рис. 4. Влияние расхода материала на показатель извлечения крупной фракции в нижний продукт при оптимальных скоростях газа в аппаратах: 1, 2, 3, 4 – с пластинчатыми, ступенчатыми, двухпоточными и трехпоточными контактными элементами

значительной нагрузке по твердой фазе. Следует отметить, что данный аппарат работает с высокой эффективностью в широком диапазоне изменения расхода материала. Так, при $0,5 < G < 10,5$ кг/(м² * с) критерий Ханкока-Луйкена составляет $E \approx 70$ %, что примерно соответствует эффективности процесса разделения в аппарате со ступенчатыми полками, но в меньшем интервале изменения нагрузки по твердой фазе $6,9 < G < 14,5$ кг/(м² * с).

Сопоставим влияние расхода материала на показатели извлечения мелкой ϵ_m и крупной ϵ_k фракций в верхний и нижний продукты разделения в зависимости от вида применяемых полок (рис. 3). Анализ полученных результатов поможет определить область их наиболее целесообразного использования. Эксперименты, проводимые при оптимальных скоростях воздушного потока, показали, что наибольшая величина показателя извлечения мелкой фракции в верхний продукт в широком диапазоне изменения нагрузки по твердой фазе достигается в аппарате со ступенчатыми полками. Классификаторы с другими конструкциями полок занимают промежуточное положение, причем по-

казатели извлечения мелкой фракции в верхний продукт практически совпадают для аппаратов с пластинчатыми и двухпоточными полками в интервале изменения нагрузки по твердой фазе от 10 до 16 кг/(м² * с).

Максимальное значение показателя извлечения крупной фракции в нижний продукт, которое в широком диапазоне расхода материала практически не изменяется, наблюдается в аппарате с двухпоточными полками (рис. 4). Необходимо также отметить, что графики 1, 2 и 4, полученные в интервале расхода материала от 8,5 до 24 кг/(м² * с) и характеризующие изменение данного показателя извлечения в аппаратах с пластинчатыми, ступенчатыми и трехпоточными полками, сливаются в одну линию.

С целью оценки разделительной способности рассматриваемых полок на примере бинарной смеси равновероятностного состава проведены эксперименты при высоком расходе материала. При этом ставилась задача определить также влияние числа полок на результаты процесса.

На рис. 5 представлено влияние количества различных полок на величину критерия Ханкока-

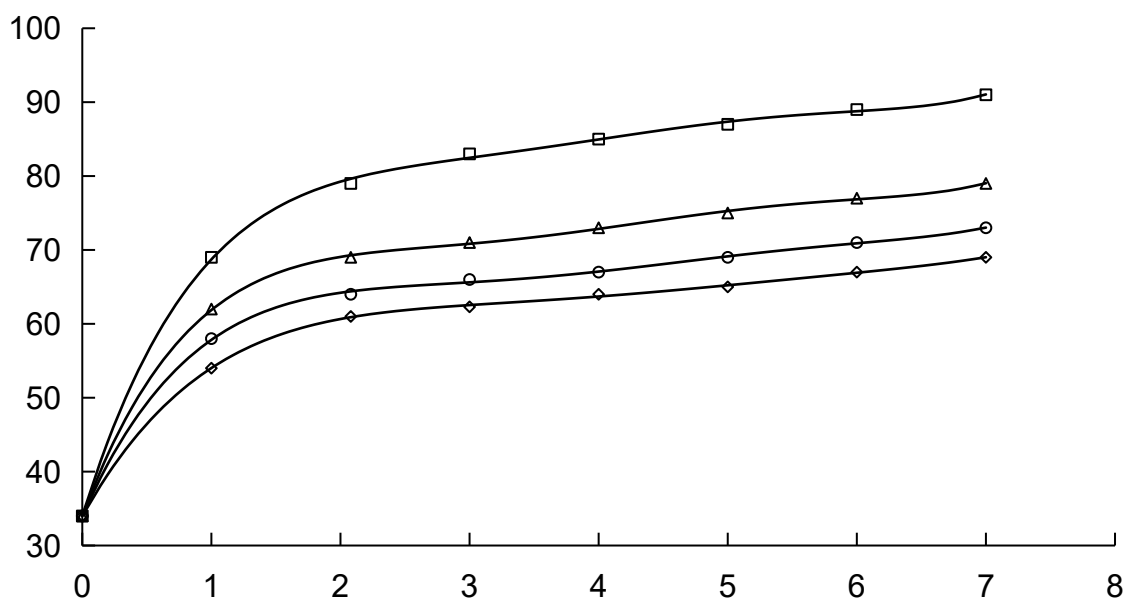


Рис. 5. Зависимость эффективности процесса разделения от числа контактных элементов: 1, 2, 3, 4 – аппараты с пластинчатыми, трехпоточными, двухпоточными и ступенчатыми контактными элементами; расход материала 12 кг/(м² * с)

Луйкена. Как видно, эффективность разделения увеличивается практически в два раза при размещении в аппарате любой из исследуемых конструкций. Дальнейшее увеличение числа полок приводит к монотонному росту значения критерия Ханкока-Луйкена. Так, при увеличении количества полок от одного до семи эффективность процесса возрастает на 15 % в аппарате с пластинчатыми и трехпоточными полками, на 22 % – со ступенчатыми, на 17 % – с двухпоточными. Величина критерия Ханкока-Луйкена заметно повышается при размещении в аппарате двух-трех полок. Дальнейшее увеличение их количества способствует росту эффективности процесса в среднем на 2–3 % независимо от конструкции исследуемых полок. Следует также отметить, что с увеличением числа полок будет возрастать гидравлическое сопротивление аппарата, что негативно скажется на его энергопотреблении.

Таким образом, анализ результатов сравнительных испытаний полок различной конструкции позволяет сделать следующие выводы.

1. Для каждого вида полок существует определенная область оптимальных значений нагрузки по твердой фазе и скорости газа. Эксперименты, проведенные на бинарных и поли-

дисперсных смесях кварцевого песка, позволили выявить эти значения, обеспечивающие максимальную эффективность процесса разделения. Например, по границе разделения 0,35 мм: для аппаратов со ступенчатыми полками $G = 10,5 - 10,8$ кг/(м² * с) и $V_r = 3,2$ м/с критерий Ханкока-Луйкена составляет $E = 85$ %; с трехпоточными $G = 8,6 - 8,9$ кг/(м² * с) и $V_r = 3,2$ м/с – $E = 71$ %; с пластинчатыми полками $G = 6,2 - 6,5$ кг/(м² * с) и $V_r = 3,58$ м/с – $E = 61$ %; с двухпоточными $G = 1,1 - 1,3$ кг/(м² * с) и $V_r = 2,46$ м/с – $E = 93$ %. Следует отметить, что аппараты с двухпоточными полками обеспечивают сравнительно высокую эффективность разделения при меньших расходах материала и воздуха.

2. Качество верхнего и нижнего продуктов процесса разделения также находится в прямой зависимости от конструктивных особенностей полок. Так, если такая задача ставится применительно к нижнему продукту, то в этом случае несомненным превосходством обладают аппараты с двухпоточными полками. Им несколько уступают аппараты с трехпоточными и другими конструкциями полок.

Если по технологическим соображениям повышенные требования предъявляются

к верхнему продукту, то необходимо применять аппарат со ступенчатыми полками, который эффективнее справится с данной задачей, чем пневмокласификаторы с другими исследуемыми конструкциями полок.

3. Высокой разделительной способностью обладают аппараты со ступенчатыми полками, им несколько уступают аппараты с двухпоточными. Число полок в аппарате значительно влия-

ет на эффективность процесса при установке их в количестве двух-трех, тогда как дальнейшее увеличение вызывает рост эффективности всего на 2–3 % независимо от конструкции. Следует также учесть увеличение гидравлического сопротивления аппарата с установкой каждой последующей полки, что потребует использования вентилятора с повышенным энергопотреблением.

Список литературы

1. Кирсанов, В.А. Каскадная пневмокласификация сыпучих материалов / В.А. Кирсанов // Известия вузов. Сев.-Кавказ. регион. – Ростов н/Д, 2004.
2. Кирсанов, В.А. Разработка и внедрение пневмосепараторов семян сельскохозяйственных культур / В.А. Кирсанов, М.В. Кирсанов, Р.В. Коломиец, В.М. Бердник // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 11(101). – С. 24–31.
3. Кирсанов, В.А. Модернизация пневмокласификатора сыпучих материалов / В.А. Кирсанов, М.В. Кирсанов, В.М. Бердник, В.Г. Тамадаев // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2020. – № 9(111). – С. 15–20.
4. Барский, М.Д. Фракционирование порошков / М.Д. Барский. – М. : Недра, 1980. – 327 с.
5. Барский, М.Д. Оптимизация процессов разделения зернистых материалов / М.Д. Барский. – М. : Недра, 1978. – 168 с.

References

1. Kirsanov, V.A. Kaskadnaya pnevmoklassifikatsiya sypuchikh materialov / V.A. Kirsanov // Izvestiya vuzov. Sev.-Kavkaz. region. – Rostov n/D, 2004.
2. Kirsanov, V.A. Razrabotka i vnedreniye pnevmoseparatorov semyan sel'skokhozyaystvennykh kul'tur / V.A. Kirsanov, M.V. Kirsanov, R.V. Kolomiyets, V.M. Berdnik // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 11(101). – S. 24–31.
3. Kirsanov, V.A. Modernizatsiya pnevmoklassifikatora sypuchikh materialov / V.A. Kirsanov, M.V. Kirsanov, V.M. Berdnik, V.G. Tamadayev // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2020. – № 9(111). – S. 15–20.
4. Barskiy, M.D. Fraktsionirovaniye poroshkov / M.D. Barskiy. – M. : Nedra, 1980. – 327 s.
5. Barskiy, M.D. Optimizatsiya protsessov razdeleniya zernistyykh materialov / M.D. Barskiy. – M. : Nedra, 1978. – 168 s.

© В.А. Кирсанов, В.М. Бердник, В.Г. Тамадаев, 2022

УДК 502.14

С.Б. БЕЛОВА, И.Ю. СТАРЧИКОВА

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

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТБО В ПОДМОСКОВЬЕ

Ключевые слова: окружающая среда; социологический опрос; твердые бытовые отходы (ТБО); устойчивое развитие; эколого-социально-экономическая система.

Аннотация. Статья посвящена изучению вопроса по обращению с твердыми бытовыми отходами на основе проведенного социологического опроса среди населения Московской области в 2021 г. Цель работы – исследовать отношение населения к вопросу, связанному с обращением с ТБО. Задачи исследования: провести опрос населения Подмосковья; проанализировать уровень мотивации, эко-образования и экокультуры у респондентов; исследовать современный опыт по улучшению обращения с ТБО. Актуальность проблемы обусловлена тем, что в условиях торможения мусорной реформы в обществе ярко проявляется пониженный интерес к раздельному сбору отходов, что, в свою очередь, сказывается на экологическом сознании населения. Материалом исследования послужили ответы респондентов (около 1 500 человек) по 41 округу Московской области посредством заполнения Google-форм. Методы исследования: поисковый, компаративный, дескриптивный, метод словарных дефиниций, метод анализа, систематизации и обобщения. Авторы предположили, что анализ современного положения с твердыми бытовыми отходами будет способствовать совершенствованию и улучшению ситуации в Подмосковье на современном этапе. На основе анализа исследований по данной проблеме и опроса населения авторы пришли к выводу о целесообразности более полной разъяснительной и образовательной работы с населением в сфере экокультуры и эко-образования, взаимодействовать с Регоператором для решения насущных вопросов, что будет продуктивно сказываться на всей системе устойчивости раз-

вития Подмосковья.

Проблема утилизации ТБО – одна из острейших экологических проблем, стоящих перед городами сегодня. Актуальность темы заключается в том, что утилизация ТБО повсеместно затруднена, поскольку без предварительной сортировки наши ТБО нельзя сжигать по зарубежным проектам, так как из-за содержания в них хлор- и фторсодержащих компонентов наряду с продуктами неполного сгорания образуются крайне ядовитые вещества. Анализ мирового опыта обращения с отходами показывает, что в Европе и Северной Америке за прошедшее десятилетие произошли значительные изменения [1]. Внедрению идей и проведению агитационной работы с населением за рубежом способствует умелое руководство на основе хорошо продуманного слогана для массового привлечения жителей к раздельному сбору отходов, а именно: «принцип 3R – *Reduce, Reuse, Recycle*», что в переводе с английского означает «сокращай (потребление или использование), используй повторно, отдавай в переработку». Россия пока критично отстает от развитых стран по уровню выборки и вторичной переработки отходов в сопоставлении с мировым опытом. Раздельный сбор, являющийся основным источником сырья в развитых странах, позволяет существенно улучшить экономику бизнеса, а в России этот вопрос пока не развит в той степени, чтобы повлиять на рынок.

Обратимся к расшифровке аббревиатуры ТБО или ТКО. Твердые бытовые или коммунальные отходы в соответствии с Федеральным законом РФ являются отходами, образующимися в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товарами, утратившими свои потребительские свойства в процессе их использования физическими ли-

цами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд [4]. В Российской Федерации доля таких отходов составляет 1/4 от общего количества, увеличиваясь с каждым годом. До 2018 г. (начало проведения «мусорной реформы») нехватка сырья для переработки являлась ключевым препятствием для развития рынка утилизации отходов. Кроме того, до недавнего времени отсутствовали экономические и законодательные стимулы для повышения объемов вовлечения отходов в хозяйственный оборот. В России отрасль обращения с отходами только начинает формироваться. При этом полезное использование отходов как возможность решения «мусорной проблемы» и сейчас находится в критичном состоянии. Сжигание мусора (с учетом получения энергии) нельзя рассматривать как альтернативу возвращению полезных фракций в оборот. Невозможно также наладить работу «мусорной реформы» без эффективной системы сбора отходов и недостатка сортировочных мощностей. Кроме того, фактор низкого сбора отходов является следствием отсутствия достаточной эколого-просветительской деятельности и эко-пропаганды населения. Проблема экологической сознательности и экограмотности населения актуальна и является одной из обсуждаемых в нашем обществе. Поэтому данное исследование направлено на выявление уровня грамотности и степени мотивации населения по отношению к ТБО, а также на подготовку рекомендаций по улучшению обращения с ТБО [5].

Обратимся к мерам, принятым в развитых странах. Основными идеями, связанными с улучшением использования ТБО и популяризацией их переработки, являются следующие:

- реализовать экономику замкнутого цикла, что позволит сократить использование ресурсов на производстве;
- развить и увеличить вторичную переработку, что приведет к снижению производственных затрат вследствие снижения потребления первичных ресурсов;
- обучить население правильной сортировке мусора, поскольку правильно отсортированный мусор можно легче, быстрее и качественнее переработать;
- довести до населения важность управления и сортировки отходов, т.е. максимизация участия населения в процессе переработки будет способствовать пониманию важности управления и сортировки отходов;

– минимизировать использование отходов, которые не могут быть переработаны и не разлагаются.

Российское Правительство приняло решение стимулировать внедрение раздельного накопления и сбора ТКО в ближайшие годы (согласно «Плану мероприятий («Дорожной карте») по введению раздельного накопления и сбора твердых коммунальных отходов» Правительства РФ от 01 июня 2020 г.) [2]:

– внести изменения в действующее законодательство в части регулирования отношений с вторичными ресурсами;

– внедрить налоговое стимулирование деятельности по обращению с вторичными ресурсами (физические лица, получившие доходы от реализации вторичных ресурсов, будут освобождены от уплаты налога на доход физических лиц (**НДФЛ**); операции по реализации вторичных ресурсов будут освобождены от уплаты налога на добавленную стоимость (**НДС**));

– запретить мусоропроводы в строящихся многоквартирных домах после внесения изменений в строительные нормы и правила;

– внедрить в жилых домах измельчители пищевых отходов;

– внести изменения в акты Правительства РФ в части установления правил раздельного накопления ТКО;

– уменьшить при переходе на раздельное накопление отходов плату за услугу обращения с ТКО;

– установить в местах (площадках) накопления отходов контейнеры для раздельного накопления ТКО;

– внедрить в торговых объектах инфраструктуру по сбору потребительской тары;

– реализовать информационную политику по популяризации раздельного накопления ТКО в рамках экологического воспитания и формирования экологической культуры в обращении с ТКО.

Для улучшения обращения с ТБО в 2021 г. были проведены опросы населения с помощью облачного сервиса: <https://forms.gle/wvYo4jxF7cmg7xTn9>. Результаты опроса населения Подмосковья приведены на сайте <https://экоступино.рф>. Данный социологический опрос охватил около 1 500 опрошенных респондентов из 41 округа Московской области. Респондентам было предложено выразить личное отношение к различным способам обращения

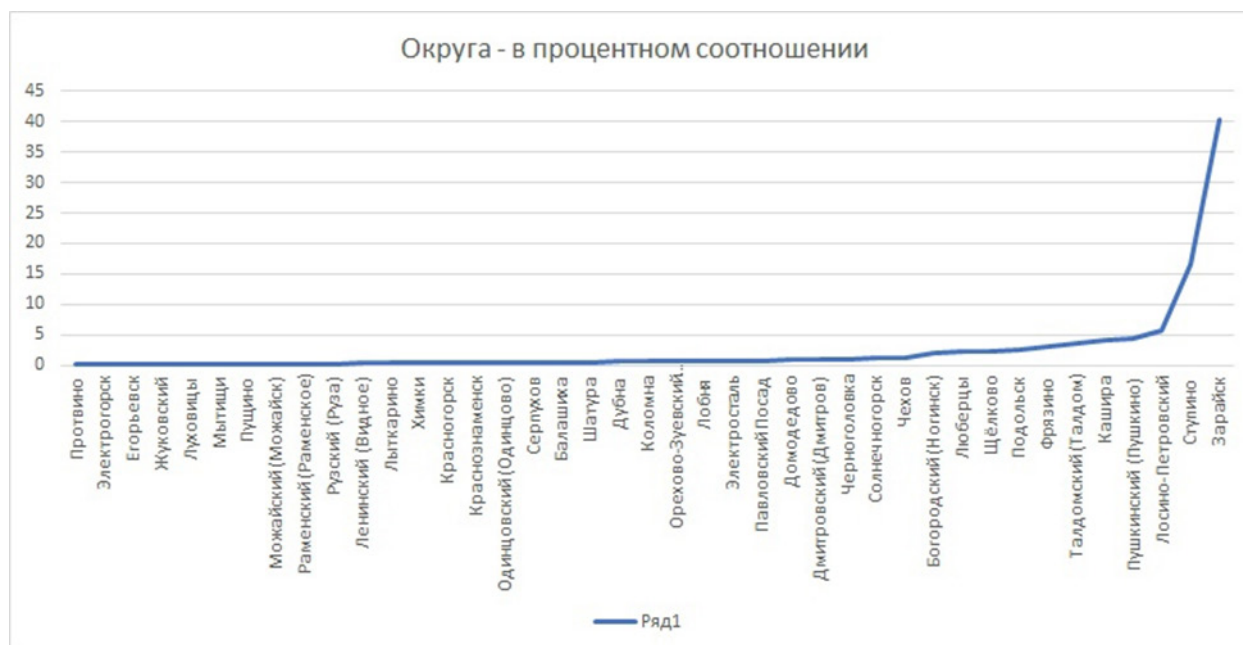


Рис. 1. Округа – участники опроса (в процентном соотношении)

с отходами; продемонстрировать знание состава бытовых отходов; оценить состояние контейнерных площадок в их дворах; написать, разделяют ли они отходы в настоящее время и готовы ли разделять их при создании необходимых условий; отметить основные причины, мешающие на их взгляд сортировке отходов; указать, что могло бы, по их мнению, мотивировать население на качественный сбор отходов. Общее количество респондентов составило 1 448 человек. Наиболее активное участие в опросе принял г.о. Зарайск: 584 респондента (рис. 1). Возможно, это связано с тем, что на его территории располагается комплекс по переработке ТКО. Респонденты в возрасте 30–40 лет (34,7 %) стали более активной прослойкой. Основная часть респондентов имела высшее и незаконченное высшее образование – 69,3 %.

Первая группа вопросов позволила выяснить, что знают респонденты о ТКО. На вопрос «Знаете ли Вы, что пластик подразделяется на несколько видов и не все виды пластика принимаются (перерабатываются)?» только половина респондентов ответила утвердительно (55,2 %). Для выяснения знания респондентов о доле пищевых отходов в общей массе отходов был задан вопрос «Знаете ли Вы, что пищевые отходы в нашем мусорном ведре могут занимать от 30 % до 70 % всех отходов

(по весу)?». Утвердительно ответили 41,3 % респондентов.

Следующая группа вопросов выявила отношение к проблеме утилизации отходов. На вопрос «Беспокоит ли Вас проблема обращения с отходами потребления?» утвердительно ответили 75 %. На вопрос «Считаете ли Вы, что созданные в вашем дворе условия для сбора отходов потребления достаточны для их раздельного сбора и последующей переработки?» было предложено дать один из ответов. Большая часть респондентов выбрала ответы «Частично, есть контейнеры, но их все равно вывозит общая машина; смысла разделять не вижу» (25,7 %) и «Да, у нас созданы все условия для раздельного сбора отходов: есть специальные контейнеры, которые регулярно вывозятся; жителям четко разъяснены правила сбора отходов и что куда выбрасывать» (24,1 %). Ответы на вопрос «Как Вы считаете, достаточно ли на вашей площадке контейнеров для сбора перерабатываемых отходов?» показали, что только для четверти респондентов их количество является достаточным. Ответы на вопрос «Сортируете ли вы отходы?» позволили выяснить, что раздельным сбором отходов при существующих условиях занимается 42,5 % респондентов, не сортирует – 56,3 %.

Известно, что из смешанных отходов полезные фракции можно извлечь с трудом и

Как Вы думаете, что могло бы мотивировать население на качественный сбор отходов?

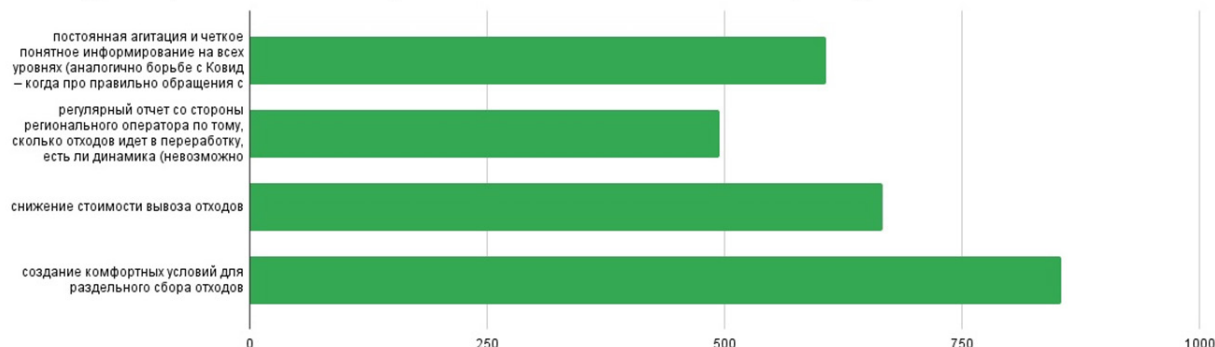


Рис. 2. Диаграмма распределения ответов на вопрос: «Как Вы думаете, что могло бы мотивировать население на качественный сбор отходов?»

только частично. Поэтому отсутствие раздельного сбора отходов населением снижает качество сортировки и в дальнейшем увеличивает угрозу для здоровья человека и опасность для экосистем в целом, особенно при сжигании мусора и захоронении его на свалках. Респондентам объяснили, что отделение пищевых отходов от остального объема отходов могло бы значительно сократить выбросы вредного газа, выделяемого при их гниении на полигоне, а также помочь лучше разделять вторичное сырье из ТКО на мусоросортировках, а, следовательно, избежать необходимости строительства и использования экологически опасных мусоросжигательных заводов [3]. На вопрос: «Готовы ли вы поддержать эту инициативу и отсортировать пищевые отходы при наличии контейнеров для пищевых отходов?» – положительно ответило около 94 % респондентов.

В данном социологическом опросе опрошенные респонденты перечислили причины, мешающие, на их взгляд, сортировать отходы. Наибольший процент составило отсутствие четкой и понятной коммуникации (какие отходы относятся к перерабатываемым) – 48,7 %, недоверие к региональному оператору – 38,7 % респондентов. В заключение были выявлены основные средства мотивации населения на качественный сбор отходов, и на рис. 2 они представлены в виде линейчатой диаграммы.

По мнению респондентов, мотивирующими факторами в этом вопросе являются следующие моменты: создание комфортных условий для раздельного сбора отходов – 59 %; снижение стоимости вывоза отходов – 46,1 %;

постоянная агитация и четкое понятное информирование на всех уровнях – 42 %; регулярный отчет со стороны регионального оператора по вопросам, сколько отходов идет в переработку и есть ли динамика в этом вопросе – 34,3 %.

Таким образом, можно предложить следующие пути улучшения ситуации в Подмосковье:

- осуществить пересмотр и утверждение графика вывоза отходов с учетом наполнения контейнеров совместно с Регоператором по вывозу ТКО с целью предотвращения образования завалов вокруг контейнерных площадок;

- установить рядом с каждой контейнерной площадкой информационные стенды, на которых должна быть размещена следующая информация: к какому виду отходов относятся разные фракции ТКО; как осуществляется их переработка; какие виды пластика идут на вторичную переработку, а какие нет; наличие пунктов приема других фракций ТКО, сбор и вывоз которых Регоператор не осуществляет, с указанием адресов и телефонов;

- обязать Регоператоров предоставлять отчеты по процентному соотношению и динамике вторичной переработки ТКО;

- организовать пункты приема пищевых отходов;

- регулярно проводить разъяснительную и обучающую работу с населением всеми доступными способами.

В заключение хочется отметить, что экологическое сознание населения играет не менее важную роль в процессе совершенствования и улучшения обращения с ТБО. Агитация населения в раздельном сборе мусора и работа с

Регоператорами дадут свои плоды уже в ближайшее время, если будут отлажены механизмы взаимодействия и взаимопонимания обеих сторон к решению проблемы с обращением с ТБО.

Список литературы

1. Баширов, В.Д. Комплексная переработка ТБО / В.Д. Баширов, М.З. Гулак, Р.Ф. Сагитов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2012. – № 6(6). – С. 65–67.
2. Портал Экологического мониторинга [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://tkarttek.ru>.
3. Старчикова, И.Ю. Мусоросжигательные заводы: за и против (по материалам соцопроса) / И.Ю. Старчикова, С.Б. Белова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 2(116). – С. 65–67.
4. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», ст.1 «Основные понятия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109.
5. Belova, S.B. Environmental education of young people and the formation of household waste management culture / S.B. Belova, I.Yu. Starchikova // Components of Scientific and Technological Progress. – 2021. – No 1(55). – P. 16–19.

References

1. Bashirov, V.D. Kompleksnaya pererabotka TBO / V.D. Bashirov, M.Z. Gulak, R.F. Sagitov // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2012. – № 6(6). – S. 65–67.
2. Portal Ekologicheskogo monitoringa [Electronic resource]. – Access mode : <https://tkarttek.ru>.
3. Starchikova, I.YU. Musoroszhigatel'nyye zavody: za i protiv (po materialam sotsoprosa) / I.YU. Starchikova, S.B. Belova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2021. – № 2(116). – S. 65–67.
4. Federal'nyy zakon ot 24.06.1998 № 89-FZ «Ob otkhodakh proizvodstva i potrebleniya», st.1 «Osnovnyye ponyatiya» [Electronic resource]. – Access mode : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109.

© С.Б. Белова, И.Ю. Старчикова, 2022

УДК 656.2

И.А. ЖУРАВЛЕВ, И.А. ГУСЕВ, И.Г. СКРИПНИЧЕНКО, Г.Г. КУРАШЕВА
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ГОТОВНОСТИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ ДЛЯ ВНОВЬ ПРОЕКТИРУЕМЫХ СТАНЦИЙ

Ключевые слова: автоматика и телемеханика; алгоритм; интенсивность опасных отказов; коэффициент готовности; модернизация.

Аннотация. Представленный материал посвящен расчету одного из основных показателей надежности функционирования железнодорожной станции – коэффициента готовности.

При расчете коэффициента готовности систем железнодорожной автоматики и телемеханики используется большое количество коэффициентов, учитывающих различные аспекты функционирования системы железнодорожной автоматики и телемеханики в конкретных условиях эксплуатации. Алгоритм расчета коэффициента готовности позволит исследовать функциональную эффективность железнодорожной системы при варьировании ее характеристик.

Цель научной работы – создание и внедрение алгоритма расчета коэффициента готовности на основе исходных данных для уменьшения эксплуатационных ошибок.

К задачам отнесем словесное описание работы алгоритма, представление примера исходных данных и приведение части блок-схемы для осознания алгоритма нахождения коэффициента готовности.

В качестве гипотезы выделим утверждение, что каждая новая железнодорожная станция проектируется без известных статистических данных, касающихся работы станции с возникающими отказами. Создать абсолютно безопасное и надежное устройство невозможно. Появление ошибок проектирования и эксплуатации носит случайный характер, из-за чего появляются отказы, оказывающие негативное влияние на работу железнодорожного комплекса. Однако мы в состоянии внедрять устройства, которые будут исправно функционировать

с заданной вероятностью. Для получения таких устройств, объектов либо станций применяют коэффициент готовности. Для расчета коэффициента готовности применяют имеющий свои собственные показатели эталонный объект, стремление к которому является важной задачей проектирования.

В качестве метода исследования используется моделирование получения коэффициента готовности на основе анализа исходных данных.

Результатом статьи является алгоритм, представленный в виде блок-схемы, учитывающий специфику работы железнодорожной станции и подразумевающий возможность многократного пересчета показателя при изменениях исходных данных.

Представленный алгоритм применим для решения трех конкретных задач и рассчитывается отдельно для каждой станции:

- для оценки эффективности реализации технической эксплуатации железнодорожной автоматики и телемеханики по показателю их готовности на основе расчетных данных о функционировании систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ);

- для исследования в виртуальной среде эффективности функционирования систем ЖАТ при варьировании их характеристик;

- для поиска «узких» мест в инфраструктуре ЖАТ.

Задача алгоритма состоит в расчете коэффициента готовности, выполняемого на этапе проектирования железнодорожной станции, когда отсутствуют данные о функционировании конкретного объекта [1].

Перед выполнением расчетов необходимо понять, какие исходные данные имеются в ал-

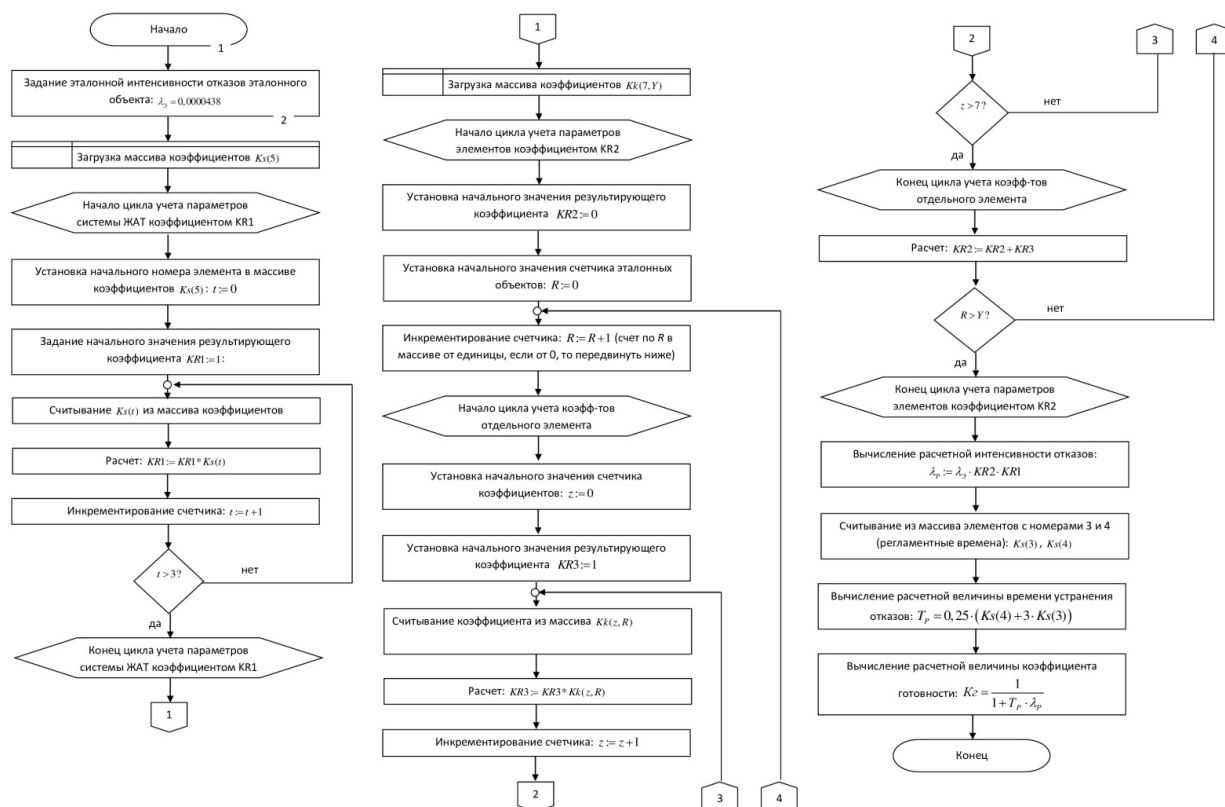


Рис. 1. Расчет коэффициента готовности

горитме. Практически все из них могут быть представлены в виде массива данных.

Краткое представление алгоритма нахождения коэффициента готовности вновь проектируемых железнодорожных станций показано в виде блок-схемы, описание элементов которой представлено ниже.

1. Начало. Начальный блок работы алгоритма.

2. Загрузка единых массивов коэффициентов. Подразумевает ввод данных в виде одномерных или двумерных массивов, содержащих основные характеристики железнодорожной станции.

3. Ввод данных для расчета нормативного значения времени восстановления системы ЖАТ. Позволяет ввести в консоль значения эталонного рассматриваемого объекта.

4. Расчет нормативного значения коэффициента готовности систем ЖАТ. Блок позволит рассчитать искомое время восстановления, используя исходные данные, расчетную величину интенсивности отказов и время устранения отказов.

5. Вывод/сохранение результата. Произво-

дится сохранение полученного результата с возможностью вывода его на экран монитора.

6. Конеч. Конечный элемент блок-схемы, позволяющий провести отладку алгоритма.

Стоит отметить, что цифрами снизу обозначены ключевые моменты реализации алгоритма. Каждый блок состоит из собственного алгоритма, строгое выполнение которого позволит добиться желаемого результата.

Разумеется, массивы станционных показателей – это не единственные исходные данные. В работе нам доступна величина эталонной интенсивности отказов и расчетная величина времени устранения отказов.

Элементы в массивах нумеруются от нуля. В алгоритме (рис. 1) известно значение эталонной интенсивности отказов $\lambda_{\text{э}}$, на основе которой получают расчетную величину интенсивности отказа. В формуле $\lambda_{\text{р}}$ применяются коэффициенты $KR2$ и $KR3$, рассчитанные на эталонные показатели рассматриваемой модели [3].

Используя возможности теории надежности, выражаем значение коэффициента готовности через исходные данные железнодорожной

станции и полученные параметры [2].

Работа блок-схемы позволяет получить зна-

чение коэффициента готовности железнодорожной системы с заданной вероятностью.

Список литературы

1. Горелик, А.В. Нормирование показателей надежности объектов железнодорожной инфраструктуры / А.В. Горелик, И.А. Журавлев, А.В. Орлов [и др.] // Наука и техника транспорта. – 2017. – № 2. – С. 32–36.
2. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи : Учебное пособие для специалистов / В.В. Сапожников, В.В. Сапожников, Д.В. Ефанов, В.И. Шаманов. – М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2017. – 318 с.
3. Горелик, А.В. Оценка влияния готовности объектов транспортной инфраструктуры ОАО «РЖД» на риски потерь для перевозочного процесса / А.В. Горелик, А.Н. Малых, А.В. Орлов // Надежность. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 53–56.

References

1. Gorelik, A.V. Normirovaniye pokazateley nadezhnosti ob»yektov zheleznodorozhnoy infrastruktury / A.V. Gorelik, I.A. Zhuravlev, A.V. Orlov [i dr.] // Nauka i tekhnika transporta. – 2017. – № 2. – S. 32–36.
2. Nadezhnost' sistem zheleznodorozhnoy avtomatiki, telemekhaniki i svyazi : Uchebnoye posobiya dlya spetsialistov / V.V. Sapozhnikov, V.V. Sapozhnikov, D.V. Yefanov, V.I. Shamanov. – M. : Uchebno-metodicheskiy tsentr po obrazovaniyu na zheleznodorozhnom transporte, 2017. – 318 s.
3. Gorelik, A.V. Otsenka vliyaniya gotovnosti ob»yektov transportnoy infrastruktury OAO «RZHD» na riski poter' dlya perevozochnogo protsessa / A.V. Gorelik, A.N. Malykh, A.V. Orlov // Nadezhnost'. – 2021. – T. 21. – № 4. – S. 53–56.

© И.А. Журавлев, И.А. Гусев, И.Г. Скрипниченко, Г.Г. Курашева, 2022

УДК 658.512

А.Д. КИЛИМОВА

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

Колледж автоматизации лесопромышленного производства при

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург

УГРОЗЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ключевые слова: искусственный интеллект; легкая промышленность; промышленная революция.

Аннотация. В статье рассматриваются угрозы и перспективы применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в легкой промышленности с точки зрения их влияния на деятельность человека. В результате анализа современных источников в сравнении с опытом прошлых лет стало понятно, что внедрение ИИ не только может быть причиной потери рабочих мест, но и основанием для появления новых профессий, как правило, более высокотехнологичных и высокооплачиваемых.

Новые технологии внедряются в различные сферы человеческой деятельности и становятся ее неотъемлемой частью. Происходит цифровая трансформация, которая требует отраслевой поддержки новых технологий, что может происходить посредством форсированного внедрения множества технологически разнородных решений, востребованных в данном секторе экономики или сферы деятельности.

Однозначно мы стоим на пороге ускорения и совершенствования всех бизнес- и технологических процессов на производстве, наблюдаем, как жизнь стремительно меняется под влиянием очередной промышленной революции.

В прошлом уже был опыт таких промышленных переворотов, которые повлекли за собой существенные изменения в обществе и в экономике государств.

Вспомним первую промышленную рево-

люцию, которая началась с механизации текстильной индустрии, когда сотни ткацких мастерских, в которых продукция изготавливалась вручную, исчезли, а на их место пришло механизированное хлопковое производство. Так родились фабрики.

Сегодня легкая промышленность также нуждается во внедрении новых технологий. Так как объемы рынка все время растут, наблюдается серьезная конкуренция среди производителей, повышаются требования потребителей.

Одним из перспективных направлений развития в этой сфере выступает внедрение технологий, основанных на использовании ИИ.

Так как применение ИИ напрямую связано с потоками данных, рассмотрим потоки данных, циркулирующие в швейном производстве, которые можно связать с бизнес-процессами, представленными на рис. 1.

Также могут возникать дополнительные данные, например, данные системы пропусков, данные с датчиков оборудования. Такие данные будут представлять собой наборы данных, по объему выходящие за рамки возможностей стандартных программных инструментов, которые называют «большими данными».

Помимо связи с данными, можно рассматривать влияние ИИ непосредственно на сферы деятельности людей внутри отрасли. К примеру, использование ИИ при составлении технологического процесса в швейном производстве существенно облегчает работу конструктора и технолога, ускоряет процесс расчета стоимости обработки изделия, временных затрат, норм выработки, расчетной и фактической численности рабочих и других показателей.

1. Производство продукции
2. Логистика
3. Маркетинг
4. Бухгалтерия
5. Трудовые ресурсы
6. Закупки
7. Склад
8. Контроль качества сырья
9. Контроль качества выпущенной продукции
10. Разработка новых моделей одежды (проектирование)

Рис. 1. Группировка данных по бизнес-процессам в швейном производстве

Цифровизация производства приводит к сокращению трудозатрат, экономии средств предприятия, снижению вероятности ошибок, обусловленных человеческим фактором, и, следовательно, к повышению его конкурентоспособности.

Опыт пандемии убедительно показал, что человек все еще является самым уязвимым звеном в технологическом процессе, поэтому в ближайшем будущем нас ждет активное внедрение ИИ в легкую промышленность.

Рассмотрим вероятные угрозы и возможности в этом направлении развития современной экономики.

Опыт предыдущих лет

Промышленная революция – это, по выражению В.И. Ленина, «крутое и резкое преобразование всех общественных отношений под влиянием машин». Ныне, как и ранее, она продолжает привлекать к себе внимание исследователей. Как заметил английский историк Д. Лэндс, промышленная революция «является одной из тех крупных исторических тем (наряду с французской революцией и американской гражданской войной), которые остаются вечно юными и встают заново для каждого поколения исследователей».

Развитие науки и техническое совершенствование выводят технологии на абсолют-

но новый уровень, позволяющий говорить о действительно революционном по своим возможностям рывке развития современного производства.

Как мы уже вспоминали ранее, по итогам первой промышленной революции исчезли ткацкие мастерские и появились фабрики. В начале XX столетия Генри Форд и его конвейерная линия сборки (начало массового производства изделий) повлекли за собой вторую промышленную революцию. Сегодня пришел черед третьей промышленной революции. Производство становится цифровым.

Угрозы и возможности применения систем ИИ

Станут ли системы ИИ умнее нас, после чего начнут думать и принимать решения за нас? В природе нет универсальной иерархии в контексте интеллекта.

Белке под силу запомнить более 1 000 местоположений тайников с запасами еды, в то время как самому умному человеку это будет не под силу.

Даже в IQ-тестировании имеется разнообразное количество способов измерить интеллект.

Несмотря на то, что ИИ уже превзошел нас в сложных вычислениях, он все еще не может придумывать и ставить себе новые задачи.

В ближайшее время ИИ не начнет думать за нас, но помогут заметно расширить наши возможности.

Не заберут ли системы ИИ наши рабочие места? Если раньше машины конкурировали с мышцами, то сейчас с нашим мозгом. Как и любая индустриальная революция, революция ИИ заместит собой более сотни современных профессий, оставив в прошлом такие профессии, как таксисты, дальнбойщики, складские работники.

Помимо количества рабочих мест, уменьшится и количество работы.

ИИ конкурирует в сферах и задачах, связанных с рутинными и повторяющимися действиями.

Но ИИ не претендует на сферы, связанные с придумыванием новых идей, и на профессии, связанные с пониманием эмоций других людей и их психологии, например, в сфере бизнеса или ухода за людьми.

Несмотря на то, что ИИ забирает рабочие места, он также их и создает. Примером таких новых профессий могут быть как высокоуровневые (программисты, аналитики), так и низкоуровневые (операторы, менеджеры, тестирующие, технический обслуживающий персонал).

Функция человека на стадии дизайна и

проектирования ограничится генерацией идеи и созданием интуитивного наброска: все остальные процессы будут автоматизированы.

В области автоматизации промышленных предприятий рекомендательные системы и интеллектуальные системы поддержки принятия решений имеют самые широкие возможности применения. Такие системы могут использоваться на верхнем уровне принятия решений в контуре комплексной автоматизации предприятия для предоставления стратегических и оперативных рекомендаций по управлению предприятием во всех аспектах: от материально-технического снабжения и сбыта готовой продукции до управления проектами и процессами, управления кадрами и общего стратегического управления.

ИИ существенно изменит нашу жизнь в будущем и меняет ее уже сейчас. Можно с уверенностью сказать, что ИИ точно создаст не меньше рабочих мест, чем заберет. Низкоуровневой монотонной работы, в целом, станет меньше, а это значит, что людям таких профессий придется переобучаться. Несмотря на это, именно ИИ помогает развитым государствам прийти как можно быстрее к модели универсального базового безусловного дохода, что может изменить жизнь людей в лучшую сторону.

Список литературы

1. Блюм, В.С. Влияние технологий искусственного интеллекта на систему менеджмента качества в легкой промышленности / В.С. Блюм, А.Д. Киимова // Актуальные проблемы экономики и управления. – 2021. – № 3(31). – С. 11–16.
2. Киимова, А.Д. Оптимизация процессов производства швейных изделий (цифровизация в легкой промышленности) / А.Д. Киимова, М.А. Труевцева // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. – 2019. – № 3. – С. 37–43.
3. Ленин, В.И. Избранные сочинения в десяти томах. В одиннадцати книгах. Том 2 / В.И. Ленин. – М. : Издательство политической литературы, 1985. – 642 с.
4. Национальная технологическая инициатива. Концепция дорожной карта Fashionnet [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ivgpu.ru/images/docs/nauka/dokumenty/dorozhnaya-karta-fashionnet.pdf>.
5. Паневчик, В.В. Третья промышленная революция / В.В. Паневчик, С.В. Некраха, И.О. Предко // Материалы докладов 50-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной году науки. – Витебск : Витебский государственный технологический университет, 2017. – С. 346–348.
6. Третья промышленная революция: Аддитивные технологии 3D-печати (The Third Industrial) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.dipaul.ru/catalog/tekhnologiya-mjp/printer-projet-5500x>.
7. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты : Доклад к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13-30 апреля 2021 / Г.И. Абдрахманова, К.Б. Быховский, Н.Н. Веселитская [и др.]. – М. : Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2021. – 239 с.

7. Landes, D. Encore la revolution anglaise du XVIII-e siecle / D. Landes // Bulletin de la societe d'histoire moderne. – 1961. – No 18. – P. 5.
8. Hu, Y. Towards scalable systems for big data analytics: A technology tutorial / Y. Hu, T.-S. Wen, Chua and X. Li // IEEE Access. – 2014. – Vol. 2. – P. 652–687.

References

1. Blyum, V.S. Vliyaniye tekhnologiy iskusstvennogo intellekta na sistemu menedzhmenta kachestva v legkoy promyshlennosti / V.S. Blyum, A.D. Kilimova // Aktual'nyye problemy ekonomiki i upravleniya. – 2021. – № 3(31). – S. 11–16.
2. Kilimova, A.D. Optimizatsiya protsessov proizvodstva shveynykh izdeliy (tsifrovizatsiya v legkoy promyshlennosti) / A.D. Kilimova, M.A. Truyevtseva // Vestnik molodykh uchenykh Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i dizayna. – 2019. – № 3. – S. 37–43.
3. Lenin, V.I. Izbrannyye sochineniya v desyati tomakh. V odinnadsati knigakh. Tom 2 / V.I. Lenin. – M. : Izdatel'stvo politicheskoy literatury, 1985. – 642 s.
4. Natsional'naya tekhnologicheskaya initsiativa. Kontseptsiya dorozhnoy karta Fashionnet [Electronic resource]. – Access mode : <https://ivgpu.ru/images/docs/nauka/dokumenty/dorozhnaya-karta-fashionnet.pdf>.
5. Panevchik, V.V. Tret'ya promyshlennaya revolyutsiya / V.V. Panevchik, S.V. Nekrakha, I.O. Predko // Materialy dokladov 50-y mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii преподаvateley i studentov, posvyashchennoy godu nauki. – Vitebsk : Vitebskiy gosudarstvennyy tekhnologicheskoy universitet, 2017. – S. 346–348.
6. Tret'ya promyshlennaya revolyutsiya: Additivnyye tekhnologii 3D-pechati (The Third Industrial) [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.dipaul.ru/catalog/tekhnologiya-mjp/printer-projet-5500x>.
7. Tsifrovaya transformatsiya otrasley: startovyye usloviya i priority : Doklad k XXII Aprel'skoy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva, Moskva, 13-30 aprelya 2021 / G.I. Abdrakhmanova, K.B. Bykhovskiy, N.N. Veselitskaya [i dr.]. – M. : Natsional'nyy issledovatel'skiy universitet «Vysshaya shkola ekonomiki», 2021. – 239 s.

© А.Д. Килимова, 2022

УДК 656.2

П.А. НЕВАРОВ, А.В. ИСТОМИН, А.В. КОСМОДЕМЬЯНОВА, Т.С. ЩЕДРИНА
ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва

ПРИНЦИПЫ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ХОЗЯЙСТВЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Ключевые слова: железнодорожная автоматика; надежность; производственный процесс; уровень риска; устойчивость.

Аннотация. Материал статьи освещает вопросы устойчивости основных производственных процессов хозяйства автоматики.

Устойчивость работы железнодорожного транспорта является важнейшим условием его функционирования. Устойчивость перевозочного процесса – способность противостоять внешним и внутренним дестабилизирующим факторам, сохраняя при этом основные показатели на заданном уровне. Главным критерием для оценки состояния устойчивости перевозочного процесса на железных дорогах выступает скорость его восстановления после прекращения действия внешних и внутренних дестабилизирующих факторов.

Цель научной работы – анализ существующих показателей оценки устойчивости и выработка критериев устойчивости основных производственных процессов.

К задачам отнесем проведение оценок риска функционирования объектов инфраструктуры железнодорожного комплекса и критериев устойчивости основных процессов, а также рекомендательные советы касательно расширения влияющих на устойчивость процессов хозяйства автоматики и телемеханики.

Гипотеза исследования: уровень устойчивости перевозочного процесса как сложной динамической системы тем выше, чем быстрее система возвращается в исходное состояние после влияния дестабилизирующих факторов.

В качестве метода исследования используются анализ, синтез и обобщение научной литературы.

Результатом статьи является анализ устой-

чивости процессов, позволяющих уменьшить уровень риска функционирования железнодорожных систем.

Устойчивость перевозочного процесса определяется устойчивостью основных процессов структурных подразделений ОАО «РЖД», в том числе хозяйства автоматики и телемеханики. Анализ устойчивости основных процессов и мониторинг должны производиться с учетом влияния соответствующих факторов и учитывать результаты следующих операций:

- оценка риска функционирования объекта инфраструктуры;
- оценка критериев устойчивости основных процессов;
- выработка управляющих воздействий, влияющих на устойчивость основных процессов, для приведения к нормативным значениям.

Для хозяйства железнодорожной автоматики и телемеханики методология мониторинга устойчивости основных технологических процессов приведена в работе [2].

Согласно дереву процессов структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, фрагмент которого приведен на рис. 1, основным процессом является содержание технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ).

Оценку устойчивости следует проводить для процесса организации технической эксплуатации. В качестве основного параметра оценки устойчивости используется уровень риска функционирования объектов ЖАТ. Такая оценка производится по фактическому или прогнозируемому уровню риска функционирования объекта ЖАТ при отсутствии изменений и их наличия с проведением предварительной целесообразности оценки устойчивости.

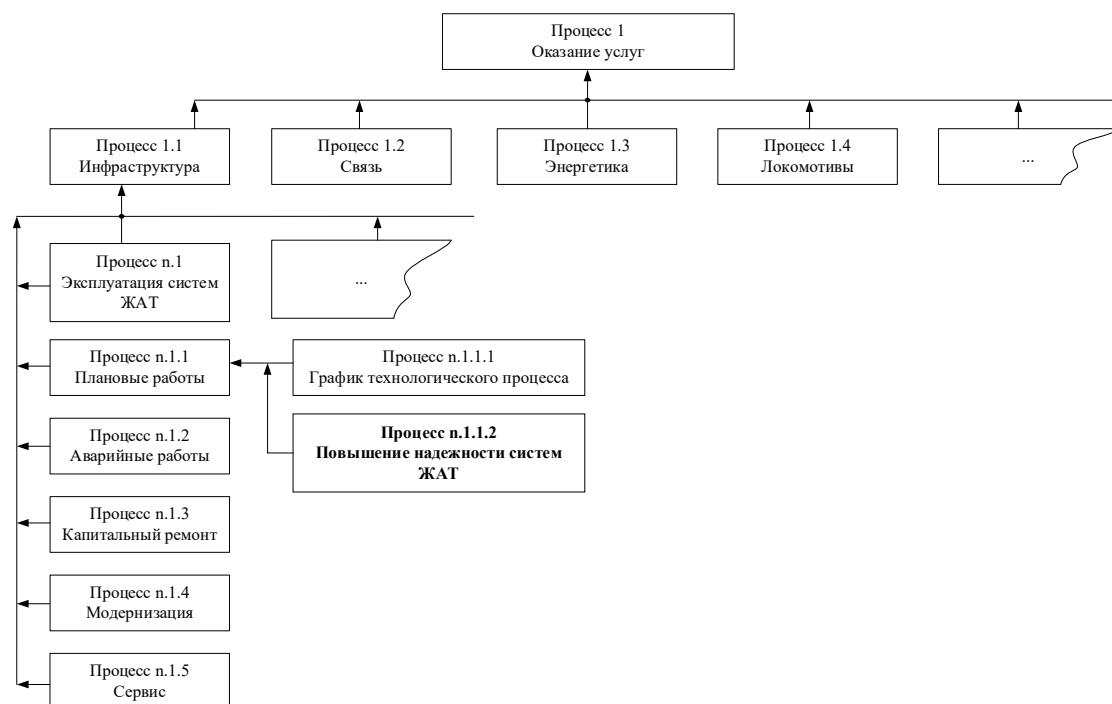


Рис. 1. Группировка данных по бизнес-процессам в швейном производстве

В качестве критерия устойчивости процесса технической эксплуатации применяется сравнение фактического (прогнозного) уровня риска до и после изменения установленных факторных показателей [3].

Существует справочник ключевых показателей деятельности, обеспечивающий подход к расчету, трактовке понятий и сопоставимости данных для различных подразделений и периодов времени [4].

Данные показатели могут служить факторными показателями. Так как ключевые показатели относятся, в целом, к инфраструктуре транспортной компании, то ряд из них можно использовать в качестве факторных для хозяйства автоматики и телемеханики.

Изменение указанных факторных показателей оказывает воздействие на внутренние показатели надежности функционирования объектов ЖАТ:

- время до восстановления объекта ЖАТ;
- интенсивность инцидентов объекта ЖАТ.

Между указанными показателями устанавливается соответствующая степень влияния.

Перечень факторных показателей может быть расширен с учетом анализа процессных моделей хозяйства автоматики и телемеханики. Рекомендуется использовать количественные показатели производственных операций соответствующей процессной модели [1].

Критерием устойчивости основных процессов хозяйства автоматики и телемеханики является сравнение уровня риска функционирования объекта ЖАТ (фактического или прогнозного) и уровня риска функционирования объекта ЖАТ при изменении одного или нескольких факторных показателей. В том случае если уровень риска функционирования объекта ЖАТ не изменяется, процесс признается устойчивым к изменению соответствующих факторных показателей.

Предложенные принципы анализа устойчивости процессов хозяйства автоматики и телемеханики позволяют повысить эффективность функционирования структурных подразделений хозяйства автоматики и телемеханики, а также обеспечить уменьшение уровня риска функционирования систем ЖАТ путем повышения устойчивости производственных процессов.

Список литературы

1. Методика анализа основных процессов хозяйства автоматики и телемеханики для обеспечения показателей готовности технических средств на основе методологии УРРАН (утверждена ОАО «РЖД» 1 декабря 2021 г.).
2. Методика мониторинга устойчивости процессов хозяйства автоматики и телемеханики (утверждена ОАО «РЖД» 1 февраля 2022 г.).
3. Ерж, А.Е. Методология управления рисками в хозяйстве автоматики и телемеханики / А.Е. Ерж, А.В. Горелик, Д.В. Солдатов, А.В. Орлов // Автоматика, связь, информатика. – 2017. – № 7. – С. 2–6.
4. Распоряжение ОАО «РЖД» от 1 августа 2019 г. № 1656р «О мониторинге ключевых показателей деятельности холдинга «РЖД» для АО «ФПК».

References

1. Metodika analiza osnovnykh protsessov khozyaystva avtomatiki i telemekhaniki dlya obespecheniya pokazateley gotovnosti tekhnicheskikh sredstv na osnove metodologii URRAN (utverzhdена ОАО «RZHD» 1 dekabrya 2021 g.).
2. Metodika monitoringa ustoychivosti protsessov khozyaystva avtomatiki i telemekhaniki (utverzhdена ОАО «RZHD» 1 fevralya 2022 g.).
3. Yerzh, A.Ye. Metodologiya upravleniya riskami v khozyaystve avtomatiki i telemekhaniki / A.Ye. Yerzh, A.V. Gorelik, D.V. Soldatov, A.V. Orlov // Avtomatika, svyaz', informatika. – 2017. – № 7. – S. 2–6.
4. Rasporyazheniye ОАО «RZHD» ot 1 avgusta 2019 g. № 1656r «O monitoringe klyuchevykh pokazateley deyatel'nosti kholdinga «RZHD» dlya АО «FPK».

© П.А. Неваров, А.В. Истомин, А.В. Космодемьянова, Т.С. Щедрина, 2022

УДК 629.45

В.А. РАХАЕВ¹, Е.Л. КУЗИНА¹, М.А. ВАСИЛЕНКО²¹ ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва;² ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации», г. Ростов-на-Дону

РАЗРАБОТКА ПУТЕЙ СОКРАЩЕНИЯ ОТКАЗОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Ключевые слова: анализ; качество; неисправности; оценка; пассажирские перевозки; транспорт.

Аннотация. В железнодорожной отрасли большое количество активов, в том числе пассажирских вагонов, требует детального учета на предмет неисправностей и оценки их технического состояния. В статье основной задачей является изучение неисправностей вагонов пассажирского поезда. Цель работы – проведение анализа, позволяющего транспортной компании получить развернутую информацию по выявлению случаев отказа оборудования пассажирских вагонов. Основной причиной поломок или отказов является некачественное оборудование на вагоноремонтном заводе, при этом ответственность за неисправности ложится на вагоноремонтный завод. В статье применяются теоретические методы исследования: моделирование, статистические методы и SWOT-анализ. Результаты проведенного исследования сводятся к следующему: усовершенствование механизма обратной связи с проводниками и пассажирами вагонов и механизма обмена данными между ремонтным заводом и отделом по выявлению неисправностей позволит сократить время для поступления информации об отказах и уменьшить сроки ремонта.

Безаварийная и безотказная работа оборудования пассажирских вагонов и определения недочетов является основной для обеспечения заданного уровня пропускной и провозной способности железных дорог. Она является основной задачей всех подразделений железнодорожного хозяйства [1]. Оценка качества работы напрямую зависит от количества произошед-

ших отказов [2].

Рассмотренная тема является актуальной и важной, поскольку с помощью статистического анализа транспортная компания имеет возможность получить развернутую информацию по выявлению случаев отказа оборудования пассажирских вагонов [3]. Использование статистического анализа позволяет транспортной компании выявить резервы и определить пути совершенствования организации производственных процессов по транспортному обслуживанию пассажиров в поездах дальнего следования.

Одной из разновидностей статистического анализа является построение диаграммы размаха. Квартили (*Quartiles*) – это значения, которые разделяют диапазон наблюдения на четыре равные части по 25 %. Разность между первым и третьим квартилями называется интерквартильным размахом/интервалом ($Q_3 - Q_1$). Интерквартильный размах характеризуется как разброс значений отказов при эксплуатации пассажирских вагонов в количестве наблюдений. Значения, удаленные более чем на 1,5 интерквартильного расстояния как в меньшую сторону от Q_1 , так и в большую сторону от Q_3 , являются выбросами или нехарактерными значениями, что свидетельствует о большом отклонении. Определим следующие значения квартилей: $Q_1 = 0$, $Q_2 = 2$, $Q_3 = 3$.

Интерквартильный разброс (IQR) = 3. Границы: $Q_1 - 1,5IQR = -4,5$, $Q_3 + 1,5IQR = 7,5$.

Полученные данные позволяют нам построить диаграмму размаха (рис. 1).

Значения (выявленные неисправности), при которых соблюдается условие $X > Q_3 + 1,5IQR = 8$; 9; 10; 14; 18, расположены выше/далее полутораквартильного размаха и являются экстремальными значениями или вы-

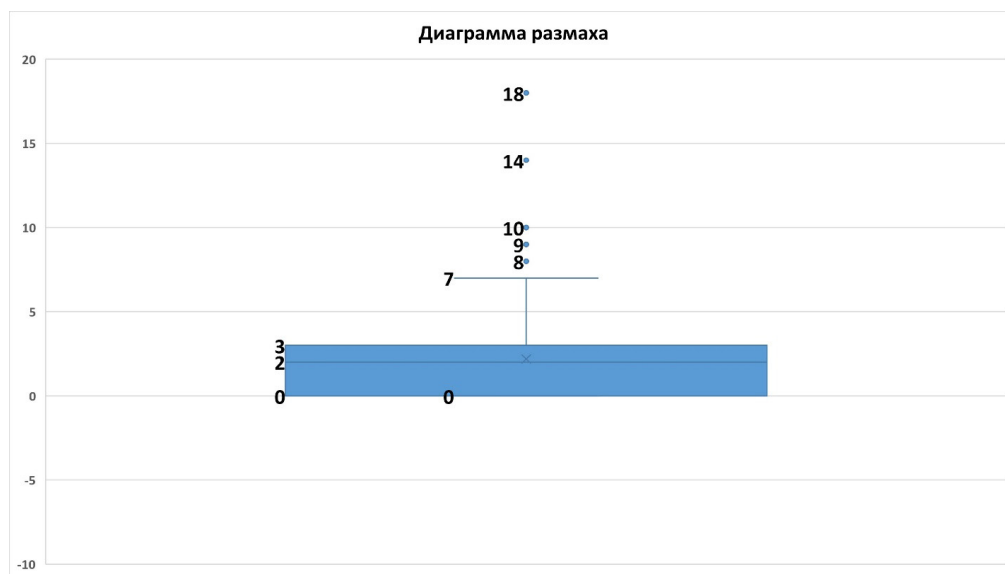


Рис. 1. Диаграмма размаха количества отказов при эксплуатации пассажирских вагонов в количестве наблюдений

Таблица 1. Анализ структуры причин неисправностей пассажирских вагонов дальнего следования

Причина неисправностей	Количество случаев	Доля от общего количества, %
Действия пассажиров	100	5
Конструктивная особенность	7	0
Нарушение правил эксплуатации	231	12
Нарушение при ТО	85	4
Некачественное оборудование	737	38
Некачественный ремонт	106	5
Не определено	16	1
Неправомерная заявка	307	16
Эксплуатация сверх сроков гарантийного использования	372	19
Итого	1 961	100

бросами, требуют детального изучения на предмет корректного внесения данных со стороны операторов или свидетельствуют о неисправности вагонов в данный период наблюдения [4].

Для повышения качества обслуживания в процессе осуществления пассажирских перевозок необходимо было также выявить основные причины неисправностей с целью разработки стратегии по их предотвращению [5].

Количественное распределение причин возникающих неисправностей представлено в табл. 1.

Структура причин неисправностей пассажирских вагонов дальнего следования представлена на рис. 2.

Анализ неисправностей позволяет сделать вывод, что на некачественное оборудование, установленное при ремонте на вагоноремонтном заводе (ВРЗ), приходится значительная



Рис. 2. Структура причин неисправностей в пассажирских вагонах дальнего следования

Таблица 2. Доля отказов при эксплуатации пассажирских вагонов по подразделениям транспортной компании

Виновное подразделение	Количество случаев	Доля от общего количества, %
Вагоноремонтная машина (ВРМ)	1 213	61,8
Структурное подразделение Дирекция Специальных Перевозок (СПДОСС)	596	29,0
Топливоно-расчетная контора (ТРК)	17	0,9
Экотол-Сервис	29	1,5
Прочие контрагенты	44	2,2
Неопределено	91	4,6
Итого	1 963	100

доля причин неисправностей, то есть 38 %. Такие причины, как превышение гарантийного срока эксплуатации, составляют 19 % от всех неисправностей, а на неправомерные заявки приходится 16 %.

Для разработки стратегии по предотвращению возникновения неисправностей необходимо было также выявить подразделения, ответственные за возникающие неисправности, что представлено в табл. 2.

На рис. 3 представлен удельный вес отказов, установленных по вине отдельных подразделений транспортной компании и вагоноремонтных мастерских, ответственных за неисправности.

Из рис. 3 видно, что в 1 213 случаях, что составляет 61 % от всех отказов, ответственность за неисправности ложится на ВРЗ. В 569 случаях (или за 29 % отказов), виновно СПДОСС. В 91 случаях неисправностей, что составило 5 %, виновное лицо определить не удалось.

Для определения стратегии по сокращению неисправностей вагонов поезда 160В «Москва Октябрьская – Горный парк Рускеала» был выбран базовый алгоритм изучения ситуации – SWOT-анализ (табл. 3).

На основе полученных данных SWOT-анализа можно увидеть следующие варианты стратегии сокращения неисправностей вагонов в пассажирских перевозках путем создания раз-

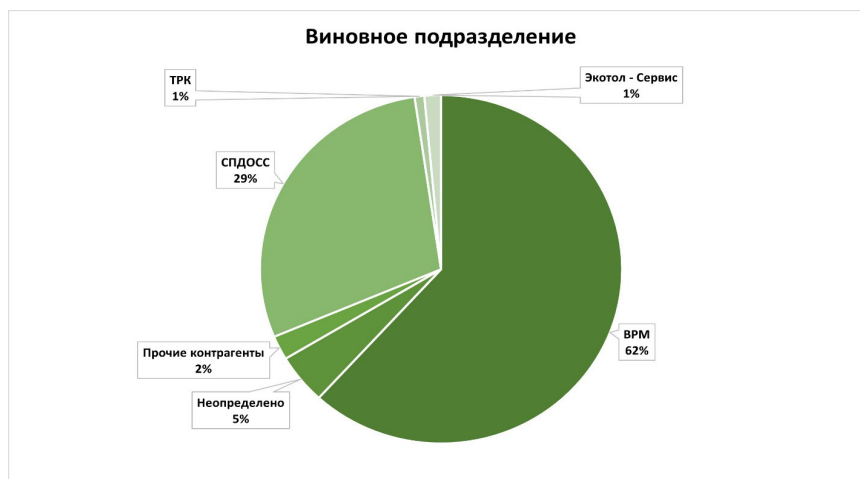


Рис. 3. Удельный вес отказов, установленных по вине отдельных подразделений транспортной компании, ответственных за неисправности

Таблица 3. *SWOT*-анализ в выявлении резервов сокращения отказов при эксплуатации пассажирских вагонов

Сильные стороны	Слабые стороны
Оперативное выявление причины неисправности, возможность устранения мелких неисправностей на месте, наличие и учет реестров неисправностей	Неквалифицированные специалисты обслуживающего персонала, отсутствие возможности выявления виновника неисправности на постоянной основе, отсутствие точной информации по срокам ремонта
Возможности	Угрозы
Заказ и установка антивандального оборудования на заводе, дополнительное обучение персонала, создание дополнительных инструкций по устранению неисправностей	Поломки, не связанные с нарушением правил эксплуатации (по вине завода и конструктивные особенности), порча имущества со стороны пассажиров, низкое качество ремонтных работ и оборудования

Таблица 4. Использование *SWOT*-анализа для разработки путей сокращения неисправностей в пассажирских вагонах дальнего следования (развернутая матрица)

Факторы	Сильные стороны	Слабые стороны
Возможности	Необходимо доработать действующие инструкции для устранения мелких поломок «на местах». Дополнительное обучение персонала в области введения реестров неисправностей	Необходимо направить обслуживающий персонал на дополнительное обучение. Проработать механизм по получению обратной связи по срокам ремонта
Угрозы	Правильный учет реестров позволит выявлять основные неисправности и устранять их в короткие сроки с учетом опыта прошлых лет	Необходимо проработать механизм по обмену данными между ремонтным заводом и отделом по выявлению неисправностей

вернутой матрицы (табл. 4).

Проведенный анализ неисправностей пас-

сажирских вагонов на направлении движения поезда 160В «Москва Октябрьская – Горный

парк Рускеала» за период 2020–2021 г. позволил сделать ряд выводов.

Таким образом, учет реестров неисправностей ведется некорректно, так как в процессе построения диаграммы размаха присутствует достаточное количество экстремальных значений или выбросов. Основной причиной поломок или отказов является некачественное оборудование на вагоноремонтном заводе, что составляет 38 % от всех выявленных случаев. В 61 % случаев ответственность за неисправ-

ности ложится на вагоноремонтный завод. Данные, представленные в *SWOT*-анализе, позволяют предложить возможные пути решения вышеуказанных проблем, основное содержание которых заключается в усовершенствовании механизма обратной связи с проводниками и пассажирами вагонов и механизма обмена данными между ремонтным заводом и отделом по выявлению неисправностей с целью сокращения времени поступления информации об отказах и уменьшения сроков ремонта.

Список литературы

1. Шамонова, Н.И. Анализ неисправностей тормозного оборудования вагонов / Н.И. Шамонова // Молодой ученый. – 2017. – № 15(149). – С. 91–95.
2. Козлов, П.А. Автоматизированное построение имитационных моделей крупных транспортных объектов / П.А. Козлов, В.Ю. Пермикин, В.С. Колокольников // Транспорт Урала. – 2013. – № 2(37). – С. 3–5.
3. ГОСТ Р 56461-2015. Безопасность транспортная. Общие требования. – М. : Стандартинформ, 2019. – 10 с.
4. ГОСТ Р 51004-96. Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества. – М. : ИПК Издательство стандартов, 1997. – 8 с.
5. Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 № 877-р. О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года.

References

1. Shamonova, N.I. Analiz neispravnostey tormoznogo oborudovaniya vagonov / N.I. Shamonova // Molodoy uchenyy. – 2017. – № 15(149). – S. 91–95.
2. Kozlov, P.A. Avtomatizirovannoye postroyeniye imitatsionnykh modeley krupnykh transportnykh ob»yektov / P.A. Kozlov, V.YU. Permikin, V.S. Kolokol'nikov // Transport Urala. – 2013. – № 2(37). – S. 3–5.
3. GOST R 56461-2015. Bezopasnost' transportnaya. Obshchiye trebovaniya. – M. : Standartinform, 2019. – 10 s.
4. GOST R 51004-96. Uslugi transportnyye. Passazhirskiye perevozki. Nomenklatura pokazateley kachestva. – M. : IPK Izdatel'stvo standartov, 1997. – 8 s.
5. Rasporyazheniye Pravitel'stva RF ot 17.06.2008 № 877-r. O Strategii razvitiya zheleznodorozhnogo transporta v Rossiyskoy Federatsii do 2030 goda.

© В.А. Рахаев, Е.Л. Кузина, М.А. Василенко, 2022

УДК 620.9:327

Е.С. СТАРЧИКОВА, А.С. ПРИЛИПОВ

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва

К ВОПРОСУ О ПЕРЕХОДЕ С УГЛЯ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Ключевые слова: альтернативные источники энергии; газ; изменение климата; окружающая среда; угольная промышленность.

Аннотация. Россия богата запасами ископаемого топлива, причем их количества хватает как для собственных нужд, так и для экспорта. Целью данной статьи является рассмотрение вопроса о рациональном использовании ископаемого топлива, минимизации его сжигания и переходе на альтернативные источники энергии. Задачей исследования стало выявление проблем, связанных с переходом с угля на альтернативные источники энергии. Методы исследования: поисковый, компаративный, дескриптивный, метод анализа и синтеза, обобщения и систематизации изучаемых явлений. Гипотеза исследования: постепенный переход на возобновляемую энергетику одновременно означает переход на новую, высшую ступень энергетической эффективности. В результате проведенного исследования рассмотрены вопросы активизации энергосберегающей политики и осуществления государственного энергетического надзора на всех уровнях в РФ.

Экологическая повестка в современном мире играет одну из ведущих ролей. Осознание масштабов последствий глобального изменения климата привело к развитию международного экологического сотрудничества для достижения единой цели. В контексте климатических изменений такой целью является недопущение увеличения средней температуры воздуха больше чем на 1,5 °C по сравнению с доиндустриальной эпохой. Решение данной проблемы тесно связано с экономическими процессами, однако экологическая политика не играет главенствующей роли в принятии решений. Это

приводит к тому, что разработка и реализация экологических стратегий уязвима к воздействию геополитических процессов в современном мире.

Объемы потребляемой энергии сегодня неуклонно растут. Несмотря на активное развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ), большую их долю составляет ископаемое топливо: около половины мирового энергетического баланса приходится на нефть, около трети – на газ и атом, около одной пятой – на уголь [2]. Альтернативная энергетика основана на использовании возобновляемых или так называемых «чистых источников энергии». К ним относятся ресурсы, которые постоянно восполняются естественным путем: энергия рек, ветра, приливов, тепла Земли, Солнца. Поскольку ВИЭ могут обеспечить потребности населения в энергопотреблении, то солнечная, геотермальная, ветровая, приливная энергии, а также энергия биомассы могут быть рассмотрены как альтернативные источники [1]. Мировые запасы ВИЭ оцениваются в 20 млрд т.у.т. (тонн условного топлива) в год, что в два раза превышает объем годовой добычи всех видов ископаемого топлива. Обобщая специфику данного вопроса, можно сказать, что государственная поддержка по созданию энергосберегающих технологий нового поколения и реализации пилотных энергосберегающих проектов внесет свой вклад в вопрос о переходе с угля на альтернативные источники энергии.

Если говорить о сжигании органического ископаемого топлива, то этот процесс сопровождается большим количеством выбросов загрязняющих веществ, таких как углекислый газ, метан, оксиды серы и др. Основными следствиями увеличения подобных веществ в атмосфере являются парниковый эффект, кислотные осадки и ухудшение качества воздуха, негативно влияющие на здоровье населения [5]. Особую

угрозу представляют угольные электростанции, в результате функционирования которых образуется большое количество золы, сажи, углерода, окислов серы и азота, вызывающих кислотные дожди. Согласно данным Всемирной угольной ассоциации угольные электростанции выбрасывают в атмосферу около 800 тонн CO_2 на один ГВт/час, что примерно в два раза больше выбросов от газовой электростанции и в 50–100 раз выше выбросов альтернативных источников энергии [10]. Например, в Германии около 40 % всех выбросов вредных веществ в атмосферу составляют выбросы от угольных тепловых электростанций (ТЭС) [3]. В рамках Парижского соглашения по климату от 4 ноября 2016 г. на международном уровне достигнуты договоренности о снижении выбросов парниковых газов. В первую очередь под удар попали угольные электростанции многих развитых стран. В частности, Европейский Союз (ЕС) перешел на стратегию поэтапного отказа от угля и прекращения субсидирования угольных электростанций [7].

Сегодня для правительства РФ в энергетической политике является актуальным не только максимально эффективное использование природных энергетических ресурсов, но и всего потенциала энергетического сектора для устойчивого роста экономики, повышения качества жизни населения страны и содействия укреплению ее внешнеэкономического статуса [4]. В документе, касающемся энергетической стратегии РФ на период до 2030 г., были представлены цели и задачи долгосрочного развития энергосектора, даны ориентиры и механизмы государственной энергетической политики на определенных этапах ее реализации [6]. Ввод «зеленых» инвестиций и технический прогресс смогут снизить потребление угля и ускорить переход на чистые источники энергии благодаря налаживанию экономической активности. Продуманный подход может уменьшить последствия вынужденного

перехода для угольного сектора и тех лиц, чьи доходы напрямую зависят от угледобычи, что может обеспечить недавно принятая стратегия декарбонизации РФ к 2060 г.

Поскольку традиционная энергетика основана на применении ископаемого топлива, то запасы его ограничены и вопрос о поставках зависит как от уровня цен, так и от конъюнктуры современного рынка. В Германии сегодня цены на энергоносители резко увеличились: стоимость бензина стала выше двух евро за литр. Также экспертами отмечено удвоение цен на газ в Европе, что повлияет на экологическую ситуацию в связи с переходом с газа на уголь. В США за год средняя цена бензина выросла в полтора раза. Это связано с геополитической ситуацией в мире, в результате которой РФ, как один из ведущих экспортеров ископаемого топлива, оказалась под давлением санкций. На фоне потенциального энергетического кризиса некоторые страны Европы решили пересмотреть отношение к углю. С одной стороны, поддержка угольной промышленности будет выгодна странам с большими запасами угля (Германия, Польша, Греция, Болгария), но, с другой стороны, современные способы сжигания угля являются в значительной степени менее экологически чистыми, чем газовая энергетика. Например, Черногория является страной Европы с грязным показателем воздуха [9], в том числе и за счет большой доли угольных ТЭС в энергетическом секторе [8].

Итак, решение вопроса о переходе с угля на альтернативные источники энергии подлежит дальнейшей разработке, причем последствия экономического кризиса в стране из-за санкций потребуют принятия очередных мер. Учитывая неопределенность в развитии данной ситуации, могут произойти события, влекущие появление новых «веток» прогнозов из-за политической ситуации в мире, но одно остается неизменным – необходимость улучшения экологической ситуации на планете Земля.

Список литературы

1. Васильев, Ю.С. Оценки ресурсов возобновляемых источников энергии в России : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 280200 «Защита окружающей среды» / Ю.С. Васильев, П.П. Безруких, В.В. Елистратов, Г.И. Сидоренко. – СПб : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2008. – 250 с.
2. Гуц, Ю.В. Волновая энергетика – перспективный сектор возобновляемых источников энергии / Ю.В. Гуц // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2016. – № 2 – С. 30–44.

3. Зимаков, А.В. Есть ли будущее для угольных ТЭС в Европе? / А.В. Зимаков // Вестник МГИМО Университета. – 2017. – № 5(56). – С. 130–150.
4. Маркова, В.М. Эволюция прогнозов развития мировой и российской энергетики: способ ответа на экономические вызовы / В.М. Маркова, В.Н. Чурашев // Мир экономики и управления. – 2020. – Т. 20. – № 3. – С. 108–138.
5. Старчикова, И.Ю. Мусоросжигательные заводы: за и против (по материалам соцопроса) / И.Ю. Старчикова, С.Б. Белова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 2(116). – С. 65–67.
6. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://minenergo.gov.ru/node/15357>.
7. Carbontracker [Electronic resource]. – Access mode : <https://carbontracker.org>.
8. EnerCEE [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.enercee.net/countries/montenegro/energy-supply>.
9. IQAir [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.iqair.com/ru/world-most-polluted-countries>.
10. World coal association [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.worldcoal.org>.

References

1. Vasil'yev, YU.S. Otsenki resursov vozobnovlyayemykh istochnikov energii v Rossii : uchebnoye posobiye dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy, obuchayushchikhsya po napravleniyu podgotovki 280200 «Zashchita okruzhayushchey sredy» / YU.S. Vasil'yev, P.P. Bezrukikh, V.V. Yelistratov, G.I. Sidorenko. – SPb : Sankt-Peterburgskiy politekhnicheskiiy universitet Petra Velikogo, 2008. – 250 s.
2. Gushch, YU.V. Volnovaya energetika – perspektivnyy sektor vozobnovlyayemykh istochnikov energii / YU.V. Gushch // Stroitel'stvo unikal'nykh zdaniy i sooruzheniy. – 2016. – № 2 – С. 30–44.
3. Zimakov, A.V. Yest' li budushcheye dlya ugol'nykh TES v Yevrope? / A.V. Zimakov // Vestnik MGIMO Universiteta. – 2017. – № 5(56). – С. 130–150.
4. Markova, V.M. Evolyutsiya prognozov razvitiya mirovoy i rossiyskoy energetiki: sposob otveta na ekonomicheskiye vyzovy / V.M. Markova, V.N. Churashev // Mir ekonomiki i upravleniya. – 2020. – Т. 20. – № 3. – С. 108–138.
5. Starchikova, I.YU. Musoroszhigatel'nyye zavody: za i protiv (po materialam sotsoprosta) / I.YU. Starchikova, S.B. Belova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 2(116). – С. 65–67.
6. Energeticheskaya strategiya Rossii na period do 2030 goda [Electronic resource]. – Access mode : <https://minenergo.gov.ru/node/15357>.

© Е.С. Старчикова, А.С. Прилипов, 2022

УДК 69.05

Р.С. ФАТУЛЛАЕВ, Г.Г. ХУБУЛОВ

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

ОЦЕНКА КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЕЙ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ В РОССИИ И ИСПАНИИ

Ключевые слова: заимствование строительных норм; нормативная трудоемкость; нормирование в строительстве; организационно-технологическое моделирование; ТСН-2001; BEDEC.

Аннотация. Цель – разработка организационно-технологической модели объекта, позволяющей выборочно использовать данные из нормативной документации.

Для достижения поставленных в исследовании задач было принято использовать методы логической цепочки и экспертных оценок как наиболее рациональные в условиях отсутствия статистических данных по рассматриваемой в исследовании проблеме.

Правильная оценка организационно-технологической модели строящегося здания оказывает существенное влияние на проект с точки зрения затрат, времени и качества. Вышеупомянутая модель зависит от видов строительной деятельности, а также организационно-технологических решений, применяемых в проекте. В свою очередь, организационно-технологические решения формируются с помощью стандартных баз данных для оценки финансовых затрат и необходимого времени выполнения. В России существует несколько баз данных, которые предоставляют эту информацию наряду с аспектами, связанными с контролем качества и формированием состава исполнителей. Однако некоторые виды работ не учтены в представленных базах данных, что может привести к неточным результатам при разработке организационно-технологических моделей. Исходя из этого, была изучена зарубежная база данных и сопоставлена с российской с целью оценки стоимости и сроков выполнения строительных работ по зарубежным базам данных для российских проектов.

Внедрение новых технологических процессов в нормативную документацию, на основании которой происходит оценка прогнозируемой трудоемкости и стоимости выпуска строительной продукции, может занять значительную часть времени с момента появления на рынке. Отсутствие нормативных показателей по тому или иному технологическому процессу зачастую приводит к отказу от технологии из-за невозможности объективно оценить временные и денежные ресурсы, необходимые для его осуществления. В противном случае применение нормативных показателей с учетом опыта других стран без внесения поправок на множество факторов, учитывающих местные условия, приводит к существенным погрешностям между расчетными и фактическими показателями. Возможность использования данных из иностранных нормативных документов может быть осуществима в случае установления устойчивых корреляционных связей между нормативными данными технологических процессов, а также группами данных.

Опираясь на результаты, полученные при проведении исследований по выявлению корреляционной связи между организационно-технологическими моделями, разработанными на основании российских и иностранных нормативных документов, было принято решение о проведении дополнительных исследований, направленных на увеличение объективности полученных результатов.

Как и в прошлых исследованиях, в качестве нормативных баз двух стран (России и Испании) были использованы нормативная база ТСН-2001, применяемая для определения стоимости строительства на территории г. Москвы, и база данных BEDEC [2], разработанная ИТеС – Институтом строительных технологий Ка-

Таблица 1. Устройство полов из керамических крупноразмерных плиток типа керамогранит на клее из сухих смесей толщиной слоя 4 мм с затиркой швов (100 м²), Россия

Наименование затрат	Единицы измерения	Количество
Трудозатраты рабочих	Человеко-час	84,08

Таблица 2. Улучшенная окраска поливинилацетатными вододисперсионными составами стен по сборным конструкциям, подготовленным под окраску (100 м²), Россия

Наименование затрат	Единицы измерения	Количество
Трудозатраты рабочих	Человеко-час	23,01

Таблица 3. Улучшенное оштукатуривание стен бетона внутри зданий (100 м²), Россия

Наименование затрат	Единицы измерения	Количество
Трудозатраты рабочих	Человеко-час	74

Таблица 4. Обработка поверхностей потолков грунтовкой глубокого проникновения внутри помещения (100 м²), Россия

Наименование затрат	Единицы измерения	Количество
Трудозатраты рабочих	Человеко-час	5,68

Таблица 5. Устройство потолков подвесных из панелей типа «Армстронг» (100 м²), Россия

Наименование затрат	Единицы измерения	Количество
Трудозатраты рабочих	Человеко-час	176

талонии, применяемая в г. Барселона [3]. В рамках данного исследования использовалась группа «единичные элементы зданий» [4], что позволяет добиться повышения точности расчетов.

В процессе исследования был выбран ряд технологических процессов. Основные критерии при выборе технологических решений остались неизменными, кроме того, что они

не должны повторять исследуемые ранее группы технологических процессов: технологический процесс должен быть широко применим на практике; технологический процесс должен присутствовать одновременно в стандартах России и Испании, составы работ по технологическим процессам должны быть идентичны и т.д.

Устройство полов из керамических плиток:

Таблица 6. Устройство полов из керамических плиток (м^2), Испания

Наименование затрат	Единицы измерения	Количество
Трудозатраты рабочих	Человеко-час	$0,45 + 0,2 * 2 = 0,85$

Таблица 7. Улучшенная окраска поливинилацетатными вододисперсионными составами стен (м^2), Испания

Наименование затрат	Единицы измерения	Количество
Трудозатраты рабочих	Человеко-час	$0,11 * 2 = 0,22$

Таблица 8. Улучшенное оштукатуривание стен бетона внутри зданий (м^2), Испания

Наименование затрат	Единицы измерения	Количество
Трудозатраты рабочих	Человеко-час	$0,56 + 0,28 * 2 = 1,12$

Таблица 9. Обработка поверхностей потолков грунтовкой глубокого проникновения внутри помещения (м^2), Испания

Наименование затрат	Единицы измерения	Количество
Трудозатраты рабочих	Человеко-час	0,15

Таблица 10. Устройство потолков подвесных из панелей типа «Армстронг» (м^2), Испания

Наименование затрат	Единицы измерения	Количество
Трудозатраты рабочих	Человеко-час	$0,2 * 2 = 0,4$

– улучшенная окраска поливинилацетатными вододисперсионными составами стен;

– улучшенное оштукатуривание стен бетона внутри зданий;

– обработка поверхностей потолков грунтовкой глубокого проникновения внутри помещения;

– устройство потолков подвесных из панелей типа «Армстронг».

Данные из российских стандартов по

выбранным работам представлены в табл. 1–11.

Приведем все стандартны к одинаковым единицам измерения.

Определим трудоемкость на каждый из видов работ на единицу измерения.

Для наглядного отображения характера связи между рассматриваемыми показателями был использован метод парной регрессии. Для этого в прямоугольной системе координат был по-

Таблица 11. Сводная таблица трудоемкости по двум странам

Наименование затрат	Единицы измерения	Трудоемкость Россия	Трудоемкость Испания
Устройство полов из керамических плиток	1 м ²	0,84	0,85
Улучшенная окраска поливинилацетатными вододисперсионными составами стен	1 м ²	0,23	0,22
Улучшенное оштукатуривание стен бетона внутри зданий	1 м ²	0,74	1,12
Обработка поверхностей потолков грунтовкой глубокого проникновения внутри помещения	1 м ²	0,056	0,15
Устройство потолков подвесных из панелей типа «Армстронг»	1 м ²	1,76	0,4

Таблица 12. Параметры регрессии

x	y	x ²	y ²	x * y
0,84	0,85	0,7056	0,7225	0,714
0,23	0,22	0,0529	0,0484	0,0506
0,74	1,12	0,5476	1,2544	0,8288
0,056	0,15	0,00314	0,0225	0,0084
1,76	0,4	3,0976	0,16	0,704

строен график, по оси ординат были отложены индивидуальные значения признака Y, а по оси абсцисс – индивидуальные значения признака X [5].

Совокупность точек признаков X и Y называется полем корреляции [6]. На основании поля корреляции была выдвинута гипотеза о том, что связь между всеми возможными значениями X и Y носит линейный характер [7].

Для расчета параметров была построена расчетная таблица параметров регрессии.

Для наших данных система уравнений имеет вид:

$$\begin{aligned} 5a + 3,626b &= 2,74; \\ 3,626a + 4,407b &= 2,306. \end{aligned} \quad (1-2)$$

Домножив уравнение (1) системы на $(-0,725)$, мы получили систему, которая в дальнейшем была решена методом алгебраического сложения [8].

В результате были получены эмпири-

ческие коэффициенты регрессии: $b = 0,1794$, $a = 0,4179$.

Уравнение регрессии (эмпирическое уравнение регрессии):

$$y = 0,1794x + 0,4179. \quad (3)$$

Эмпирические коэффициенты регрессии a и b являются лишь оценками теоретических коэффициентов β_i , а само уравнение отражает лишь общую тенденцию в поведении рассматриваемых переменных [9].

Коэффициент корреляции. Линейный коэффициент корреляции принимает значения от -1 до $+1$ [10]. Связи между признаками могут быть слабыми и сильными [11]. Их критерии оцениваются по шкале Чеддока:

$$\begin{aligned} 0,1 < r_{xy} < 0,3: & \text{слабая;} \\ 0,3 < r_{xy} < 0,5: & \text{умеренная;} \\ 0,5 < r_{xy} < 0,7: & \text{заметная;} \\ 0,7 < r_{xy} < 0,9: & \text{высокая;} \end{aligned}$$

$0,9 < r_{xy} < 1$: весьма высокая.

В нашем примере связь между признаком Y и фактором X слабая и прямая. Кроме того, коэффициент линейной парной корреляции может быть определен через коэффициент регрессии [12].

Уравнение регрессии (оценка уравнения регрессии). Линейное уравнение регрессии имеет вид:

$$y = 0,1794x + 0,4179. \quad (4)$$

Коэффициент $b = 0,179$ показывает среднее изменение результативного показателя (в единицах измерения y) с повышением или понижением величины фактора x на единицу его измерения. В данном примере с увеличением на единицу y повышается в среднем на 0,179.

Коэффициент $a = 0,418$ формально показывает прогнозируемый уровень y , но только в том случае, если $x = 0$ находится близко с выборочными значениями.

Но если $x = 0$ находится далеко от выборочных значений x , то буквальная интерпретация может привести к неверным результатам,

и даже если линия регрессии довольно точно описывает значения наблюдаемой выборки, нет гарантий, что также будет при экстраполяции влево или вправо.

Подставив в уравнение регрессии соответствующие значения x , можно определить выровненные (предсказанные) значения результативного показателя $y(x)$ для каждого наблюдения.

Связь между y и x определяет знак коэффициента регрессии b (если > 0 – прямая связь, иначе – обратная). В нашем примере связь прямая.

Результаты исследования показывают, что между исследуемыми параметрами существует слабая корреляционная связь. Это говорит о том, что в сегменте отделочных работ линейная зависимость между данными испанских и российских нормативных документов достаточно слабая. По результатам проведения двух исследований наблюдается умеренная и слабая корреляционные связи между параметрами, что на данном этапе не является основанием для отказа или подтверждения научно-технической гипотезы. Необходимо проведение дополнительных исследований.

Список литературы

1. Lapidus, A. Development of a three-tier system of parameters in the formation of the organizational and technological potential of using non-destructive testing methods / A. Lapidus, A. Khubaev, T. Bidov // E3S Web of Conferences : 22nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment. – Tashkent : EDP Sciences, 2019. – P. 06037.
2. Lapidus, A. Organizational and technological solutions justifying use of non-destructive methods of control when building monolithic constructions of civil buildings and structures / A. Lapidus, A. Khubaev, T. Bidov // MATEC Web of Conferences. – Moscow : EDP Sciences, 2018. – P. 05014.
3. Fatullaev, R. Modeling and assessment of a multi-apartment residential house with a planned overhaul / R. Fatullaev // E3S Web of Conferences : 2018 International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development. – St. Petersburg : EDP Sciences, 2019. – P. 02157.
4. Fatullaev, R. Organizational-technological modeling of a multi-apartment residential house where overhaul is planned / R. Fatullaev // E3S Web of Conferences : 22nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment. – Tashkent : EDP Sciences, 2019. – P. 06035.
5. Fatullaev, R. Influence degree of constrained conditions on overhaul of apartment buildings / R. Fatullaev // E3S Web of Conferences : Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019, Divnomorskoe Village. – Divnomorskoe Village : EDP Sciences, 2019. – P. 03029.
6. Фатуллаев, Р.С. Потребительское качество многоквартирного жилого дома как параметр, влияющий на состав организационно-технологических решений при проведении капитального ремонта / Р.С. Фатуллаев // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 2(92). – С. 149–155.
7. Фатуллаев, Р.С. Оценка параметрической базы организационно-технологического моделирования объекта, в котором планируется проведение внепланового капитального ремонта /

Р.С. Фатуллаев, А.А. Лapidус // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2017. – № 8(74). – С. 28–34.

8. Фатуллаев, Р.С. Оценка факторов, влияющих на эффективность организационно-технологических решений при проведении капитального ремонта в домах с разной формой собственности / Р.С. Фатуллаев, С.Р. Айдаров // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 12(102). – С. 119–122.

References

6. Fatullayev, R.S. Potrebitel'skoye kachestvo mnogokvartirnogo zhilogo doma kak parametr, vliyayushchiy na sostav organizatsionno-tekhnologicheskikh resheniy pri provedenii kapital'nogo remonta / R.S. Fatullayev // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 2(92). – S. 149–155.

7. Fatullayev, R.S. Otsenka parametricheskoy bazy organizatsionno-tekhnologicheskogo modelirovaniya ob»yekta, v kotorom planiruyetsya provedeniye vneplanovogo kapital'nogo remonta / R.S. Fatullayev, A.A. Lapidus // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2017. – № 8(74). – S. 28–34.

8. Fatullayev, R.S. Otsenka faktorov, vliyayushchikh na effektivnost' organizatsionno-tekhnologicheskikh resheniy pri provedenii kapital'nogo remonta v domakh s raznoy formoy sobstvennosti / R.S. Fatullayev, S.R. Aydarov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 12(102). – S. 119–122.

© Р.С. Фатуллаев, Г.Г. Хубулов, 2022

УДК 681.1.003

Ю.А. АНТОХИНА¹, Я.А. ИВАКИН^{1,2,3}, В.А. ТУШАВИН¹, Е.А. ФРОЛОВА¹¹ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», г. Санкт-Петербург;² АО «Концерн «ОКЕАНПРИБОР», г. Санкт-Петербург;³ Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук, г. Санкт-Петербург

МОДЕЛЬ РАСЧЕТА РЕЛЕВАНТНОГО ЧИСЛА ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИЕМЛЕМОГО УРОВНЯ РИСКОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ГЛУБОКИХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ РЕШЕНИЙ

Ключевые слова: интерактивные электронные технические руководства; многоуровневое оценивание; параметры качества.

Аннотация. Текущий этап развития интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР) как средств компетентностной поддержки эксплуатирующего летательные аппараты персонала характеризуется внедрением в их состав средств искусственного интеллекта (ИИ). Разработчики современных и перспективных ИЭТР с элементами ИИ сталкиваются с необходимостью принятия решений о применении того или иного базового нейросетевого средства для его интеграции в состав создаваемого электронного руководства.

При этом разработчик ИЭТР должен руководствоваться не только показателями стоимости и прикладной эффективности применяемого приложения, но и показателями его применимости в предметной области ИЭТР.

Модели расчета релевантного числа испытаний для обеспечения приемлемого уровня рисков при оценке ГНС-приложения и посвящена данная статья.

развития ИЭТР и средств компетентностной поддержки эксплуатирующего летательные аппараты персонала характеризуется широким внедрением в их состав средств ИИ [1].

Наиболее актуальной технологией искусственного интеллекта, находящей свое применение в ИЭТР пятого класса, является технология глубокой нейронной сети (ГНС) [2]. Уже сегодня разработчики базовых платформ ГНС предлагают различные по своим потребительским характеристикам решения, которые ориентированы на интеграцию в составе ИЭТР.

В указанных условиях разработчики современных и перспективных ИЭТР с элементами ИИ сталкиваются с необходимостью принятия решений о применении ГНС на основе решения квалитетической задачи выбора.

Расчет релевантного числа испытаний для обеспечения приемлемого уровня рисков при оценке ГНС

Синтез модели расчета релевантного (т.е. необходимого и достаточного) числа разовых испытаний для обеспечения приемлемого уровня рисков при оценке ГНС-приложения в ходе осуществления выбора указанного приложения из линейки альтернатив для обеспечения приемлемого уровня риска такого выбора реализован как последовательность следующих процессов.

1. Конкретизация математических (статистических) основ определения релевантных значений выборки из генеральной совокупно-

Введение

Непрерывное технологическое усложнение авиационной техники требует совершенствования средств информационной поддержки эксплуатирующего их персонала. Текущий этап

сти данных об актах обучения ГНС согласно примененным размеченным *Data*-сетам для обеспечения требуемого значения риска как величины обратной к доверительной вероятности.

2. Интерпретация конкретизированных статистических основ определения релевантных значений выборки из генеральной совокупности данных об актах обучения ГНС как математического аппарата достижения необходимого уровня надежности осуществления выбора указанного приложения из линейки альтернатив.

3. Алгоритмизация расчета релевантных значений выборки из генеральной совокупности данных об актах обучения ГНС согласно примененным размеченным *Data*-сетам для обеспечения требуемого значения риска.

В роли генеральной совокупности данных рассматривается мощность базового *Data*-сета для обучения ГНС и мощность совокупности таких *Data*-сетов, которые обеспечивают риск при принятии решения о выборе наилучшего ГНС-приложения равным нулю [3]. Иными словами, обеспечивают доверительную вероятность при принятии решений о наилучшем ГНС-решении для проектируемого ИЭТР, близкую к единице. Размерность генеральной совокупности при такой постановке не ограничена. Вместе с тем объем *Data*-сета для обучения ГНС и/или мощность совокупности таких *Data*-сетов всегда конечны.

Следовательно, узкая задача расчета релевантного числа испытаний для обеспечения приемлемого уровня рисков при оценке ГНС-приложения сводится к алгебраическому увязыванию значения риска (доверительной вероятности правильного вывода) при оценке исследуемого параметра с таким числом единичных испытаний, которое обеспечивает требуемый доверительный интервал в разбросе искомого параметра. Алгебраическое решение этой задачи заключается в синтезе доверительного интервала для оцениваемого параметра ГНС-приложения, обусловленного предписанной доверительной вероятностью, как некоторого двумерного функционала, определяемого разницей между априорным значением искомого параметра и апостериорным значением накопленной статистики его оценок.

Применительно к модели расчета релевантного числа испытаний для обеспечения приемлемого уровня рисков при оценке ГНС-приложения приняты следующие идентифика-

торы входных и выходных значений используемого статистического аппарата:

– P – апостериорная доверительная вероятность истинности принятия значения численного параметра выбора ГНС-приложения для ИЭТР;

– P_α – априорный уровень вероятности доверительного принятия значения численного параметра выбора ГНС-приложения для ИЭТР;

– P_β – априорный уровень вероятности доверительного отклонения значения численного параметра выбора ГНС-приложения для ИЭТР;

– Q – апостериорное значение вероятности риска некорректного принятия частного результата выбора ГНС-приложения для ИЭТР;

– Q_α – априорное значение вероятности-дополнения до единицы уровня вероятности доверительного принятия значения численного параметра выбора ГНС-приложения для ИЭТР, т.е:

$$Q_\alpha = 1 - P_\alpha; \quad (1)$$

– Q_β – априорное значение вероятности дополнений до единицы уровня вероятности доверительного отклонения значения численного параметра выбора ГНС-приложения для ИЭТР, т.е:

$$Q_\beta = 1 - P_\beta. \quad (2)$$

Задание параметров выбора ГНС-приложения для ИЭТР вида (1) и (2), согласно работе [4], позволяет найти промежуточный коэффициент D как отношение Q_β / Q_α .

Модель расчета релевантного числа испытаний для обеспечения приемлемого уровня рисков при оценке ГНС-приложения включает три последовательных процедуры:

1) подготовка начальных данных для расчета необходимого и достаточного числа единичных испытаний;

2) расчет доверительного интервала для принятия наблюдаемого значения параметра выбора ГНС-приложения для ИЭТР, т.е. результата каждого единичного испытания при известных априорных значениях риска;

3) принятие решения по релевантному числу единичных испытаний N .

Существо каждой из указанных процедур заключается в следующем:

– подготовка начальных данных для рас-

Таблица 1. Релевантное число испытаний для обеспечения приемлемого уровня рисков при оценке ГНС-приложения для ИЭТР

P_α	D	$\alpha = \beta = 5 \%$		$\alpha = \beta = 10 \%$		$\alpha = \beta = 20 \%$		$\alpha = \beta = 30 \%$	
		N	c	N	c	N	c	N	c
0,9	1,5	474	58	288	35	134	16	53	6
	1,75	227	30	138	18	64	8	27	3
	2	135	19	86	12	39	5	18	2
	3	41	7	23	4	14	2	8	1
0,85	1,5	294	54	181	33	79	14	35	6
	1,75	141	28	87	17	42	8	18	3
	2	85	18	53	11	21	4	12	2
	3	26	7	16	4	9	2	5	1

чета необходимого и достаточного числа единичных испытаний;

– расчет доверительного интервала для принятия наблюдаемого значения параметра выбора ГНС-приложения для ИЭТР, т.е. результата каждого единичного испытания при известных априорных значениях риска.

При N единичных испытаний доверительный интервал I , в который с доверительной вероятностью $1 - \alpha$ (при $\alpha = \beta$) попадет несмещенная оценка истинности значения параметра выбора ГНС-приложения для ИЭТР, определяется соотношением:

$$I = \frac{P + \frac{D}{2N} \pm D \sqrt{P \frac{1-P}{N} + \frac{D^2}{4N^2}}}{1 + \frac{D^2}{N}}. \quad (3)$$

Принимая значение уровня вероятности P_α доверительного принятия наблюдаемого значения параметра выбора ГНС-приложения для ИЭТР за априорно соответствующее целям подтверждение уровня требуемой доверительной вероятности обеспечения надежности результатов P_3 , заданного для всей гаммы возможных исследований, определены соотношения выше указанных значений единичных испытаний для подтверждения рассматриваемого выбора. Некоторые из них показаны в табл. 1.

На основании накопительного характера учета единичных испытаний как записей базового *Data*-сета для обучения ГНС и/или единиц

в совокупности *Data*-сетов производится определение и предметная интерпретация входных данных для определения релевантного числа учитываемых испытаний.

По выбранным параметрам входных данных в рассматриваемой модели расчета становится возможным определить общее число единичных испытаний N и предельное учитываемое число фактов отклонения результата каждого единичного испытания, недостижение которого в процессе реализации всего объема единичных испытаний означает факт принятия альтернативы.

Сводная оценка риска выбора ГНС-приложения для ИЭТР, соотносимая с априорной для всей гаммы параметров анализа доверительной вероятностью, т.е. требуемой доверительной вероятностью обеспечения надежности результатов в серии однотипных этапов комплексного выбора P_3 , рассчитывается согласно формулам условной и полной вероятностей.

Выводы

Представленная в статье алгоритмическая модель позволяет определить релевантный объем единичных испытаний для обеспечения приемлемого уровня рисков при оценке ГНС-приложения для ИЭТР пятого класса функциональности. Она является развитием общей методологии совершенствования средств информационно-логистической поддержки процессов эксплуатации сложных образцов современной

техники, актуальным направлением развития методов и технологий ИИ, и прежде всего ней-которой сегодня является широкое внедрение росетевых решений.

Список литературы

1. Ивакин, Я.А. Информационно-сопроводительная сеть изделий авиаприборостроения как информационная основа политики производителей в области качества / Я.А. Ивакин, А.Г. Варжапетян, Е.Г. Семенова, Е.А. Фролова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2020. – № 8(110). – С. 102–117.
2. ГОСТ Р 54088 – 2017. Интегрированная логистическая поддержка. Эксплуатационная и ремонтная документация в форме интерактивных электронных технических руководств. Основные положения и общие требования. – М. : Стандартинформ, 2018. – 30 с.
3. Николенко, С. Глубокое обучение / С. Николенко, А. Кадурин, Е. Архангельская. – СПб : Питер, 2018. – 480 с.
4. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории / А.И. Галушкин. – М. : Горячая линия – Телеком, 2017. – 496 с.

References

1. Ivakin, YA.A. Informacionno-soprovoditel'naya set' izdelij aviapriborostroeniya kak informacionnaya osnova politiki proizvoditelej v oblasti kachestva / YA.A. Ivakin, A.G. Varzhapetyan, E.G. Semenova, E.A. Frolova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2020. – № 8(110). – S. 102–117.
2. GOST R 54088 – 2017. Integrirovannaya logisticheskaya podderzhka. Ekspluatacionnaya i remontnaya dokumentaciya v forme interaktivnyh elektronnyh tekhnicheskikh rukovodstv. Osnovnye polozheniya i obshchie trebovaniya. – M. : Standartinform, 2018. – 30 s.
3. Nikolenko, S. Glubokoe obuchenie / S. Nikolenko, A. Kadurin, E. Arhangel'skaya. – SPb : Piter, 2018. – 480 s.
4. Galushkin, A.I. Nejronnye seti: osnovy teorii / A.I. Galushkin. – M. : Goryachaya liniya – Telekom, 2017. – 496 s.

© Ю.А. Антохина, Я.А. Ивакин, В.А. Тушавин, Е.А. Фролова, 2022

УДК 004

А.И. ГОРОБЕЦ, Д.А. ГОРОБЕЦ

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

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ИСПЫТАНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ ЛИМС АККРЕДИТОВАННЫМИ ЛАБОРАТОРИЯМИ

Ключевые слова: аккредитация; испытание; испытательная лаборатория (ИЛ); качество; лаборатория.

Аннотация. Статья посвящена вопросу обеспечения качества испытаний на базе применения программных систем ЛИМС (*LIMS – Laboratory Information Management System*) аккредитованными лабораториями. В связи с этим цель представленной статьи состоит в выделении всех элементов, которые направлены на обеспечение качества испытаний на практике. Данная статья написана с применением широкой совокупности научных методов, среди которых особое значение имели методы анализа и синтеза. Результатом данной статьи выступило выделение факторов и критериев, обеспечивающих качество испытаний в аккредитованных испытательных лабораториях. Автором сделан вывод о том, что набор модулей программной системы ЛИМС на сегодняшний день является эффективным информационно-техническим, а также программным решением для аккредитованной лаборатории, направленным на обеспечение качества испытаний, которые в данной лаборатории проводятся.

В настоящее время проведение испытаний продукции, ее составных частей, а также мониторинг соблюдения экологических требований при выпуске является одной из первостепенных задач обеспечения качества и безопасности конечного изделия, удовлетворенности заказчика, а также обеспечения действующих нормативных требований к экологии окружающей среды. Особое значение для проведения контрольных мероприятий приобретают ИЛ, в которых осуществление контроля подобного вида представляется возможным. Стоит отметить, что

в качестве критерия, позволяющего определить качество объектов, а также критерия доверия к лабораториям, где проводится испытание, выступает уровень их компетентности, который надлежащим образом подтвержден аккредитацией лаборатории в рамках национальной системы. На сегодняшний день правовая регламентация данного механизма осуществляется ФЗ № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации». Кроме того, некоторые критерии для оценки компетентности таких лабораторий сегодня содержатся в ГОСТ *ISO/IEC 17025-2019*, а также в соответствующем Приказе Министерства экономического развития РФ № 707. Представляется, что соблюдение требований, которые прописаны в этих нормативно-правовых актах, в рамках проведения тех или иных испытаний выступает ключевой задачей любой ИЛ. Более того, это является некоторой демонстрацией для заказчиков того, что в лаборатории проводятся только качественные испытания, соответствующие установленным требованиям. Анализ требований, предъявляемых ГОСТ *ISO/IEC 17025-2019* позволяет представить оптимизированную модель работы аккредитованной ИЛ (табл. 1).

Данная таблица представляет собой структурную диаграмму ключевых процессов аккредитованной ИЛ, наличие которых является объективной необходимостью для того, чтобы обеспечить компетенции ИЛ. В сфере практической реализации требований относительно наличия и соблюдения системы в сфере менеджмента качества ИЛ акцентируем внимание на том, что, если в организации одним из отделов является именно ИЛ, а также действует система менеджмента качества, сертифицированная надлежащим образом, наличие этой системы не исключает наличие и независимой системы по оценке и анализу качества испытаний, про-

Таблица 1. Оптимизированная модель работы аккредитованной ИЛ

Испытательная лаборатория, которая аккредитована на предмет ее соответствия ГОСТ ISO/IEC 17025-2019					
Обслуживание и оценка удовлетворенности клиентов, заявки, договора		Улучшение процессов СМ	Ресурсное обеспечение, помещения, средства автоматизации документооборота и процессов СМ		
Вход: регистрация, акты отбора и измерений, направления на испытания	Документы и записи, резервное копирование	Обработка внешних ситуаций, корректирующие мероприятия	Менеджмент рисков	Внутренний аудит	
	Прослеживаемость состояния объекта испытаний				Выход: отчеты о результатах испытаний (протоколы испытаний)
	Закупки, оценка поставщиков	Контроль и мониторинг процессов СМ	Менеджмент информации	Обеспечение внутрилабораторного контроля (ВЛК) качества и стабильности испытаний	
Персонал, матрицы полномочий, мониторинг компетентности и повышение квалификации		Менеджмент оборудования и стандартных образцов	Организация работ в рамках СМ		Обеспечение безопасности измерений

водимых в ИЛ. Более того, данная оценка все равно должна быть проведена на основе таких ключевых принципов оценки качества, как принцип беспристрастности и принцип независимости. Указание на данные принципы также содержится в ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Указанная система по менеджменту качества традиционно включается в основную систему менеджмента (СМ) организации по иерархическому принципу. Интеграция модели СМ ИЛ согласуется с принципами управления качеством с учетом статуса беспристрастности и независимости ИЛ. Дополнительным требованием к нормативно-методическому обеспечению ИЛ следует отметить обязательное наличие оригиналов нормативной документации, которая устанавливает правовой режим проведения определенных испытаний, содержит в себе методологию проведения испытаний по видам, в том числе в зависимости от той или иной области аккредитации, и их актуализацию.

В данном аспекте важно акцентировать внимание на том, что действующая система, направленная на аккредитацию испытательных лабораторий, кроме использования вполне стан-

дартных методик и механизмов для проведения тех или иных испытаний, прошедших аттестацию, также предоставляет широкий спектр возможностей для применения данных методик и расширения объектов и диапазонов испытаний на фоне их обязательной валидации, а также на фоне разработки внутренних документов СМ ИЛ, регламентирующих проведение испытаний.

Компетентность ИЛ во многом определяется квалификацией персонала лаборатории. При оценке компетентности сотрудников ИЛ следует руководствоваться понятиями профильного образования, опыта работы, связанного с заявленной областью аккредитации ИЛ, повышением квалификации, а также специализацией персонала в области метрологического обеспечения измерений.

При подготовке ресурсного обеспечения ИЛ к аккредитации следует отметить, что ресурс должен быть в наличии, соответствовать нормативным требованиям и сопровождаться документацией, подтверждающей законность владения, распоряжения или его использования [1]. Информационное обеспечение испыта-

ний как часть ресурсного обеспечения ИЛ обязательно должно сопровождаться валидацией, что особенно касается случаев применения так называемых «лабораторных информационных менеджмент-систем» (ЛИМС).

Для реализации данного требования рекомендуется использовать ГОСТ Р 54360-2011 «ЛИМС. Стандартное руководство по валидации ЛИМС». Использование аккредитованной лабораторией систем уровня ЛИМС позволяет эффективно управлять ИЛ, снизить количество системных критических ошибок, автоматизировать процессы системного внутри-лабораторного контроля качества испытаний, внедрить электронный документооборот, автоматизировать процессы подготовки к проведению измерений в ИЛ и максимально обеспечить удовлетворенность заказчика.

Информационное обеспечение ИЛ может быть различного уровня автоматизации, привязанным к отдельной группе процессов СМ, например, к резервному копированию записей прослеживаемости измерений. Тем не менее максимальный эффект от автоматизации деятельности ИЛ может быть достигнут при применении программных систем, автоматизирующих все аспекты деятельности ИЛ. В связи с изложенным выбор модулей, входящих в ЛИМС, их структурирование и конфигурирование под процессы конкретной аккредитованной ИЛ являются актуальной задачей для обеспечения эффективности ее деятельности.

Представляется необходимым, чтобы используемая ИЛ ЛИМС-система охватывала все аспекты деятельности аккредитованного лица, как организационно-методические, так и напрямую связанные с прослеживаемостью испытаний, подготовкой к их проведению и контролем качества, в том числе на уровне интеграции модулей сторонних производителей.

Среди основных модулей, которые должны входить в современную ЛИМС-систему, необходимо выделить следующие.

1. Модуль настройки параметров испытаний должен обеспечивать соответствие между настройками программной системы (ПС) и утвержденной областью аккредитации (ОА) ИЛ (испытания, метрологические характеристики, нормируемые уровни показателей, перечни объектов определения, методики выполнения испытаний, валидированные диапазоны испытаний, правила принятия решений при выдаче результата).

2. Модуль управления персоналом должен обеспечивать эффективный мониторинг состава и идентификацию рисков персонала ИЛ, распределение полномочий по видам выполняемых испытаний, контроль прохождения повышения квалификации, актуализацию матрицы полномочий и мониторинг навыков, в том числе на базе данных ВЛК.

3. Модуль движения, а также учета оборудования, равно как стандартных образцов и материалов, должен в полной мере обеспечивать выполнение ряда требований, существующих сегодня в сфере ресурсного обеспечения. Стоит отметить, что данные требования сформулированы в полном соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17025-2019.

4. Модуль градуировки средств измерений должен обеспечивать построение, периодические проверки и контроль стабильности градуировочных характеристик средств измерения с построением контрольных карт остатков и оценкой неопределенности построения градуировочных характеристик. Для аккредитованных ИЛ при применении данного модуля рекомендуется проверять соответствие функций требованиям нормативного документа Р 50.2.028-2003.

5. Модуль регистрации должен обеспечивать регистрацию, шифрование образцов испытаний, при необходимости их обезличивание и поддержку прослеживаемости цикла испытаний с формированием внешних документов ИЛ заказчику.

6. Интегрируемые модули для проведения различного рода испытаний всегда направлены на то, чтобы обеспечить проведение процедур в области подготовки к испытательным мероприятиям в соответствии с требованиями методики выполнения измерений (МВИ). Также они нередко включают в себя испытания образцов, равно как ведение основных формуляров рабочих записей и метрологический контроль результатов испытаний согласно области аккредитации лаборатории [2].

7. Модуль генерации внешней документации ИЛ должен в полной мере обеспечивать формирование отчетов по результатам испытаний, в том числе с настраиваемой (регулируемой) средой генерации шаблонов отчетов. Также этот модуль должен обеспечивать статистические отчеты в целях контроля мониторинга качества испытаний, равно как для контроля тревожных признаков, стабильности испыта-

Таблица 2. Оптимизированная модель работы аккредитованной ИЛ

Контроль качества результатов испытаний в аккредитованной ИЛ	
Внутренний	Внешний
Выборочный статистический контроль (ВСК) проводимых работ и их результатов ↓	Межлабораторные сличительные испытания (МСИ) (оценка результатов при проведении МСИ с иным аккредитованным лицом) ↓
Оперативный контроль результатов испытаний, оценка приемлемости результатов испытаний ↓	Поддержка регламента контроля и обработка результатов испытаний в условиях межлабораторной воспроизводимости ↓
Оценка неопределенности испытаний (глобальный модульный подход), построение бюджета неопределенностей для методики выполнения испытаний (МВИ) ↓	Обработка несоответствий в рамках участия в раундах МСИ с провайдерами МСИ, которые аккредитованы в системе аккредитации, а также с юридическими лицами, которые принимают участие в раундах МСИ
Периодический оперативный контроль точности испытаний ↓	
Контроль стабильности результатов испытаний с использованием контрольных карт Шухарта, поддержка процедур предупредительного контроля ↓	
Валидация и верификация методик выполнения испытаний	

ний, расходования ресурсов и данных о функционировании системы за выбранный период времени.

Одним из актуальных вопросов современных требований, которые сегодня предъявляются к компетентности аккредитованных ИЛ, выступает требование о выполнении различных процедур внешнего, а также внутреннего контроля качества испытаний, равно как требование о порядке проведения испытаний и их периодичности. Стоит отметить, что все эти аспекты должны найти отражение в документации СМ ИЛ.

Интегрируемые модули ЛИМС-систем должны поддерживать все необходимые процедуры внутреннего контроля качества в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 5725-2002 (часть 1–6), так как данные процедуры следует рассматривать как ключевую часть подтверждения правильности проводимых испытаний, а также обеспечение выполнения внешнего кон-

троля, непосредственно подтверждающего компетентность ИЛ. В зависимости от действующей области аккредитации ИЛ интегрируемые модули ЛИМС должны поддерживать процедуры контроля, прописанные в документах РМГ-76-2014, ГОСТ Р 34100-2017 (часть 1–3). Рекомендуемая модель проведения контроля качества испытаний в аккредитованной ИЛ для построения интегрируемых модулей ВЛК ЛИМС-систем представлена в табл. 2.

Таким образом представляется, что необходимым решением является внедрение в практику деятельности аккредитованной ИЛ лабораторной информационной системы уровня ЛИМС (программной ЛИМС-системы), позволяющей эффективно управлять процессами аккредитованной ИЛ для обеспечения качества проводимых испытаний.

В соответствии с выше сформулированными требованиями разработана лабораторная ЛИМС-система, отвечающая требованиям

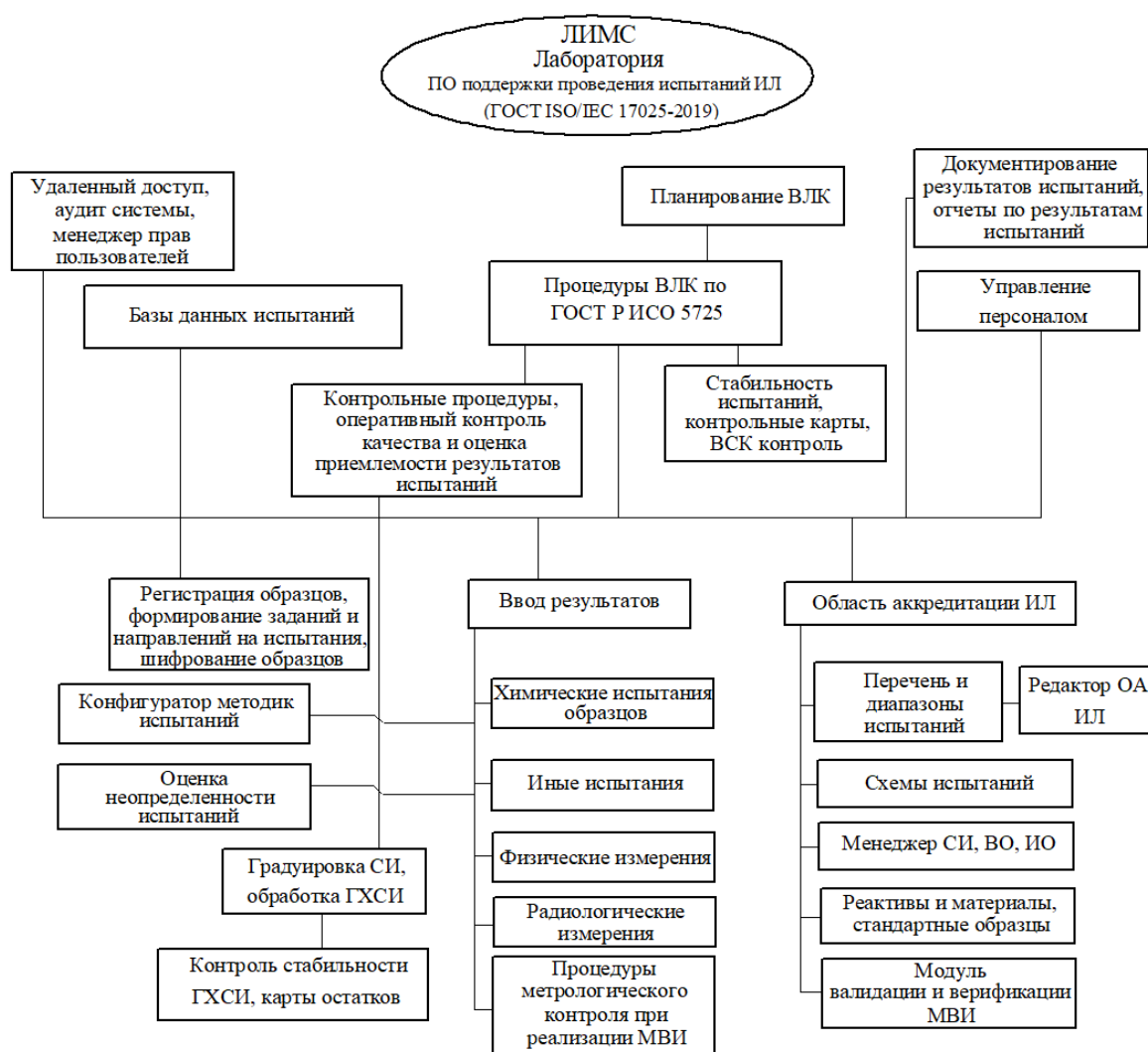


Рис. 1. Структурная схема ЛИМС-системы «Лаборатория»

ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 для целей применения аккредитованными ИЛ в национальной системе аккредитации [3]. Система автоматизирует все выше упомянутые процессы деятельности ИЛ, в том числе организационные-методические, контроля качества, документирования и проведения испытаний. Структурная схема разработанной ЛИМС-системы приведена на рис.1.

Гибкость системы ЛИМС «Лаборатория» обеспечивается наличием модуля редактора области аккредитации ИЛ, который обеспечивает соответствие между настройками ПО ЛИМС «Лаборатория» и областью аккредитации ИЛ (испытания, метрологические характеристики, предельно-допустимые уровни, перечни

объектов определения) с возможностью динамического изменения при расширении, актуализации и сокращении области аккредитации ИЛ динамически настраиваемым интегрируемым модулем настройки МВИ на проведение испытаний и поддержку изменяемых планов ВЛК контроля качества испытаний ИЛ, а также настраиваемым модулем генерации лабораторной документации, который обеспечивает выдачу индивидуально настраиваемых форм отчетов о результатах испытаний. Статистический контроль результатов испытаний в ЛИМС «Лаборатория» полностью интегрируется в риск-менеджмент, позволяя наиболее эффективно управлять качеством испытаний ИЛ.

Таким образом, набор модулей программ-

ной системы ЛИМС «Лаборатория» позволяет организовать комплексное управление ИЛ, аккредитованной согласно требованиям ГОСТ *ISO/IEC 17025-2019*, с настраиваемой областью

аккредитации широкого профиля деятельности ИЛ и является эффективным информационно-техническим и программным решением для современной аккредитованной лаборатории.

Список литературы

1. Горобец, А.И. Современное состояние работ и нормативно-методическая база аккредитации испытательных лабораторий / А.И. Горобец // Вестник качества, 2017.
2. Горобец, А.И. Оптимизация методов проведения испытаний на надежность в радиоэлектронных средствах / А.И. Горобец // Вестник качества, 2017.
3. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

References

1. Gorobets, A.I. The current state of work and the regulatory and methodological framework for accreditation of testing laboratories / A.I. Gorobets // Bulletin of Quality, 2017.
2. Gorobets, A.I. Optimization of methods for conducting reliability tests in electronic means / A.I. Gorobets // Bulletin of Quality, 2017.
3. GOST ISO/IEC 17025-2019. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.

© А.И. Горобец, Д.А. Горобец, 2022

УДК 658.51

М. МАБХЕШ, В.А. ТУШАВИН

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

ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОТОКА СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ НАУКОЕМКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ключевые слова: бережливое производство; поток создания ценностей; управление качеством.

Аннотация. Целью данной работы является исследование предметной области, связанной с проблемами моделирования потока создания ценностей производственного предприятия для решения задачи перехода на ценностно-ориентированную парадигму управления качеством. Рассмотрены основные проблемы, связанные с субъективностью существующих подходов. Предложена дескриптивная модель процесса создания потребительской ценности и методика повышения его результативности.

«Концепция ценности», «процесс создания потребительской ценности» и роль фирм и потребителей в процессе создания ценности – все эти вопросы занимают центральное место как для исследователей по направлению «Стандартизация и управление качеством», так и для практиков – работников производства. Потребление, рассматриваемое как процесс, охватывает целый ряд видов деятельности: от поиска информации до покупки, от производства и потребления товаров и услуг до последующей деятельности.

Потребительская ценность – это то, что потребители воспринимают как благо. Она в меньшей степени зависит от доступа к отдельным продуктам и услугам, которые отвечают четко сформулированным желаниям и потребностям, и в большей степени от того, как потребители используют доступные товары и другие ресурсы для создания ценности в своей сложной повседневной жизни: способами, которые соответствуют их собственным целям и удовлетворяют потребительский срок [3].

Следовательно, часто самая большая проблема потребителя заключается в том, как интегрировать доступные ресурсы и найти компромиссы между различными измерениями ценности. Производственные компании могут поддерживать эти мероприятия по созданию ценности, помогая потребителям оптимально использовать имеющиеся у них ресурсы. Эти выводы вносят вклад в развитие теории потребительской ценности.

Хотя в литературе существует множество описаний концепции ценности, эмпирических исследований по созданию потребительской ценности все еще недостаточно. Потребительская ценность интегрирована в потребительской деятельности. Появление дополнительной потребительской ценности продукта или процесса предполагает, что деятельность способствует достижению целей потребителей более высокого уровня. Существуют также виды потребительской деятельности, которые имеют отрицательную ценность.

Определение потока создания ценности приводится в ГОСТ Р 57524-2017. Им являются все действия, как создающие, так и не создающие ценность, которые позволяют продукции пройти все процессы от разработки концепции до запуска в производство и от принятия заказа до доставки потребителю.

Создание потребительской ценности является центральной темой современных исследований, которая уже давно стоит на повестке дня исследователей и практиков. Некоторые исследователи рассматривают потребителей как фактических создателей ценности [3]. До сих пор мало что известно о том, как потребители участвуют в процессе создания ценности [4], а восприятие ценности клиентами/потребителями все еще недостаточно изучено. Реалистичное предположение, однако, состоит в том,

что потребительская ценность создается в ходе сложного процесса, в котором потребители участвуют в ряде действий с несколькими другими участниками, где конечная ценность является результатом их совместной деятельности.

Природа потребительской ценности бывает: сравнительной (включающей предпочтения между объектами), личной (различающейся у разных людей) и ситуационной (специфичной для контекста). Предпочтительный признак воплощает в себе суждение о предпочтении. Человек может, например, оценить качество продукции как более важное, чем низкая цена (сравнительное суждение). Другой человек может занять противоположную позицию, оценивая низкую цену как более важную, чем качество (личное суждение). Это может быть так, потому что у этого человека в данный момент ограничен бюджет (ситуационное суждение).

Суждение о предпочтениях считается наиболее фундаментальным моментом в отношении природы потребительской ценности [5]. Общая концепция предпочтений включает в себя широкий спектр терминов, связанных с ценностями, хорошо известных в различных дисциплинах. Такими понятиями являются, например, аффект (приятный или неприятный), отношение и оценка (нравится или не нравится) и предрасположенность (благоприятный или неблагоприятный). Все такие выражения имеют общий однонаправленный индекс порядка предпочтений.

В дополнение к концептуализации природы потребительской ценности Холбрук также обсуждает различия, возникающие между различными типами ценности, которые можно обнаружить в опыте потребления. Следуя типологии Холбрука, существует четыре возможных типа ценности, которые следует учитывать в событии потребления [5].

1. Функциональная ценность, которая относится к тому, служит ли продукт или потребительский опыт средством достижения целей потребителя. Это тот случай, например, когда потребитель хвалит машину за ее эффективность в экономии времени.

2. Гедоническая ценность возникает из собственного удовольствия потребителя от потребления продукта или выполнения задачи: например, покупка машины.

3. Социальная ценность возникает, когда потребительский опыт служит средством фор-

мирования реакции других. Потребитель может, например, купить дорогой автомобиль, чтобы произвести впечатление на свое окружение.

4. Альтруистическая ценность влечет за собой заботу потребителя о том, как его или ее потребительское поведение влияет на других.

Рыночную сеть можно определить как группу участников (фирм и/или потребителей), которые взаимодействуют (сотрудничают) в деятельности, способствующей созданию ценности сети. В хорошо функционирующей сети рыночный обмен сочетается с прямым взаимодействием между сотрудничающими субъектами. Это означает, что четкие границы рыночных сделок размываются сетевыми отношениями в результате сотрудничества, союзов, совместных предприятий и т.д. Следовательно, в долгосрочной перспективе участники находятся под непосредственным влиянием друг друга и влияют друг на друга не только посредством рыночных сделок, но и посредством различных видов сотрудничества.

В то время как создание ценности и инновации традиционно считались обязанностью производителей, ценность все чаще воспринимается как результат взаимодействия и сотрудничества между несколькими участниками сети [1]. Когда потребители включены в сеть, их роль больше не сводится только к потреблению, они также напрямую влияют на характер предложения и принимают активное участие в процессе создания ценности. Продукты производственной деятельности рассматриваются как промежуточные ресурсы в производстве домашних хозяйств. Благодаря производственной деятельности индивида, включая вклад личного труда, эти рыночные продукты (которые включают товары и услуги) преобразуются в конечные услуги (такие как питание, проживание, интеллектуальный опыт, досуг и т.д.). Именно эти конечные услуги, а не рыночные продукты, создают ценность для потребителя. Более того, это значение оптимизируется с учетом ограничений, обусловленных производственными навыками потребителя, доходом и имеющимся временем [4].

Модель потока создания ценности в наукоемком машиностроительном производстве предлагается в качестве вспомогательного средства для визуализации и понимания ценности сложных процессов и, таким образом, руководства распределением ресурсов, измерением процесса и улучшением результативности про-



Рис. 1. Механизмы создания потребительской ценности потребления товаров машиностроительной отрасли

цесса.

Четыре основных элемента структуры включают задачи, ресурсы, окружающую среду и управление. Эти элементы далее могут быть разделены на несколько уровней атрибутов ценности, что обеспечивает конструктивный взгляд на создание ценности. Несколько наборов данных предоставляют наблюдения по отдельным частям структуры. Анализ отраслевых структур разбивки работ показывает, что задачи вносят заметный вклад в разные типы ценности среди программ, подразумевая, что на детальном уровне не существует единого определения «процесса разработки продукта». Задачи более низкого уровня содержат больше стимулирующих мероприятий, поддерживая идею о том, что усилия по улучшению должны быть сосредоточены на детальном уровне процесса. Программы, переходящие на бережливое производство, включают больше задач, подчеркивающих затраты/график, пропагандируя, что компании должны более четко определять затраты/график. Наконец, программы, использующие управление добавленной стоимостью, имели большую согласованность и меньшее количество отложенных задач, чем программы, которые отслеживали только даты завершения задач.

Важно отметить, что механизм создания потребительской ценности в наукоемком маши-

ностроительном производстве не работает изолированно. На него влияет окружающая среда, то есть общество, в котором он работает. Окружающая среда может как стимулировать, так и подавлять создание ценности в сети, поэтому в качестве части среды было включение других участников, таких как средства массовой информации, социальные институты и юридические органы.

На рис. 1 изображено, как отношения между производителями в машиностроении, розничными торговцами и потребителями (их организационные процедуры и виды деятельности) влияют на создание потребительской ценности при потреблении товаров. Влияние действующих лиц может быть как прямым, так и косвенным. Каждая группа действующих лиц оказывает непосредственное влияние и находится под влиянием создания потребительской ценности потребления продукции машиностроения. Аналогичным образом каждая группа действующих лиц взаимозависима от других групп действующих лиц при достижении своих целей и, таким образом, косвенно влияет на потребительскую ценность потребления товаров производства.

Эта взаимозависимость также существенно влияет на уровень создания потребительской ценности. Взаимозависимость, помимо рыночных транзакций, принимает форму взаимодействия и сотрудничества, это может существен-

но увеличить производительность сети. В этом случае результатом является создание потребительской ценности.

Методика повышения результативности потока создания ценности машиностроительного производства должна включать в себя следующие этапы.

1. Стандартизация процессов для заданной конфигурации производственного оборудования.

2. Генерация анкет производственных возможностей оборудования, выявляющих резервы с последующей рационализацией используемого и элиминацией неиспользуемого оборудования.

3. Использование методов из теории ограничений для картирования процесса создания ценности в концепциях: «как есть» и «как должно быть».

4. Улучшение системы управления материальными потоками.

5. Проведение подготовки к перепланировке потока (создание запаса готовых деталей, проектирование и изготовление трапов, склизов для подачи, отвода материалов и проч., изготовление технологической оснастки) с обеспечением необходимых условий для построения единичного потока.

6. Проведение перепланировки на производственном участке.

7. Запуск единичного потока в работу.

8. Обучение сотрудников предприятия обновленному методу стандартизированной работы.

9. Стабилизация нового процесса (включает в себя анализ и выявление потерь, внедрение усовершенствований, направленных на снижение времени колебаний и времени цикла операторов).

10. Обеспечение получения оперативной информации по потоку (организация ведения доски производственного анализа, отслеживание необходимой информации и ее фиксация).

11. Решение проблем, мешающих бесперебойной работе единичного потока.

12. Проведение стандартизированной работы на потоке и составление рабочего стандарта.

13. Визуализация необходимой информации по потоку (карты стандартизированной работы, рабочие стандарты, стенд оперативной информации, графики превентивного обслуживания оборудования и т.д.).

В завершение следует отметить, что поток создания ценности в наукоемком производстве в сфере наукоемкого машиностроения дает возможность не только выявления проблематики, но и проактивного управления возникающими инцидентами. Переход от борьбы с инцидентами к управлению проблемами потока создания ценностей напрямую коррелирует с задачами обеспечения непрерывности бизнеса и может стать основой программы устойчивого развития производственной системы предприятия. Рационализация и картирование потока создания потребительской ценности могут послужить основанием его последующей цифровизации в рамках развития предприятия в парадигме Индустрии 4.0.

Список литературы

1. Емельянов, А.А. Имитационное моделирование экономических процессов: Учеб. пособие / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума. – М. : Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
2. Ламбен, Ж.Ж. Менеджмент, ориентированный на рынок / Пер. с англ. под ред. В.Б. Колчанова. – СПб : Питер, 2006. – 800 с.
3. Чейз, Р.Б. Производственный и операционный менеджмент / Р.Б. Чейз, Н.Б. Аквилано, Р.Ф. Джейкобс. – М. : Вильямс, 2007. – 1184 с.
4. Шеннон, Р. Имитационное моделирование систем / Р. Шеннон // Искусство и наука. – М. : Мир, 1978. – 417 с.
5. Holbrook, M.B. The Nature of Customer's Value: An Axiology of Service in Consumption Experience. In: Rust, R.T. and Oliver, R.L., Eds., Service Quality: New Directions in Theory and Practice, Sage, Thousand Oaks, 1994. – P. 21–71.

References

1. Emel'janov, A.A. Imitacionnoe modelirovanie jekonomicheskikh processov: Ucheb. posobie /

A.A. Emel'janov, E.A. Vlasova, R.V. Duma. – М. : Finansy i statistika, 2002. – 368 s.

2. Lamben, Zh.-Zh. Menedzhment, orientirovannyj na rynok / Per. s angl. pod red. V.B. Kolchanova. – SPb : Piter, 2006. – 800 s.

3. Chejz, R.B. Proizvodstvennyj i operacionnyj menedzhment / R.B. Chejz, N.B. Akvilano, R.F. Dzhejkobs. – М. : Vil'jams, 2007. – 1184 s.

4. Shennon, R. Imitacionnoe modelirovanie sistem / R. Shennon // Iskusstvo i nauka. – М. : Mir, 1978. – 417 s.

© М. Мабхеш, В.А. Тушавин, 2022

УДК 637.051

И.А. ПРОХОДА¹, Е.Н. МЯСНИКОВА², Р.В. СИНИЦЫН¹, В.В. ФЕЩЕНКО¹

¹Брянский филиал ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», г. Брянск;

²ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», г. Москва

УПРАВЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯМИ БЕЗОПАСНОСТИ АПИПРОДУКТОВ ДЛЯ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Ключевые слова: апипродукт; апитехнология; качество; полноценный белок; трутневые личинки; управление качеством.

Аннотация. Цель исследования заключалась в разработке методов защиты и очистки апипродуктов от радиоактивного загрязнения для дальнейшего использования в питании человека. Разработан метод очистки прополиса и воска от радионуклидов. Изменив расположение пасеки таким образом, чтобы в радиусе 2–3 км не было загрязненной почвы или леса, удалось снизить содержание радионуклидов в меде до рекомендуемых уровней. Разработанные мероприятия позволяют значительно снизить радиоактивное загрязнение апипродукции, а в ряде случаев и вовсе избежать его. При проведении исследования применены аналитико-синтетические, экономико-статистические и расчетно-аналитические методы, стандартные физико-химические методы, органолептические методы.

Как показывает анализ научной литературы, влияние ионизирующего излучения на качество продуктов пчеловодства изучено довольно слабо, тем более в связи с загрязнением среды радиоактивными нуклидами. Существуют отдельные разрозненные сведения о влиянии радиоактивных веществ на медоносы, и то в контексте сельскохозяйственных растений. Практически все виды растений-медоносов активно поглощают радиоактивный фосфор и йод. Высказывается предположение, что в меде, собранном с таких растений, радиоактивные вещества содержатся в еще большей концентрации [1].

Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольшему радиоактивному загрязнению подвержены прополис и пасечная мерва по суммарному цезию максимально ($1,0 \cdot 10^{-6}$ Ки/кг), на втором месте мед и пыльца ($2,0 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг), относительно чистым оказался пчелиный воск.

Мед, по сравнению с другими продуктами пчеловодства, загрязнен на небольшой территории в западных областях Брянской области. Кроме 30-километровой зоны Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), это практически шесть районов Брянской области (Новозыбковский, Гордеевский, Злынковский, Красногорский, Клиновский и Климовский). Самое высокое содержание радионуклидов в меде ($2,0 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг) зарегистрировано на пасеке Ю.Н. Степанова Новозыбковского района.

Пыльца загрязнена на более обширной территории, чем мед. Однако уровень содержания в загрязненной пыльце радионуклидов ниже. Наибольшая ее радиоактивность по суммарному цезию $3,8 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг.

Наибольшая радиоактивность прополиса зафиксирована в Новозыбковском и Гордеевском районах (по суммарному цезию в пределах от $1,0$ до $8,0 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг). Самое высокое содержание радионуклидов зарегистрировано в прополисе, собранном на пасеке С.С. Лукашенко Новозыбковского района: $7,7 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг (по суммарному цезию). У шрота, полученного в результате переработки прополиса, суммарная В-активность составила $3,3 \cdot 10^{-6}$, что превышает допустимые нормы [2].

Из всех продуктов пчеловодства меньше всего загрязнен радиоактивными веществами пчелиный воск. Результаты радиологических исследований свидетельствуют о том, что воск

обладал сравнительно низким уровнем радиоактивности. Суммарная В-активность от 4,5 до $5,6 \cdot 10^{-10}$ Ки/кг.

Полученные данные дали основание продолжить исследования по очистке и предохранению апипродуктов от радиоактивного загрязнения. Для предохранения пчелиного воска от загрязнения радиоактивными нуклидами необходимо применять такие технологии переработки воскового сырья, которые позволяют максимально снизить или даже полностью исключить попадание в воск невосковых компонентов. В результате испытания различных способов переработки воскового сырья было установлено, что наилучшая очистка от невосковых компонентов происходит в результате сухой обработки (солнечные воскотопки). Хорошие результаты были получены при использовании влажного метода переработки (воскотопки, воскопрессы) при строгом соблюдении ряда дополнительных правил.

Труднее происходил поиск способов очистки прополиса, так как точно не установлены причины сильного загрязнения этого продукта радиоактивными веществами. Были испытаны различные способы переработки прополиса, не противоречащие общепринятой промышленной переработке и позволяющие сохранить ценные биологические свойства этого продукта: растворение в воде, этиловом спирте, нагревание на водяной бане. Хорошие результаты были получены при растворении прополиса в этиловом спирте. Спирт хорошо растворяет этот продукт и, кроме того, используется в промышленности для приготовления прополисного экстракта. Было установлено, что радиоактивные вещества концентрируются в нерастворимой фракции прополиса. Надосадочная жидкость практически чиста от загрязнения. Для более полной очистки экстракта применяли фракционирование (декантацией, фильтрованием). Нерастворимый осадок (так называемый прополисный шрот), полученный в результате экстракции и фракционирования прополиса, обладает очень высоким содержанием радионуклидов до $2,8 \cdot 10^{-6}$ Ки/кг (по суммарной В-активности) [1].

Таким образом, некоторые из существующих методов промышленной переработки прополиса и воскового сырья позволили частично снизить загрязнение радиоактивными нуклидами. Установлено, что содержание радионуклидов в меде, собранном в начале сезона (весен-

ние медоносы, акация, сады, липа), ниже, чем в конце сезона (мед с чабреца, клевера и других медоносов июля и августа). На некоторых пасеках загрязнение меда второго (июль и август) медосбора на порядок выше первого (май и июнь). В ряде случаев меда июльского медосбора превышают по суммарному цезию ВДУ-88, тогда как первый медосбор гораздо ниже допустимых уровней и пригоден для реализации и употребления.

Таким образом, можно уменьшить загрязнение товарной продукции, оставив меда июльского и августовского медосборов пчелам на зиму, для сбора товарного меда в загрязненных районах необходимо активно использовать майский и июньский медосборы, особенно с древесных медоносов (сады, акация).

Важно отметить, что наибольшему радиоактивному загрязнению подвержены меда из лесных травянистых и кустарниковых медоносов, таких как чабрец, крушина, иван-чай, калина и др. Поэтому самое высокое содержание в меде радионуклидов на пасеках, расположенных в лесу или на его окраинах. Полученные данные свидетельствуют о том, что даже перемещение пасечного точка на несколько километров от загрязненного участка, позволяет существенно снизить содержание в меде радионуклидов. Так, на пасеке С.С. Лукашенко Новозыбковского района, расположенной в лесу, на протяжении трех лет содержание цезия в меде практически всегда выше временного допустимого уровня (ВДУ) (в пределах от $1,5 \cdot 10^{-8}$ до $8,7 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг), тогда как в километре от нее, на пасеке В.И. Ефименко, суммарного цезия в меде на порядок меньше: $3,0 \cdot 10^{-9}$ Ки/кг. Еще более существенные различия между медами одного медосбора с двух пасек в с. Мамай Новозыбковского района, расположенных на удалении друг от друга в 1,6 км ($1,1 \cdot 10^{-8}$ и $8,2 \cdot 10^{-10}$ Ки/кг). При перемещении пчелиных семей из загрязненных районов в местность, которая не подвергалась воздействию выбросов радиоактивных веществ, продукты пчеловодства, собранные пчелами за время кочевки, практически чисты от радиоактивного загрязнения. Полученные данные свидетельствуют о возможности снижения содержания в меде радионуклидов за счет изменения местоположения пасечного точка таким образом, чтобы в радиусе 2–3 км от него не было сильно загрязненных участков почвы и лесных массивов.

Разработанные мероприятия позволяют

значительно сократить радиоактивное загрязнение апипродуктов, а в некоторых случаях даже полностью его избежать. Однако проведенная работа является лишь первым этапом в разработке технологии эффективного пчеловодства в условиях радиоактивного загрязнения.

Список литературы/References

1. Prokhoda, I.A. [Electronic resource]. – Access mode : <http://cyberleninka.ru>.
2. Prokhoda, I.A. Application of apithechnology products to increase the immunity of the population in conditions of radiation pollution / I.A. Prokhoda // Yearbook of Research Institute of Fundamental and Applied Research. – 2013. – No 4. – P. 58–61.

© И.А. Прохода, Е.Н. Мясникова, Р.В. Сеницын, В.В. Феценко, 2022

УДК 004.05

Д.Н. ШАБАНОВА, Л.М. МАЛУКА

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Краснодар

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА СМК ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ОСНОВА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЕЕ ЭЛЕМЕНТОВ

Ключевые слова: документированная информация; интеграция; информационная поддержка; информационные технологии; система менеджмента качества (СМК).

Аннотация. Целью настоящей работы является совершенствование информационной поддержки процессов СМК предприятия посредством интеграции менеджмента качества и информационных технологий.

Методологической основой исследования послужили научно-практические работы в области менеджмента качества, посвященные вопросам применения информационных технологий в СМК, а также современные концепции организации производства в условиях цифровой экономики.

В настоящей статье авторами классифицированы основные задачи, возникающие перед отечественными предприятиями при построении СМК, ориентированные на внедрение принципов менеджмента качества, эффективное и результативное решение которых требует применения современных информационных технологий (ИТ).

Предложен подход к созданию и обеспечению функционирования СМК на основе использования информационных технологий, а также сформирован типовой перечень документов СМК по управлению информацией в электронно-цифровой форме.

В условиях рыночной экономики важнейшим инструментом обеспечения конкурентоспособности предприятий в любой отрасли является СМК, разработанная в соответствии с требованиями, установленными в стандарте ISO 9001:2015.

Совершенно очевидно, что разработка СМК

не является самоцелью предприятия, более важно, чтобы система реально работала, т.е. была результативной и эффективной. Важно обеспечить с помощью СМК достижение устойчивого успеха предприятия на основе постоянного, систематического улучшения самой системы как инструмента непрерывного улучшения деятельности предприятия, обеспечения прочной основы для инициатив, ориентированных на устойчивое развитие.

Систематическое улучшение СМК невозможно без реализации процедур анализа, оценки и улучшения результативности и эффективности процессов СМК с учетом изменений внешней и внутренней сред предприятия, применения риск-ориентированного подхода к управлению процессами.

Принятие обоснованных управленческих решений должно опираться на эффективное использование информационных потоков. Согласно «Стратегии научно-технологического развития РФ до 2035 года», принятой указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642 [1], основой интеллектуальной модели управления предприятием является информация и ее преобразование в электронную форму с использованием различных ИТ-инструментов.

В научной литературе представлены результаты применения информационных технологий в практике управления процессами СМК (в первую очередь для процессов планирования и контроля качества работ и услуг) с четко закрепленной за ними функцией информационного обеспечения. Авторами работы [2] рассматривается организация бизнес-процессов (процессов управления) для поддержки различных стадий жизненного цикла продукции на основе ИТ, в том числе особенности построения интегрированной информационной среды СМК предприятия на базе PDM-технологии,

Таблица 1. Направления информационной поддержки СМК предприятия

Принципы менеджмента качества	Задачи предприятий при построении СМК в соответствии с требованиями ИСО 9001:2015	Решения на базе информационных технологий
Процессный подход к менеджменту	Разработать и внедрить процессный подход к управлению деятельностью предприятия; сформировать реестр процессов предприятия и установить их взаимодействие	Методика описания процессов СМК на основе применения программных средств; графическая модель процессов предприятия (с отражением входных и выходных интерфейсов)
Лидерство	Обеспечение единства целей на всех структурных уровнях предприятия, в т.ч. в области качества	Автоматизация отчета об анализе функционирования СМК за отчетный период и автоматическое формирование поручений в рамках плана мероприятий по улучшению СМК
Принятие решений, основанное на свидетельствах	Разработать методический инструмент оценки результативности процессов СМК	Программные средства, поддерживающие обмен данными в электронном виде на всех этапах жизненного цикла продукции и услуг
Ориентация на потребителя	Проводить мониторинг удовлетворенности потребителя и получать обратную связь о результативности работы предприятия	База знаний (фиксация и распространение опыта, полученного в ходе выполнения работ/оказания услуг)
Менеджмент взаимоотношений	Осуществлять оценку и выбор контрагентов	База данных контрагентов

а в работе [3] подробно раскрываются модули системы «*QMS Professional*» (к привязке к циклу Деминга), предназначенные для автоматизации процессов СМК предприятия, а также активно обсуждаются аспекты автоматизации СМК в ИТ-ландшафте предприятия. На современном этапе развития ИТ-технологий немаловажное значение отводится сквозным подходам к управлению качеством: от проектирования до серийного производства продукции. В частности, компания *Siemens Digital Industries Software* в 2020 г. анонсировала принципиально новое решение «*Teamcenter Quality*», представляющее собой набор из пяти модулей: 1) модуль «*APQP Program Management*» – управление проектом; 2) «модуль *FMEA*» – анализ рисков и последствий отказов; 3) модуль «*Control and Inspection Plan*» – планы управления и планы контроля; 4) модуль «*Quality Issue Management*» – управление несоответствиями; 5) модуль «*Problem Solving*» – поиск корневых причин несоответствий. Данные модули помогают синхронизировать процессы разработки продукта, планирования качества и непрерывного совершенствования, чтобы максимально повысить синергетический эффект в ходе

управления изменениями на всех этапах выполнения работ и/или оказания услуг [4]. Среди отечественных программных модулей лидирующее место принадлежит «*Business Studio*», который дает предприятиям возможность не только формализовать свою стратегию развития в области качества, но и контролировать ее выполнение, распределив ответственность между организационными единицами [5]. Наличие в *Business Studio* взаимосвязанных описаний процессов и организационной структуры позволяет автоматически получить внутренние регламентирующие документы (в которых может отражаться информация о показателях и рисках процесса СМК), организовать оперативный доступ должностных лиц предприятия ко всему пакету документации СМК и устранить длительный поиск информации в бумажных документах за счет использования *HTML*-навигатора.

В настоящей работе изложено наше видение совершенствования информационной поддержки процессов СМК предприятия на основе интеграции элементов менеджмента качества и информационных технологий, а также предпринята попытка классифицировать ее ключе-

Таблица 2. Перечень документов СМК по управлению информацией в электронно-цифровой форме

№	Примеры наименований документов СМК
1	«Управление программным обеспечением и лицензиями»
2	«Резервное копирование и восстановление данных»
3	«Требования к средствам антивирусной защиты»
4	«Защита от несанкционированного доступа к информации. Показатели защищенности от несанкционированного доступа к информации»
5	«Управление документируемой информацией внутреннего и внешнего происхождения»
6	«Управление системой электронного документооборота»
7	«Порядок предоставления пользователям прав доступа к информационным ресурсам»

вые направления через призму принципов менеджмента качества.

В табл. 1 представлены ключевые направления информационной поддержки процессов СМК предприятия.

Как видно из табл. 1, информационное обеспечение СМК предприятий неразрывно связано с составляющими информационных технологий и технологией моделирования, используемой для идентификации и описания процессов в области управления качеством предприятия. В соответствии с требованиями международного стандарта *ISO 9000:2015* «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» документируемая информация может быть любого формата и на любом носителе, она может быть получена из любого источника, а это означает, что управление процессами жизненного цикла в СМК может осуществляться в электронно-цифровой форме.

Необходимо подчеркнуть, что процессы информационного обеспечения СМК предприятия требуют формирования соответствующей процедурной базы, регламентирующей порядок. Сформированный нами перечень нормативных документов в исследуемой области представлен в табл. 2. Данный перечень документов не является исчерпывающим и может быть дополнен в зависимости от специфики деятельности предприятия, сложности его процессов и форм их взаимодействия с учетом требований, отраженных в ИСО/ТО 10013:2001 «Руководство по документированию СМК».

В качестве методологической основы при

формировании процедурной базы могут быть использованы положения ГОСТ Р 53624-2009 «Информационные технологии. Информационно-вычислительные системы. Программное обеспечение. Системы менеджмента качества. Требования», а также ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001-2006 «Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования».

Информационное обеспечение СМК предполагает реализацию следующих этапов формирования информационной среды.

1. Унификация данных, предусматривающая построение системы ведения хранилища производственных данных и формирование системы ведения нормативно-справочной информации.

2. Разработка унифицированной инфраструктуры для построения модели СМК предприятия «как есть» с последующей ее адаптацией к требуемой модели «как должно быть».

На рис. 1 представлена принципиальная модель сбора и обработки информации по результатам анализа функционирования СМК предприятия. Основой модели выступает база данных – информационно-поисковая система, позволяющая принимать управленческие решения на основе сбора фактических значений показателей функционирования ее процессов, а также выявленных рисков и отклонений по результатам проведения внутренних аудитов СМК [6].

3. Обеспечение информационной безопасности в процессах, использующих электронные документы, а также установление правил к спо-

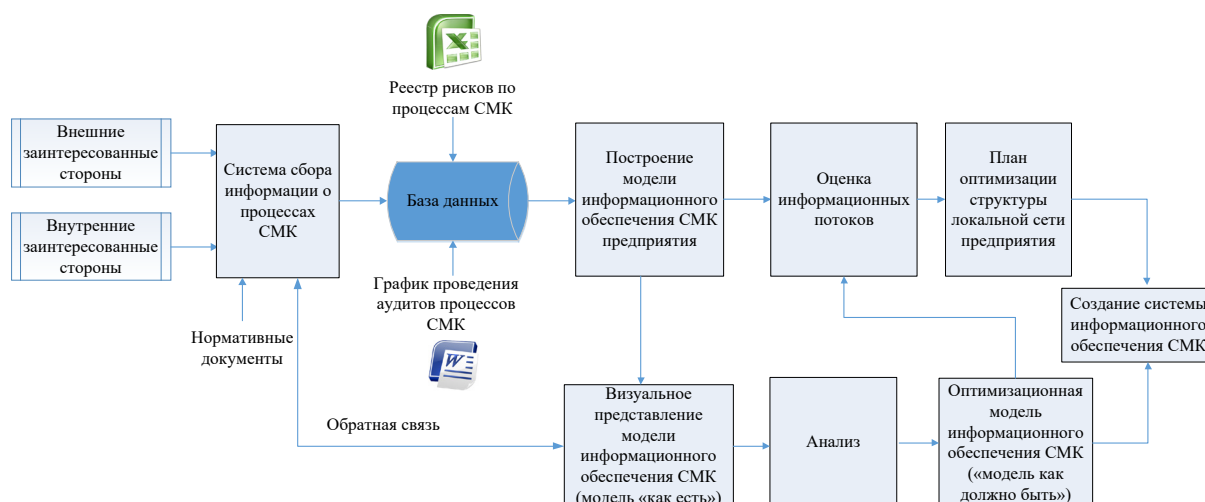


Рис. 1. Принципиальная модель сбора и обработки информации по результатам анализа функционирования СМК предприятия

собам обмена электронными документами.

4. Разработка базы данных, отражающая объекты информационного обеспечения для обработки полученной информации и ее представления в форматах, удобных для хранения и анализа.

5. Межуровневая интеграция сетей передачи данных для улучшения информационного обеспечения при реализации процессов СМК.

Таким образом, совершенствование инфор-

мационной поддержки СМК предприятия на основе стандартизации структурных элементов информационной среды позволит высшему руководству предприятия быть уверенным в том, что факторы, влияющие на качество процессов СМК и в конечном итоге на качество производимой продукции (оказываемых услуг), находятся под контролем, обеспечивая высокий уровень удовлетворенности потребителей и конкурентоспособности предприятия.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года».
2. Гродзенский, С.Я. Выбор PDM-системы для информационной поддержки СМК / С.Я. Гродзенский, Е.А. Калачева, В.П. Киселевич // Стандарты и качество. – 2015. – № 5. – С. 59–61.
3. Ведмидь, П.А. Цифровизация процессов СМК и управление жизненным циклом изделия / П.А. Ведмидь // Методы менеджмента качества. – 2021. – № 5. – С. 44–49.
4. Ведмидь, П.А. Сквозной подход к управлению качеством от проектирования до производства. Возможности нового решения Teamcenter Quality / П.А. Ведмидь // CAD/CAM/CAE Observer. – 2021. – № 3(143). – С. 26–29.
5. Шабанова, Д.Н. Особенности моделирования бизнес-процессов инжиниринговой компании нефтегазового комплекса в программе «Business Studio» / Д.Н. Шабанова, А.В. Александрова // В сборнике: Нефть и газ Западной Сибири. Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Косухина Анатолия Николаевича. – 2015. – С. 202–206.
6. Шабанова, Д.Н. К вопросу об управлении рисками процессов СМК / Д.Н. Шабанова, Л.М. Малука // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 8(122). – С. 79–84.

References

1. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 01.12.2016g no. 642 «O Strategii nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii do 2035 goda».
2. Grodzenskij, S.Ya. Vybory PDM-sistemy dlya informacionnoj podderzhki SMK / S.Ya. Grodzenskij, E.A. Kalacheva, V.P. Kiselevich // Standarty i kachestvo. – 2015. – № 5. – P. 59–61.
3. Vedmid, P.A. Cifrovizaciya processov SMK i upravlenie zhiznennym ciklom izdeliya / P.A. Vedmid // Metody menedzhmenta kachestva. – 2021. – No. 5. – P. 44–49.
4. Vedmid, P.A. Skvoznoj podhod k upravleniyu kachestvom ot proektirovaniya do proizvodstva. Vozmozhnosti novogo resheniya Teamcenter Quality / P.A. Vedmid // CAD/CAM/CAE Observer. – 2021. – No 3(143) – P. 26–29.
5. Shabanova, D.N. Osobennosti modelirovaniya biznes-processov inzhiniringovoj kompanii neftegazovogo kompleksa v programme «Business Studio» / D.N. Shabanova, A.V. Aleksandrova // V sbornike: Neft i gaz Zapadnoj Sibiri. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu so dnya rozhdeniya Kosuhina Anatoliya Nikolaevicha, 2015. – P. 202–206.
6. Shabanova, D.N. K voprosu ob upravlenii riskami processov SMK / D.N. Shabanova, L.M. Maluka // Nauka i biznes. – M. : TMBprint. – 2021. – No 8(122). – P. 79–84.

© Д.Н. Шабанова, Л.М. Малука, 2022

УДК 615.477.2

*БЕРРО СОМАР, А.Н. ТИМОФЕЕВ**ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет**Петра Великого», г. Санкт-Петербург*

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАНИПУЛЯЦИОННОЙ РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Ключевые слова: лица без кистей (ЛБК); микроманипулятор; протез руки; реабилитация; точные движения.

Аннотация. Целью данной работы является создание реабилитационной системы, позволяющей ЛБК интегрироваться в существующие производства либо организовывать индивидуальные предприятия по обслуживанию и ремонту приборов, офисной и бытовой техники. Система реабилитации была разработана в соответствии с концепцией, основанной на разделении процесса движения рабочего органа на фазы предварительного грубого и конечного точного движения. Для выполнения точных операций протез оснащен микроманипулятором с тремя степенями подвижности. Сформирована и исследована математическая модель движения рабочего органа протеза по одной из осей. В результате исследования установлено, что реабилитационная система стабильна и управляема.

Обзор рынка показал, что большинство производителей использует маркетинговую мысль в своих проектах [1], и это оправдано из-за высокой стоимости протеза. Поэтому ЛБК представляются дорогие протезы как реальная компенсация за ампутированную конечность. Это может повысить уровень неприятия или депрессии. Современные протезы и методы интерфейса все еще далеки от желаемого качества и могут рассматриваться лишь как инструмент, а не замена руки. Протезам не хватает функциональности точного движения. Более 40 мышц верхних конечностей контролируются мозгом для выполнения таких деликатных движений, как письмо и шитье [2]. Результаты исследования [3] показывают, что ни один из ис-

пытываемых с ампутацией трех и более пальцев не смог сохранить ту же работоспособность. Также более 50 % не смогли вернуться к работе. Необходим другой подход к созданию системы реабилитации, помогающей своим пользователям заниматься ручным трудом на уровне ведения домашнего хозяйства и увлечений. С целью предоставления ЛБК возможности выполнять операции повышенной точности предлагается манипуляционная реабилитационная система, включающая: протез, микроманипулятор, адаптивную опору, систему управления, дистанционно управляемый электрический инструмент. Эти составляющие элементы, кроме инструмента, могут быть интегрированы с протезом или выполнены в виде отдельных устройств с общим дистанционным управлением. Микроманипулятор перемещает инструмент относительно адаптивной опоры, опирающейся на стол или иные неподвижные объекты окружающей среды. Таким образом, воспроизводится функция перемещения инструмента кистью здорового человека.

Процесс перемещения инструмента разделяется на фазы предварительного грубого и конечного точного движения. На первой фазе ЛБК своей культей свободно переносит протез с инструментом к области целевого завершающего точного движения. На второй фазе протез с инструментом опирается на рабочий стол или иные окружающие предметы, инструмент с требуемой точностью медленно подводится к целевой точке. Например, хвостовик миниатюрного винта вводится в резьбовое отверстие собираемого прибора.

Для перемещения большинства видов инструментов с электроприводом, например, винтоверта, достаточно манипулятора с тремя степенями подвижности. На рис. 1 показана кинематическая схема реабилитационной си-

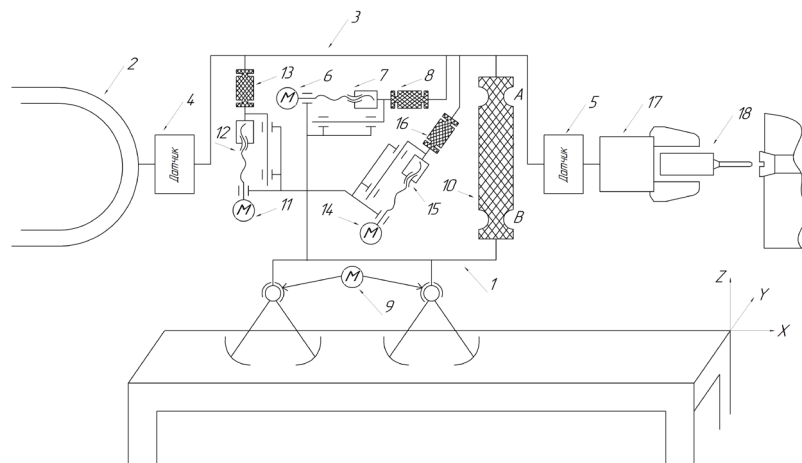


Рис. 1. Кинематическая схема манипуляторной реабилитационной системы, интегрированной с протезом

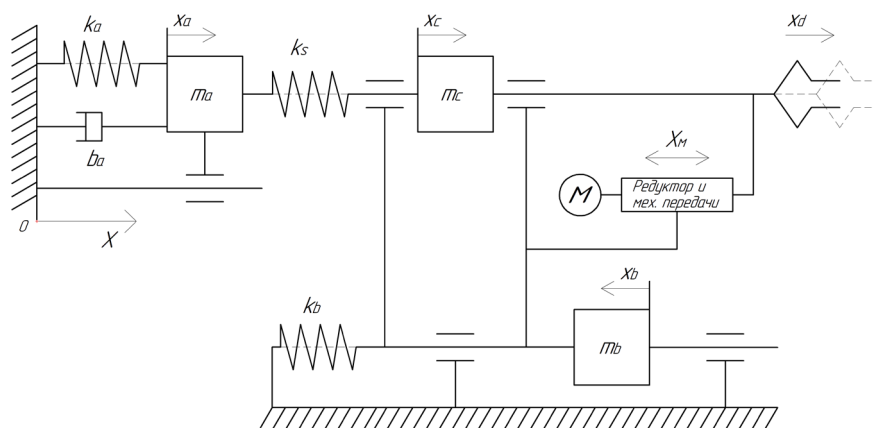


Рис. 2. Расчетная схема математической модели динамики реабилитационной системы

стемы, интегрированной с протезом. Относительно корпуса (1) адаптивной опоры микроманипулятор перемещает протез, включающий культеприемную гильзу (2) и корпус (3) с силомоментными датчиками (4) и (5), захватным устройством (17) со сменным электрическим инструментом (18). Корпус (3) протеза связан с адаптивной опорой (1) упругой подвеской (10). Микроманипулятор обеспечивает перемещение протеза вдоль оси X и качание относительно осей Y и Z . Приводы всех степеней подвижности подобны. Например, привод перемещения вдоль оси X содержит электродвигатель (6), винтовую передачу (7) и упругую развязку (8) между различными степенями подвижности. Привод качания относительно оси Y включает мотор (11), передачу (12) и упругую

развязку (13). Привод качания относительно оси Z образован мотором (14), передачей (15) и развязкой (16). Моторредуктор (9) обеспечивает фиксацию опускающихся под действием веса рычагов адаптивной опоры.

Сформирована математическая модель динамики подобной реабилитационной системы. Схема математической модели динамики степени подвижности по оси X приведена на рис. 2.

Рука ЛБК является неотъемлемой частью системы, представленной параметрами импеданса m_a , b_a и k_a , обозначающими массу, демпфирование и жесткость остаточной культи соответственно. Определить истинные значения параметров культи непросто, так как значения уникальны для каждого случая ЛБК. Поэтому их можно аппроксимировать по литературным

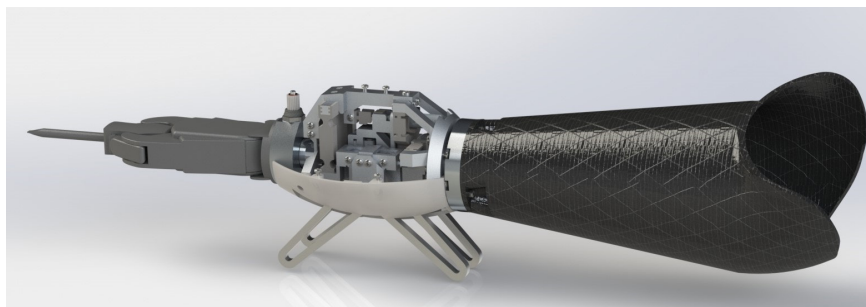


Рис. 3. Внешний вид реабилитационной системы

данным [4; 5]. Значение жесткости k_s зависит от типа датчика, расположенного между культеприемной гильзой и корпусом протеза; m_c – масса протеза, рабочего органа и инструмента; m_b – масса микроманипулятора и основания адаптивной опоры; k_b – жесткость адаптивной опоры. Значения масс m_a и m_b аппроксимированы из деталей 3D-дизайна (рис. 3) протеза.

Изменение положения рабочего органа X_d происходит из-за смещения выхода привода X_m . Передаточная функция положения органа:

$$H(s) = \frac{X_d(s)}{X_m(s)}; \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & m_a m_b m_b s^6 + b_a m_b m_b s^5 + \\ & + ((k_a + 2k_s) m_b m_b + 2k_b m_a m_b) s^4 + \\ & + 2b_a k_b m_b s^3 + \\ & + ((2k_a + 4k_s) k_b m_b + k_b k_b m_a) s^2 + \\ & + b_a k_b k_b s + k_a k_b k_b + 2k_s k_b k_b \\ H(s) = & \frac{(m_a m_b m_b + m_a m_c m_b) s^6 +}{(m_a m_b m_b + m_a m_c m_b) s^6 +} \\ & + (b_a m_b m_b + b_a m_c m_b) s^5 + \\ & + \left((k_a + 2k_s) m_b m_b + 2k_b m_a m_b + \right. \\ & \quad \left. + (k_a + k_s) m_c m_b + \right. \\ & \quad \left. + k_s m_a m_b + k_b m_a m_c \right) s^4 + \\ & + (2b_a k_b m_b + b_a k_s m_b + b_a k_b m_c) s^3 + \\ & + \left((2k_a + 4k_s) k_b m_b + \right. \\ & \quad \left. + k_a k_s m_b + k_b k_b m_a + \right. \\ & \quad \left. + (k_a + k_s) k_b m_c + k_s k_b m_a \right) s^2 + \\ & + (b_a k_b k_b + b_a k_s k_b) s + k_a k_b k_b + \\ & + 2k_s k_b k_b + k_a k_s k_b \end{aligned}$$

Передаточная функция $H(s)$ содержит только параметры механических элементов модели. Отклик системы (рис. 4) на ступенчатом входном сигнале помогает понять динамику модели при выборе различных элементов.

ЛБК может управлять подобной реабилитационной системой различным образом. Управление голосом или внешними педалями целесообразно для переключения между режимами работы, например, включения фиксации адаптивной опоры. Перемещение инструмента в пространстве таким образом неудобно. На приведенной кинематической схеме (рис. 1) ЛБК управляет микроманипулятором посредством силомоментного датчика, измеряющего воздействие культи на протез. Это же силовое воздействие деформирует адаптивную опору и всю конструкцию протеза. Степень негативного влияния таких деформаций на погрешность позиционирования зависит от соотношения жесткостей адаптивной опоры k_b и жесткости силомоментного датчика k_s . Жесткость существующих силомоментных датчиков [6] существенно превышает ожидаемую жесткость адаптивной опоры. Кардинально убрать влияние силового воздействия культи на протез можно за счет оперативного разрыва механической связи культеприемника с корпусом протеза, что в математической модели соответствует нулевой жесткости $k_s = 0$. А микроманипулятор ЛБК управляет смещением культи относительно культеприемника, измеряемым группой распределенных в пространстве бесконтактных датчиков, например, оптических. Однако в этом случае математическая модель показывает некоторое (на 10–20 %) увеличение погрешности, что отражает потерю демпфирующего влияния культи. Данный недостаток может быть устранен введением допол-

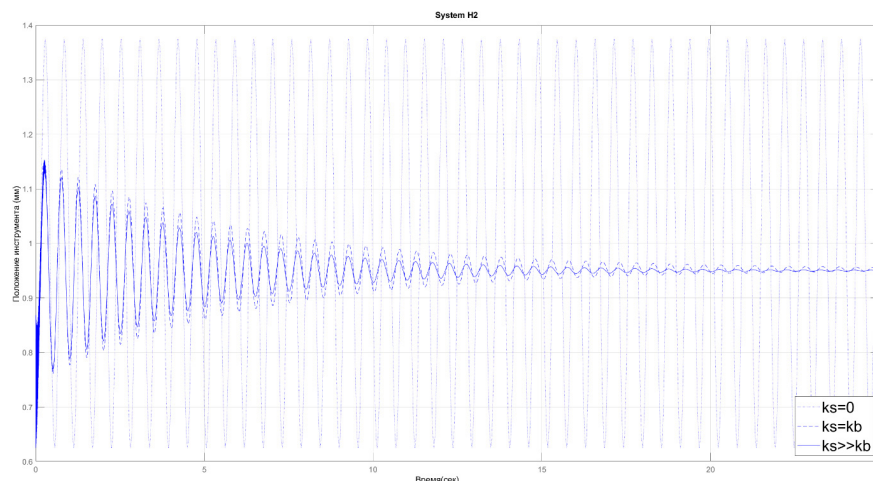


Рис. 4. Реакция движения рабочего органа на различные типы датчиков

нительных механических демпферов или коррекцией законов управления. Кроме того, потребуется дополнительный механизм управляемого соединения культеприемника с протезом для перемещения тяжелых объектов или интенсивного свободного движения вдали от зоны целевой операции с повышенной точностью.

Такие требования усложняют конструкцию и утяжеляют систему, делают более целесообразным использование силомоментного

датчика. В случае применения силомоментного датчика разница в эквивалентном значении жесткости датчика не оказывает большого влияния на положение инструмента.

В результате данная реабилитационная система устойчива с затухающим откликом, что свидетельствует об управляемости. Наиболее целесообразным представляется сочетание голосового управления с управлением от силомоментного датчика между гильзой и корпусом протеза.

Список литературы/References

1. Vujaklija, I. New developments in prosthetic arm systems / I. Vujaklija, F. Farina, O.C. Aszmann // *Orthopedic Research and Reviews*. – 2016. – No 8. – P. 31–39.
2. Clement, R.G.E. Bionic prosthetic hands: A review of present technology and future aspirations / R.G.E. Clement, K.E. Bugler, C.W. Oliver // *The surgeon*. – 2011. – No 9. – P. 336–340.
3. Burger, H. Partial hand amputation and work / H. Burger, T. Maver, C. Marincek // *Disability and Rehabilitation*. – 2007. – No 29(17). – P. 1317–1321.
4. Roth, N. Mechanical impedance control in the human arm while manually transporting an open-top fluid filled dish / N. Roth, R. Seliktar, J. Mizrahia // *Applied Bionics and Biomechanics*. – 2007. – No 8. – P. 429–440.
5. Fu, M.J. Human-Arm-and-Hand-Dynamic Model with Variability Analyses for a Stylus-Based Haptic Interface / M.J. Fu, M.C. Cavusoglu // *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*. – 2012. – Vol. 42. – No 6. – P. 1633–1644.
6. Chen, D. Design and calibration of a six-axis force/torque sensor with large measurement range used for the space manipulator / D. Chen, A. Song, A. Li // *Procedia Engineering*. – 2015. – No 99. – P. 1164–1170.

УДК 621.8.024.7

Е.А. РАКШИН, А.Ю. КОЛЕСНИКОВА, Л.В. ПОДКОЛЬЗИНА, А.Н. ТИМОФЕЕВ
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
Петра Великого», г. Санкт-Петербург

КООРДИНАЦИЯ РАБОТЫ МЕХАНИЗМОВ ЗАХВАТНО-СТЫКОВОЧНОГО УСТРОЙСТВА

Ключевые слова: кулачковый механизм; механизм стыковки; мехатроника; освоение Арктики; стыковочное устройство.

Аннотация. Целью исследования стали проблемы координации механизмов стыковки с манипулятором и рабочими органами мобильного робота для обслуживания труднодоступного оборудования в Арктических условиях. От одного привода обеспечивается работа захватного устройства и двух стыковочных механизмов. В связи с этим для координации работы выбран кулачковый механизм. Методом исследования стал синтез кинематики и проектирование конструкции захватно-стыковочного устройства. В результате работы построена модель устройства и написан автоматизированный алгоритм, рассчитывающий параметры изделия.

Арктика представляет собой местность с неблагоприятным климатом для постоянного присутствия человека. Запасы полезных ископаемых и биоразнообразие приводят к потребности проводить длительные и регулярные исследовательские экспедиции [2]. Невозможность обеспечения полноценного ремонта вышедшей из строя техники в таких условиях ограничивает ремонтпригодность Арктического оборудования. В таких случаях ремонт зачастую обеспечивается с помощью модульных взаимозаменяемых устройств. Актуальным является применение для таких задач автономных устройств, работающих без присутствия человека [3]. Таким образом, формируется тенденция к разработке унифицированных стандартов соединений по фланцам и прочим поверхностям [5].

Предлагается концепция мобильного робота, производящего мониторинг обслуживаемого оборудования, например, нефтеперерабатываю-

щих платформ, ретрансляционных вышек, метеостанций, газопроводов и т.п. Помимо этого, возможен ремонт в виде замены рабочих блоков [1]. Для таких целей перспективна разработка манипуляционной системы, оснащенной некоторым устройством для выполнения стыковки к сменным блокам и рабочим органам для снегоуборочных работ и сцепки с несущими платформами. Для усиления соединения предложена двухсторонняя стыковка, требующая определенной последовательности при соединении. Предлагается захватно-стыковочное устройство (ЗСУ), производящее как стыковку, так и захват некооперативных объектов. Применение одного привода накладывает требование на координацию работы стыковочных механизмов.

Стыковочные устройства, применяемые на планетах и станциях, работают по принципу соединения, работающего на разрушение (шарик, клин) [4]. Данное соединение имеет простую и отказоустойчивую кинематическую связь со стыковочным механизмом (СТМ). Для манипулирования тяжелыми объектами, такими как снегоуборочное оборудование, сменные ремонтные блоки, мобильные лаборатории, предлагается двухсторонняя стыковка. На манипуляторе закреплено ЗСУ. Сначала первый стыковочный механизм (рис. 1) соединяется с требуемым приспособлением, затем выполняется стыковка по второму механизму к основанию плечевого звена манипулятора с тремя степенями подвижности. Таким образом, обеспечивается возможность манипулирования в режиме активной подвески. В случае односторонней стыковки (негабаритное оборудование) или применения захватного устройства соединение с корневым шарниром не выполняется. Для двухсторонней стыковки требуется выполнить соединение по первому механизму, затем по второму. Форма кулачков предполагает фазы

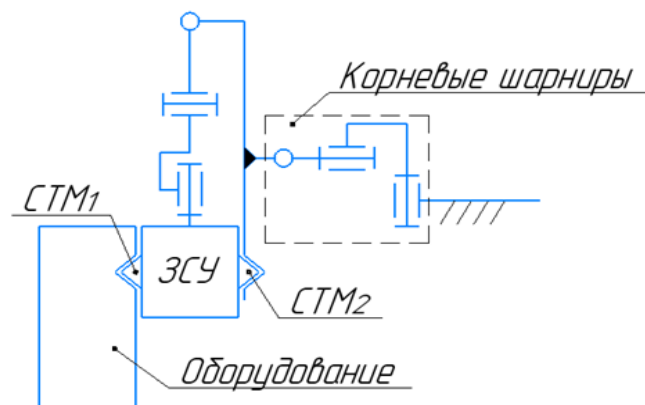


Рис. 1. Режимы работы ЗСУ и стыковочный механизм

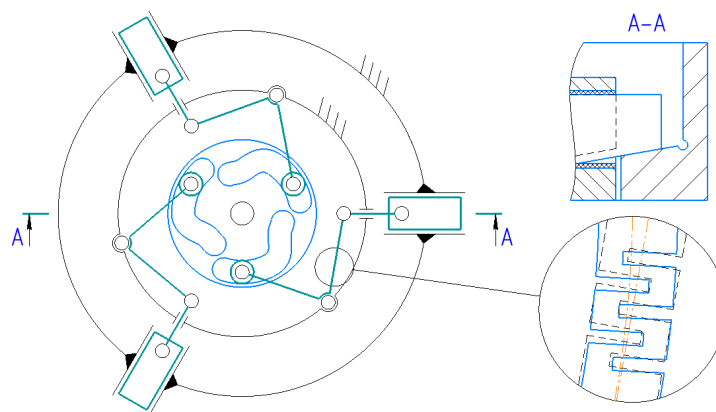


Рис. 2. Стыковочный механизм

выстоя и движения. Реверс привода обеспечивает отстыковку в обратном порядке.

Предложен механизм стыковки в виде клинового механизма (рис. 2). Элементы стыковочного агрегата выполнены с дозированной податливостью, что позволяет равномерно распределять нагрузку. Кривошипно-ползунный механизм с толкателем дополняется торцевым кулачком, управляющим движением клиньев. Таким образом, реализуется координация работы двух стыковочных агрегатов. На рис. 3 изображена совмещенная циклограмма работы стыковочных механизмов (СТМ₁, СТМ₂). Для выстоя и движения требуются два равных интервала или три характерные точки, обозначенные как φ_0 , φ_1 , φ_2 . Во избежание мягкого удара сглаживание между переходами выполняется с помощью наклонной синусоиды. Про-

изводные первого и второго порядка сигмоид, приведенные на сравнительном графике (рис. 4) показывают, что наклонная синусоида более успешно выполняет задачу сглаживания.

Захватное устройство (ЗУ) представляет собой параллелограммный схват с приводом винт-гайка (рис. 5). Для согласованной работы ЗУ и обоих СТМ предпочтительно смыкание пальцев схвата в момент окончания процесса стыковки. В таком случае не имеет значения, в каком режиме работает ЗСУ, что упрощает управление мобильного робота. На дополненной круговой циклограмме (рис. 6) указан запасной ход кулачков для смыкания пальцев схвата. По обеим сторонам циклограммы сделан отступ в 12 градусов для того, чтобы канавки не пересекались. Оставшаяся область де-

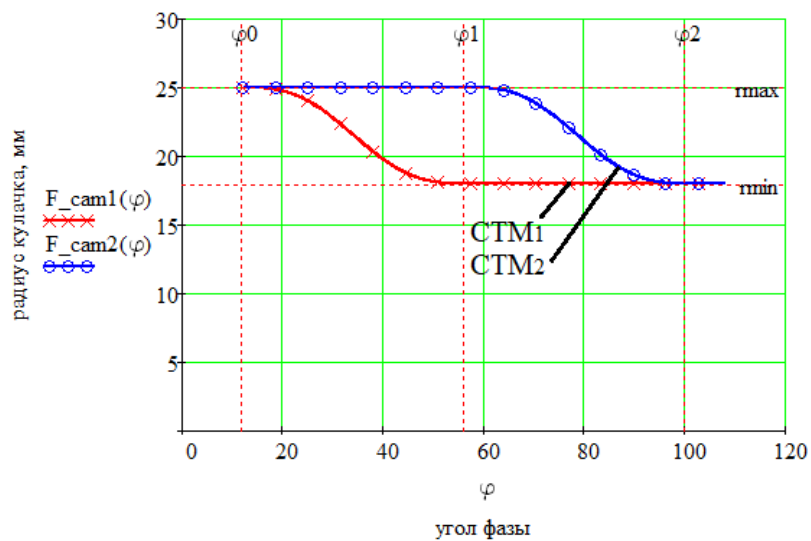


Рис. 3. Совмещенная циклограмма

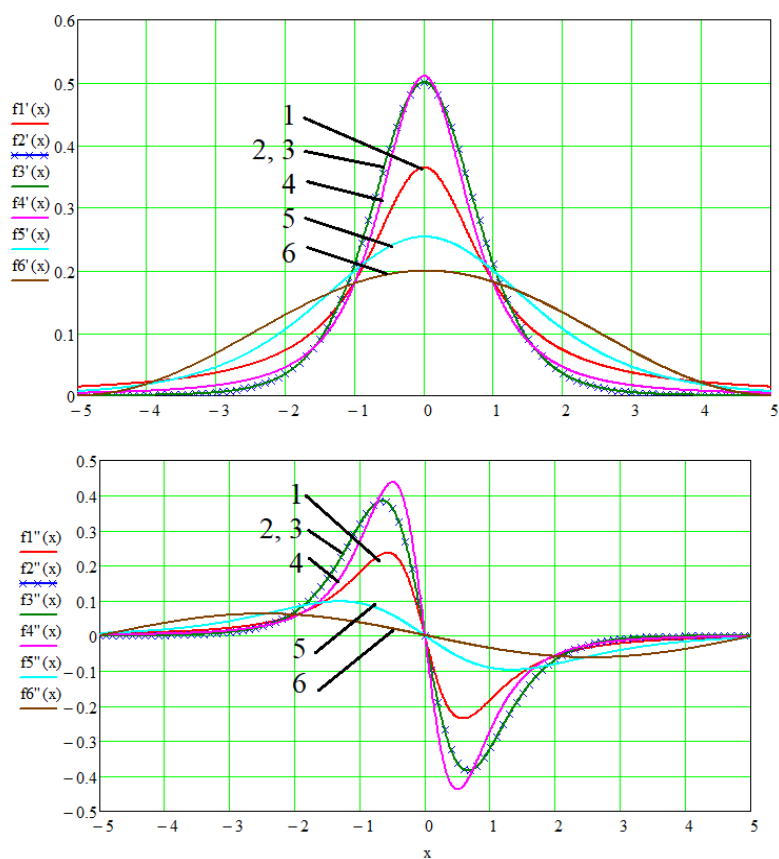


Рис. 4. Сравнение производных: 1 – арктангенс; 2 – экспоненциальная сигмоида; 3 – гиперболический тангенс; 4 – корневая сигмоида; 5 – логистическая функция; 6 – наклонная синусоида

лится на два равных угла для симметричности работы привода при отстыковке.

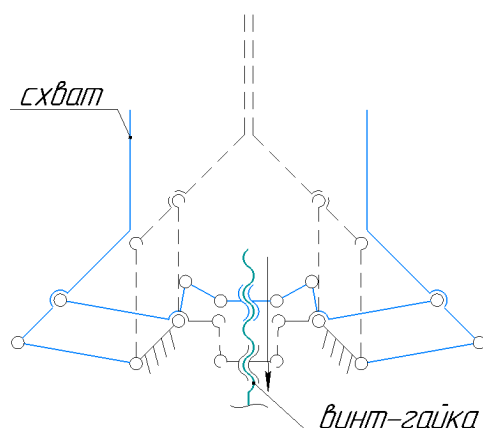


Рис. 5. Захватное устройство

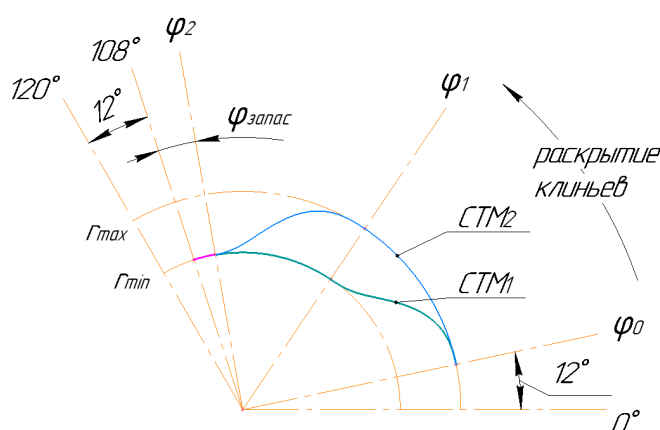


Рис. 6. Круговая циклограмма

Задаются значения углов фаз:

$$\varphi_0 = 12^\circ; \varphi_2 = 108^\circ - \varphi_{\text{запас}};$$

$$\varphi_1 = 60^\circ - \frac{1}{2} \varphi_{\text{запас}},$$

где значение $\varphi_{\text{запас}}$ выбирается из кинематики передаточных механизмов. Расчет выполняется с учетом скорости перемещения гайки ЗУ на определенное расстояние, обеспечивающее смыкание пальцев. В среде *MathCad* сформирована программа построения профильной поверхности торцевого кулачка. Вектор разбивается на дискретные значения и переносится в систему автоматизированного проектирования (САПР), в которой через выдавливание сплайна строится профиль кулачка. Спроектирована модель ЗСУ (рис. 7). Работа ЗУ и двух стыковоч-

ных механизмов согласована кинематикой передаточных механизмов. Предполагается, что для развития широкого парка мобильных роботов для исследования Арктики возможна постройка такого устройства с разными массогабаритными характеристиками. Данная задача легко реализуется автоматизированным алгоритмом, выполняющим подбор параметров кулачкового и передаточных механизмов, исходя из требований на входных данных программы.

Работа в экстремальных условиях подразумевает максимальную энергоэффективность, по причине чего устройство использует для работы всего один привод. Обеспечивается работа стыковочных механизмов и захватного устройства.

Предложена универсальная двухсторонняя схема стыковки, направленная на облегчение конструкции манипулятора. Двойная сцепка

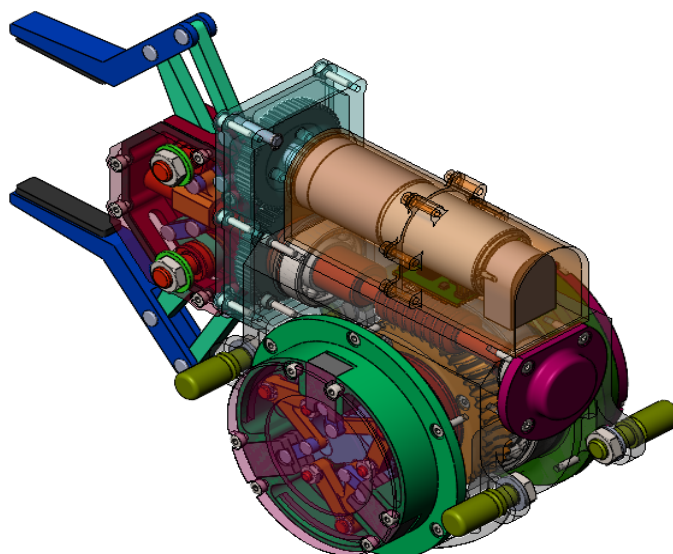


Рис. 7. Модель захватно-стыковочного устройства

предназначена для крупногабаритных элементов, таких как тяжелое снегоуборочное оборудование или сцепляемые платформы с полезным грузом.

Список литературы

1. Белоношко, П.И. Космическая робототехника: опыт и перспективы развития / П.И. Белоношко // Воздушно-космическая сфера. – 2018. – № 1. – С. 94.
2. Риски опасных природных явлений для урбанизированных пространств Арктической зоны России / В.Л. Бабурин, С.В. Бадина, М.Д. Горячк, С.П. Земцов // Природопользование в Арктике: современное состояние и перспективы развития. – 2015. – № 1. – С. 35–44.
3. Лопота, А.В. Концептуальные вопросы разработки роботизированных систем для поиска и спасения людей, терпящих бедствие, в условиях Арктики / А.В. Лопота, П.К. Шубин // Робототехника и техническая кибернетика. – 2018. – № 1. – С. 3–9.
4. Gelmi, R. Design of a compact tool exchange device for space robotis applications / R. Gelmi // Symposium on Advanced Space Technologies for Robotics and Automation. – 2018. – No 1. – P. 1–7.
5. McFatter J. NASA Docking System Block 1: NASA's New Direct Electric Docking System Supporting ISS and Future Human Space Exploration [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ntrs.nasa.gov/citations/20180004167>.

References

1. Belonozhko, P.I. Space robotics: experience and development prospects / P.I. Belonozhko // Aerospace sphere. – 2018. – № 1. – S. 94–93.
2. Risks of hazardous natural phenomena for urbanized territories of the Arctic zone of Russia / V.L. Baburim, S.V. Badina, M.D. Goryachk, S.P. Zemtsov// Nature management in the Arctic: current state and development prospects. – 2015. – № 1. – S. 35–44.
3. Lopota, A.V. Conceptual development issues of robotic systems for search and rescue of people

in distress in arctic conditions / A.V. Lopota, P.K. Shubin // Robotics and technical cybernetics. – 2018. – №. 1. – P. 3–9.

5. McFatter J. NASA Docking System Block 1: NASA's New Direct Electric Docking System Supporting ISS and Future Human Space Exploration [Electronic resource]. – Access mode : <https://ntrs.nasa.gov/citations/20180004167>.

© Е.А. Ракшин, А.Ю. Колесникова, Л.В. Подколызина, А.Н. Тимофеев, 2022

УДК 621.86.032

А.Н. ТИМОФЕЕВ¹, Е.А. РАКШИН¹, Н.В. ЗАРУЦКИЙ²

¹ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург;

²Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики, г. Санкт-Петербург

РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РЕМОНТА И МОНИТОРИНГА ТРУДНОДОСТУПНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ключевые слова: Арктика; колесно-шагающий движитель; манипулятор; мобильная робототехника; стыковка.

Аннотация. Целью работы является описание основных аспектов при создании автономных роботов для работы в Арктических условиях. Перспективные робототехнические системы (РТС) могут выполнять как исследовательские миссии, так и сложные операции манипулирования. Анализируются проблемы создания Арктической РТС (А-РТС) для обслуживания удаленного от мест проживания специалистов оборудования. Выдвигается гипотеза, что роботизация способна сократить частоту и длительность пребывания людей в неблагоприятных климатических зонах. В результате предлагается компоновка А-РТС с колесно-шагающей схемой ходовой части и многофункциональным манипулятором, реализующим автоматическую смену рабочих органов в экстремальных климатических условиях Арктики.

В Арктике перед роботизированными системами ставятся приоритетные задачи по облегчению труда человека в рутинных и тяжелых операциях, а также спасательные операции и ликвидация чрезвычайных ситуаций. Для решения поставленных задач требуется согласованное управление группой разнотипных роботов. Разбиение роботов по типам, обеспечивающим выполнение задач спасения в Арктике, описывается специфическими онтологиями для групп роботов-спасателей. [1; 2] В частности, могут потребоваться выполнение поиска и исследования территории, расчистка зоны нахождения пострадавшего, его перемещение в безопасное

место.

Аналогичные сценарии могут возникать и при обслуживании с помощью автономных роботов оборудования и сооружений, находящихся далеко от мест проживания специалистов и дорог с приемлемым уровнем проходимости. Это сходство делает задачи обслуживания идеальными для отработки элементов миссий по спасению.

Для обслуживания такого оборудования предпочтительными являются А-РТС. В некоторой труднодоступной зоне создается автономная база, в которой роботы ожидают очередную экспедицию в запаркованном состоянии, обеспечиваются электроэнергией и теплом. С подобных баз роботы в аварийном или регулярном порядке отправляются в экспедиции для выполнения заданий. Присутствие человека на базах ограничивается немногочисленными обслуживаниями несколько раз в году при смене сезонов. В остальное время А-РТС управляются оператором дистанционно с той или иной степенью автоматизации.

Роботизация обслуживания оборудования потенциально представляет интерес для различных труднодоступных объектов в Арктике, Сибири и горных местностях. В первую очередь это оборудование добычи полезных ископаемых, системы связи и газотрубопроводы. Помимо этого, обеспечивается мониторинг — визуальный осмотр объекта и измерения специальными приборами. Регламентное обслуживание роботом включает регулировку параметров оборудования, а также замену израсходованных ресурсов: электроэнергии, топлива, смазки и химических реагентов.

Учитывая ограниченность ремонтных работ в автономном режиме, возможна замена от-

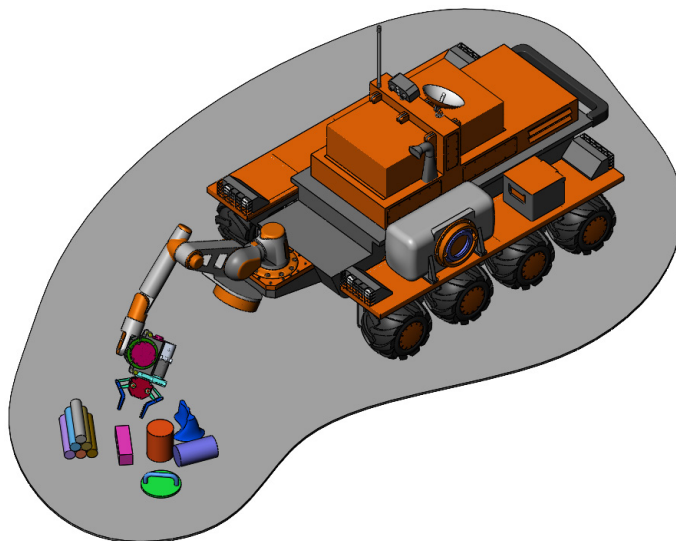


Рис. 1. А-РТС, вид в изометрии

дельных блоков и агрегатов, приспособленных для автоматической установки.

Все виды рассматриваемых задач включают общие требования по доступу к обслуживаемому оборудованию. Кроме перемещения А-РТС в зону проведения работ, необходимо иметь возможность устранения препятствия типа снежных заносов, грунтовых оползней, торосов. Приходится очищать оборудование от загрязнений, снега, льда и песка.

В Арктике на открытой местности снежный покров составляет в среднем 0,3–0,5 м [5]. Несмотря на это, в провалах, например, поймах рек или вблизи препятствий, в том числе обслуживаемого оборудования, возможны снежные заносы после метели, образующие толщу снега глубиной более метра. В межсезонные периоды, в особенности летом, встречаются насыщенные водой снежные или грунтовые зоны.

Ходовая часть А-РТС должна обладать повышенной проходимостью. Известные методы обеспечения экстремальной проходимости не всегда применимы для роботов данного назначения. Гусеничные движители подвержены опасности засорения. У вездеходов, масса которых составляет несколько тонн, на камерах сверхнизкого давления [3] диаметр колес достигает 1,5 м и более. Общие габариты этих колес сопоставимы с размерами колес тяжелого грузового транспорта. Для уменьшения габаритов ходовой части мобильного робота, размеры которого подобны легковому автомобилю, предлагается колесно-шагающий движитель

в виде мотор-колеса, установленный на рычагах, вращаемых дополнительными приводами [4]. Предлагается на каждом борту мобильной платформы разместить три-четыре колеса, установленных на параллелограммном механизме с общим приводом шагания (рис. 1).

Для уменьшения проваливания вглубь рыхлого снега или болотистой местности предлагается использовать дно корпуса в качестве опоры при перемещении. Поворотом кривошипов подвески меняется клиренс вплоть до опоры днища корпуса на снег или болотистый грунт. В зависимости от характера грунта кривошипным механизмом выбирается сила опор колес, оптимальная по критериям проходимости и экономичности перемещения мобильной платформы.

Для увеличения площади для укладки оборудования предлагается использовать верхнюю часть крыла подвижной части ходовой части. Таким образом, снижается центр тяжести мобильной платформы в режиме маршевого передвижения на колесах.

Мониторинг и обслуживание оборудования невозможны без оснащения сменными рабочими органами различного масштаба. К манипулируемым объектам относятся пробы грунта и снега, конструкции обслуживаемого оборудования, негабаритные инструменты. Самыми крупными объектами манипулирования являются отвалы и ковши для землеройных работ. Масса таких устройств предположительно составит около 20–30 кг.

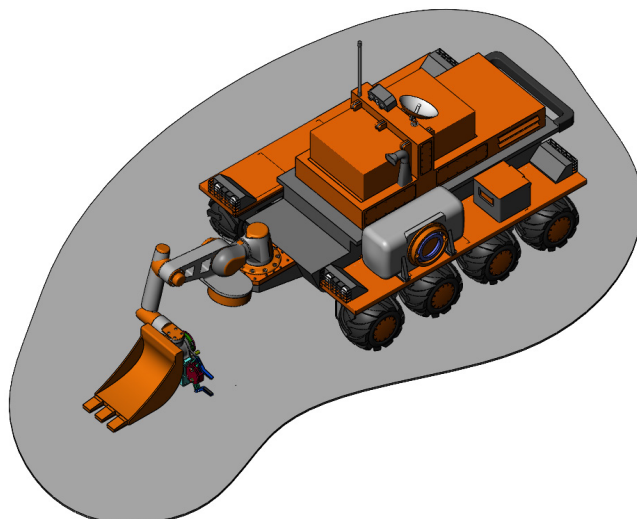


Рис. 2. Удерживание ковша на манипуляторе

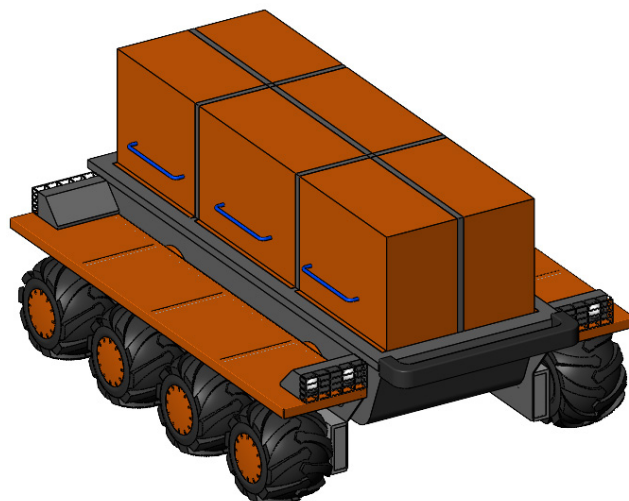


Рис. 3. Эскиз прицепа с полезной нагрузкой

Различие масс захватываемых предметов создает противоречивые требования для манипулятора. Устройство должно обладать высокой жесткостью и в то же время достаточной точностью (чувствительностью) манипулирования.

Манипулятор должен захватывать небольшие и крупные объекты, иногда в отдалении от центра тяжести со значительными опрокидывающими моментами (рис. 2). Традиционные захватные устройства не удовлетворяют этим требованиям. Фактически здесь необходим узел, сочетающий функции захватного и стыковочного устройств (ЗСУ). Данную проблему предполагается решать механизмом с общим приво-

дом и двумя различными рабочими элементами. Длинные узкие пальцы с большим ходом и относительно малым усилием предназначены для захвата и манипулирования мелкими предметами, а рабочие органы с малым ходом и большими усилиями удерживают крупное оборудование. Так как элементы стыковочных устройств входят во множество сменяемых объектов, то они должны быть просты, надежны, компактны и легки, иначе система вырождается.

В условиях Арктики высокая влажность в сочетании с низкими температурами покрывает ледяной коркой корпуса, шарниры, электронные компоненты. Некоторые измерительные

приборы и сменные электрифицированные инструменты могут потерять работоспособность при охлаждении. Возникает проблема организации на основании мобильной платформы ячеек хранения сменных рабочих органов, защищенных от переохлаждения. Необходимо постоянно или перед применением подогревать уязвимые к холоду элементы. Перспективно использовать теплообменники, максимально приближенные к потребителям горелок. Также могут подаваться горячие продукты сгорания, в том числе выхлопные газы дизель-генератора или тепло от выхлопных газов.

Так как применение обогревающих устройств в подвижных шарнирах манипулятора затруднительно, предлагается использовать авиационную смазку, вязкость которой остается низкой даже при отрицательных температурах. Значительное количество сменного оснащения трудно разместить на мобильной платформе. Предлагается ввести прицеп с пассивным или собственным приводом (рис. 3).

Полномасштабная А-РТС по существу яв-

ляется реконфигурируемой системой со множеством элементов, оперативно соединяемых различными образами. В связи с этим главной проблемой является создание надежных устройств автоматического соединения электрических коммуникаций в неблагоприятных Арктических условиях. Довольно сложным может оказаться решение задачи экономичного подогрева множества уязвимых к холоду зон на сменяемых рабочих органах.

Относительно небольшие габариты А-РТС требуют новых нетрадиционных решений проблем экономичного перемещения по труднопроходимой заснеженной и заболоченной местности.

А-РТС призваны уменьшить потребность длительного пребывания людей в неблагоприятных для проживания условиях и снизить затраты на эксплуатацию оборудования в труднодоступных зонах. Подобные задачи могут быть актуальны в различных отраслях, в том числе энергетике, связи, обороне и добыче полезных ископаемых.

Список литературы

1. Васильев, И.А. Управление группировкой спасательных роботов для работы в природно-климатических условиях Арктики / И.А. Васильев // Арктика: история и современность. – 2017. – № 1. – С. 226–234.
2. Kulichenko, A.D. et al 2020 IOP Conf. Ser.: Earth Environ.
3. Lyashenko, M.V. Analysis of Stresses in Elements of Hub Reduction Gear of TREKOL-39041 Off-road Vehicle Procedia Engineering / M.V. Lyashenko, A.P. Chebanenko, P.V. Potapov, 2017. – P. 1564–1569.
4. Malenkov, M.I. New design & layout solutions on aimed at the increase of the mobility and functional capabilities of the planetary rovers Bulletin of SFedU / M.I. Malenkov // Engineering Sciences. –2017. – P. 1–13.
5. Stephen, G.W. Snow Depth on Arctic Sea / G.W. Stephen // Ice Journal of Climate. – 1998. – No 12(6). – P. 1814–1829.

References

1. Vasiliev, I.A. Upravleniye gruppировкой spasatelnykh robotov dlya raboty v prirodnoklimaticheskikh usloviyakh Arktiki / I.A. Vasiliev // Robotics and Technical Cybernetics. – 2017. – № 1. – S. 226–234.

© А.Н. Тимофеев, Е.А. Ракшин, Н.В. Заруцкий, 2022

УДК 574.2

*И.М. БЕЛЕНЯ**ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва*

ИННОВАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В АРХИТЕКТУРЕ ФАСАДОВ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ. СОВРЕМЕННЫЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ

Ключевые слова: инновационные материалы; инновации; материалы фасадов; особенности восприятия; фасадные решения; школьные здания.

Аннотация. Целью статьи является выявление новых тенденций в проектировании фасадов школьных зданий как важнейшей составляющей формирования архитектурно-художественной среды объектов образования. Изменения в подходе к архитектурному проектированию школ в нашей стране продиктованы новыми требованиями к организации учебного процесса и к возможностям школьных зданий. Изменение архитектурно-планировочных требований способствует применению новых материалов в фасадах школ и образовательных центров. В проведенном анализе фасадных решений новых проектов школьных зданий уделено внимание характеристикам применяемых материалов и решений. Выявлены основные архитектурно-художественные приемы, характерные для каждого из решений. Рассмотрены возможности и перспективы дальнейшего развития применения инновационных материалов в архитектуре фасадов школьных зданий.

Последние десятилетия характеризуются изменением идеологии проектирования образовательных пространств. Изменения в образовательных технологиях требуют изменений в пространственной организации образовательных учреждений.

Значительные изменения происходят в типологии школьных зданий. Наряду с традици-

онным функциональным зонированием (классы, кабинеты, рекреации) появляются открытые многофункциональные рекреационно-образовательные пространства.

Одной из проблем в области организации среднего образования является дефицит мест и, соответственно, недостаток школьных зданий. Особенно это касается новых микрорайонов, где квартальная и точечная застройка новыми жилыми домами зачастую не обеспечивается в достаточной мере строительством школьных зданий.

Также одним из нерешенных вопросов является отказ от жесткой единой системы школьного образования. Это касается как содержания школьной программы, так и организации учебного процесса и форм проведения занятий.

Таким образом, существовавшие с советских времен школьные здания не вполне удовлетворяют современным запросам школьного образования. А количество вновь вводимых типовых школ недостаточно.

В новой жилой застройке не хватает учреждений спортивного и общественного характера для проведения досуга различных групп населения, прежде всего молодежи.

В связи со сложившейся ситуацией в отечественной практике строительства школьных зданий наметились некоторые тенденции решения выше обозначенных проблем: изменение планировочной структуры школ, усложнение объемно-планировочных решений, укрупнение школьных зданий и строительство образовательных комплексов, объединяющих функции дошкольных и школьных образовательных учреждений. Также общественные, физкультурно-оздоровительные и массово-



Рис. 1. Выделение крупного масштаба в фасадной композиции



Рис. 2. Сочетание панелей из стеклофибробетона и ригельного остекления

зрелищные функциональные зоны школьных комплексов становятся доступными для жителей микрорайона и восполняют их нехватку в качестве отдельных зданий.

Таким образом, появилось два пути развития проектирования школьных зданий: первый состоит в дальнейшем усовершенствовании и увеличении количества типовых проектов, второй связан с созданием индивидуальных проектов школьных зданий и комплексов, являющихся уникальными сооружениями.

Вызванные новыми требованиями изменения в объемно-планировочных решениях оказали большое влияние и на фасадные решения.

Изменились композиционные особенности фасадов, появились более активное использова-

ние ритма за счет сложности объемов и увеличения плоскостей остекления, активное использование фасадного ригельного остекления.

В проекте здания Хорошкола использован целый спектр инновационных решений и материалов. Ригельные витражные конструкции на всю высоту здания чередуются с поверхностями из стеклофибробетона. Проветривание в школе осуществляется за счет использования витражного остекления, в оконные блоки вставлены щелевые клапаны увеличенной высоты: 3,6 м для окон высотой 4 м. Окна изготовлены компанией *Schuko* по заказу компании «Крост». Разнообразие цветовых решений, большее количество остекления, чередование глухих частей и остекления имеют сложный ритм.

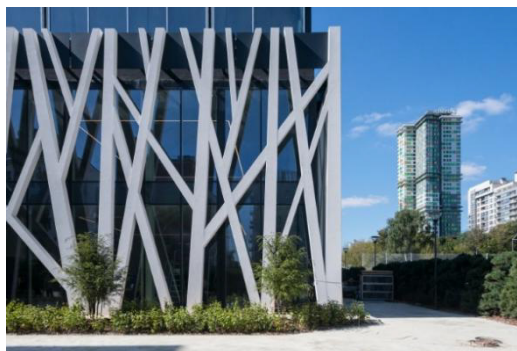


Рис. 3. Выделение крупного масштаба нетиповыми элементами. Облицовка экологическими плитами в форме ажурных бетонных решеток. Хорошкола» в Хорошево-Мневниках, Москва, архитекторы «А-проект»



Рис. 4. Школа в Барышах, проектная мастерская «Точка сборки»

Архитектурно-художественная выразительность экологических модулей может быть достигнута за счет применения более полного спектра изделий или частей здания, призванных разнообразить пластику отдельных элементов взаимным расположением, формой и группировкой, в том числе летних помещений с выделением объемов вертикальных коммуникационных помещений, создающих ритм членений фасада. Важно также использование приемов чередования глухих и светопрозрачных стен и других поверхностей здания.

Одним из важных факторов в создании архитектурных композиций вновь проектируемых зданий является правильно заданный масштаб, который должен соответствовать окружающей застройке, ландшафту прилегающей территории.

Важным аспектом является восприятие архитектурных композиций школьных зданий с разных дистанций.

Если говорить о дальних дистанциях, здесь

наиболее характерно восприятие крупного масштаба композиций фасадов, объединяющих несколько этажей. Школьные здания зачастую выполняют роль малой доминанты, разбавляя многоэтажную жилую застройку и создавая новый центр внимания.

К нетиповым средствам создания архитектурных композиций крупного и среднего масштаба относится создание крупных цветовых акцентов с помощью штучных фасадных элементов, в частности панели различной формы на основе бетонов.

В здании Хорошколы крупный и средний масштабы создаются рисунком раскладки стеклофибробетонных плит. Крупные цветовые пятна объединяют фрагмент фасада высотой до трех этажей (рис. 1–2).

Использование экологических плит в форме ажурных бетонных решеток также можно отнести к средствам создания крупного масштаба. В зданиях Хорошколы, а также в проекте школы в Барышах, прообразом рисунка решеток яви-



Рис. 5. Пример горизонтальных членений



Рис. 6. Общеобразовательная школа на 275 мест в Домодедово. Бюро *ASADOV*

лись стволы деревьев. Были разработаны специальные системы крепления деталей. При разработке системы крепления требовалось учесть близкое расположение системы перед большой плоскостью витража. Была предусмотрена возможность обслуживания витража и его замены. Элементы экологических плит оштукатурены и окрашены (рис. 3–4).

При нахождении на средних и ближних дистанциях наиболее активно работают средний и малый масштабы архитектурных композиций зданий. Средняя этажность школьных зданий, как правило, составляет 4–5 этажей. Именно при такой этажности средний масштаб является одним из наиболее значимых с точки зрения восприятия. Для среднего масштаба характерно выделение элементов структуры фасада, соотносимых с высотой этажа. А образным модулем является высота этажа.

Наиболее характерными приемами служат ритмичное повторение элементов, решетчатые

структуры.

Для традиционных школьных зданий являлось характерным преобладание горизонтальных или вертикальных членений элементов, формирующих композиции фасадов. Как правило, основными инструментами создания горизонтальных членений являются форма и характер разрезки окон и разрезка регулярных элементов облицовки на фасаде.

Выделение горизонтальных и вертикальных полос может быть реализовано за счет использования типовых фасадных материалов, таких как бетонные плиты, керамические плиты, алюминиевые панели.

В проекте общеобразовательной школы на 275 мест в Домодедово применили алюминиевые кассеты. Одной из причин выбора данного материала явились жесткие противопожарные нормы. Данный материал относится к типу малогорючих.

Использование широких цветовых воз-



Рис. 7. Примеры вертикальных членений. Школа в ЖК «Новая Рига». *GAF Architects*



Рис. 8. Школа № 2070 в Коммунарке. Архитекторы компании «А101». Школа в составе ЖК «Лучи». Проектная мастерская «Точка сборки»

возможностей кассет способствовало созданию интересной композиции со спокойными, сдержанными тонами: серый и белый, салатовый и желтый (рис. 5–6).

Рассмотрим другие примеры выявления среднего масштаба.

Школа в составе ЖК «Новая Рига» пока не реализована и имеет статус проекта, композиция сформирована из нескольких трехэтажных объемов. В основе фасадных решений лежит сочетание фактур, каждая из которых выделяет отдельную часть здания. В отделке использованы: клинкерная плитка, фасадная штукатурка, керамогранитные панели (рис. 7).

Школа в составе ЖК «Лучи» имеет четко выраженные вертикальные членения на фасаде. Разноцветные цементные вертикальные панели, создающие характерный ритм по вертикали, чередуются с темными более протяженными простенками с оконными проемами. В данном случае удалось создать композицию с использованием довольно простых материалов с узнаваемой, но не яркой и не слишком кричащей от-

делкой (рис. 8).

Отчасти тенденция выделения горизонтальных и вертикальных членений как основного композиционного приема создания композиций фасадов школ позаимствована из архитектуры общественных зданий различного назначения. В этих зданиях уже достаточно давно используются навесные фасады с штучными материалами. Большие возможности для этого предоставляют ригельные фасадные системы с сочетанием светопрозрачных и глухих элементов заполнения, при этом может быть использован большой спектр материалов.

В последнее время в архитектуре школьных зданий наметилась тенденция со сложным ритмом фасадных членений, сочетающим в себе вертикальные и горизонтальные членения. Примерами решений служат такие композиционные приемы, как эффект «пляшущих окон» и случайно смещенных по отношению друг к другу фасадных пятен среднего и малого масштабов. Эти архитектурные приемы также способствуют раскрытию потенциала использования



Рис. 9. Примеры фасадов школ со сложным ритмом вертикальных и горизонтальных членений. Создание малого масштаба. Детский образовательный центр «Хорошевская прогимназия». Авторский коллектив «А-Проект»: А. Дмитриев, Ю. Солдатенкова, К. Назарян



Рис. 10. *AYB School* в Ереване. Архитекторы *Storaket Architectural Studio*

штучных фасадных материалов. Большинство из перечисленных композиционных приемов может относиться к средствам создания малого масштаба.

Малый масштаб создается мелкими членениями, меньшими по размеру, чем высота этажа.

Рассмотрим примеры выявления малого масштаба.

Для Детского образовательного центра «Хорошевская прогимназия» элементами формирования малого масштаба композиции фасада служат разноцветные оконные рамы и наличники, также рисунок облицовки фасада из плитки. Основная плоскость фасада имеет полосатый рисунок и выполнена из плитки с добавлением

бетонных смесей с фактурой «под бетон» в серой цветовой гамме (рис. 9).

Одним из способов создания элементов малого масштаба является выделение фасадного решения первых этажей. В проекте *AYB School* в Ереване цоколь выделен как отдельный объем и имеет отделку темным камнем. В верхнем объеме здания витражное остекление служит фоном и объединяет элементы композиции фасада: сложный ритм вертикальных элементов оштукатуренных простенков поддерживается навесными объемами коробчатой формы, частично выдвинутыми из плоскости фасада и выполненными в том же материале (рис. 10).

Ранее упоминалось, что строительство школ по индивидуальным проектам становится



Рис. 11. Примеры индивидуальных решений



Рис. 12. Образовательный центр Школы сотрудничества на Таганке. Архитекторы
Архитектурное бюро *ASADOV* 2017–2019/2019–2020

перспективным направлением и получает все большее распространение.

Именно фасадные решения являются одним из главных средств придания зданию индивидуального образа. Рассмотрим примеры применения индивидуальных художественных изделий.

Компактный объем здания Образовательного центра Школы сотрудничества на Таганке решен снаружи с использованием различных контрастных материалов. Основные из них – золотисто-рыжеватые алюминиевые панели в нижней части, рельефный полосатый стеклофибробетон, он соседствует со стеклянной стеной спортзала и столовой. Наиболее эффектная часть фасада – это кружевной рисунок фибробетонных панелей белого цвета, он обозначает на фасаде вход в корпус. Сквозной рисунок стилизованно имитирует ветви деревьев, буквы и цифры (рис. 11, рис. 12).

С учетом вышесказанного можно сделать вывод о том, что технологические возможности производства материалов позволяют изготавливать индивидуальные изделия «под проект» со своими типоразмерами и вариантами финишной отделки.

В современной практике проектирования фасадов школьных зданий все большее распространение получает практика использования штучных материалов облицовки фасадов: металлические панели, асбестовая плитка, сэндвич панели.

Новые возможности позволяют создавать индивидуальные изделия, разнообразить композиции фасадов дополнительными членениями среднего и мелкого уровней как по вертикали, так и по горизонтали. Производственные особенности новых материалов не ограничивают возможностей создания ритмического ряда.

Таким образом, фасады типовых зданий могут быть уникальными.

Обзор выявленных материалов, ранее не имевших такого широкого применения на

фасадах школьных зданий, раскрыл большой потенциал как с точки зрения технологичности, так и в плане художественного потенциала.

Список литературы

1. Беленя, И.М. Использование инновационных материалов во внешнем облике зданий и сооружений / И.М. Беленя // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 2(116). – С. 29.
2. Архи.Ру, Школа жизни [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://archi.ru/russia/78875/shkola-zhizni>.
3. Архи.Ру, Большая маленькая победа [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://archi.ru/russia/85762/bolshaya-malenkaya-pobeda>.
4. Архи.Ру, Школа в Барышах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://archi.ru/projects/russia/16857/shkola-v-baryshakh>.
5. Архи.Ру, Школа в составе ЖК «Новая Рига» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://archi.ru/projects/russia/17198/shkola-v-sostave-zhk-novaya-riga>.
6. Архи.Ру, Бетон и солнце – дизайн средней школы в Ереване от мастерской Storaket [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://pragmatika.media/ru/project/beton-i-solnce-dizajn-srednej-shkoly-v-erevane-ot-masterskoj-storaket>.
7. Архи.Ру, Образовательный центр Школы сотрудничества на Таганке [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://archi.ru/projects/russia/17120/obrazovatelnyi-centr-shkoly-sotrudnichestva-na-taganke>.

References

1. Belenya, I.M. The use of innovation materials in the appearance of buildings and structures / I.M. Belenya // Science and business: development ways. – M. : TMBprint. – 2021. – № 2(116). – S. 29.
2. Archi.ru, Shkola zhizni [Electronic resource]. – Access mode : <https://archi.ru/russia/78875/shkola-zhizni>.
3. Archi.ru, Bolshaya malenkaya pobeda [Electronic resource]. – Access mode : <https://archi.ru/russia/85762/bolshaya-malenkaya-pobeda>.
4. Archi.ru, Shkola v Baryshakh [Electronic resource]. – Access mode : <https://archi.ru/projects/russia/16857/shkola-v-baryshakh>.
5. Archi.ru, Shkola v sostave ZHK “Novaya Riga” [Electronic resource]. – Access mode : <https://archi.ru/projects/russia/17198/shkola-v-sostave-zhk-novaya-riga>.
6. Archi.ru, Beton i solnce dizajn srednej shkoly v Erevane ot masterskoj Storaket [Electronic resource]. – Access mode : <https://pragmatika.media/ru/project/beton-i-solnce-dizajn-srednej-shkoly-v-erevane-ot-masterskoj-storaket>.
7. Archi.ru, Obrazovatelnyi centr shkoly sotrudnichestva na Taganke [Electronic resource]. – Access mode : <https://archi.ru/projects/russia/17120/obrazovatelnyi-centr-shkoly-sotrudnichestva-na-taganke>.

© И.М. Беленя, 2022

УДК 338

В.Г. БЕЛОМЕСТНОВ¹, Л.Н. МАНШЕЕВА¹, И.В. БЕЛОМЕСТНОВ², И.Ж. ДАМБАЕВА¹

¹ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», г. Улан-Удэ;

²ФГКУ Росгранстрой, г. Москва

АДАПТАЦИЯ БИЗНЕС-МОДЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ К ИННОВАЦИОННЫМ ИЗМЕНЕНИЯМ В УСЛОВИЯХ РИСКОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Ключевые слова: адаптация; бизнес-модель; инновационные изменения; цифровая трансформация; экономическая безопасность.

Аннотация. Цель работы заключается в рассмотрении проблем адаптации бизнес-модели предприятия к инновационным изменениям в условиях рисков экономической безопасности.

В качестве гипотезы исследования принято то, что бизнес-модель предприятия формирует внутренние и внешние экономические отношения в открытой системе организации, устанавливая принципы и правила поведения компании на рынке.

Задачи статьи: рассмотрение подходов к формированию бизнес-модели предприятия; рассмотрение основных этапов формирования бизнес-модели; рассмотрение основных подходов к разработке бизнес-модели.

Результатом работы является то, что предложенные этапы и подходы к разработке бизнес-модели позволяют обеспечить ее адаптацию к инновационным изменениям в условиях рисков экономической безопасности, в том числе цифровой трансформации.

Ключевым условием обеспечения экономической безопасности деятельности предприятий в условиях высоких рисков являются темпы внедрения инноваций.

Недостаточно высокие темпы внедрения инноваций обусловлены сложившейся практикой инновационного менеджмента, в том числе консерватизмом и поиском экономической выгоды; отсутствием собственных кре-

ативных идей; отсутствием подразделений, занимающихся разработкой инноваций и такого функционала в целом; отсутствием или неэффективностью системы поиска и трансфера инноваций извне; инновационными ошибками и тупиками, а также излишними финансовыми временными ресурсами, затраченными на них; вовлечением в нерациональную инновационную конкуренцию; неэкономическими интересами субъектов; низкой рентабельностью и непривлекательностью инновационных проектов и другими факторами.

Эти проблемы возникают как результат деятельности конкретных менеджеров и как результат сформированной на предприятии бизнес-модели.

Ряд зарубежных исследователей, таких как Майкл Портер [5], Питер Друкер [6] и др., рассматривает бизнес-модель как организационный механизм реализации стратегий.

Такие авторы, как Майкл Льюис [3] и Джованни Магretta [4], рассматривают бизнес-модель как механизм, обеспечивающий процессы достижения финансового результата – прибыли от продаж.

Структурный подход к формированию бизнес-модели использовал Александр Остервальдер [1], включая в нее ресурсы и процессы экономической деятельности.

Некоторым недостатком существующих подходов к формированию бизнес-модели компании является достаточно узкий круг внешних субъектов, заинтересованных в результатах и фактически в определенной мере участвующих в деятельности компании.

Таким образом, можно считать, что бизнес-модель является важной составляющей систе-

мы стратегического управления организаций.

По мнению авторов, основными этапами формирования бизнес-модели являются:

- исследование, анализ и систематизация всех бизнес-процессов, влияющих на цепочку формирования ценности;
- формулирование целей, принципов и приоритетов деятельности компании;
- создание внутренней организационной структуры и коммуникаций;
- создание внешней организационной структуры и коммуникаций;
- формирование ключевых показателей эффективности бизнес-модели;
- организация деятельности, контроль управленческих решений, оценка эффективности и корректировка бизнес-модели, в том числе адаптация к рискам.

Ключевые процессы в современной бизнес-модели компании включают в себя:

- обеспечение инновационного технологического и экономического развития;
- обеспечение социально-экономической ответственности и вовлеченности в экосистему региона;
- обеспечение преактивного планирования устойчивого развития.

Бизнес-модель предприятия в настоящее время формируется на основе взаимодействия цепочки производства с другими технологическими, экономическими и социальными цепочками, затрагивающими деятельность предприятия, что позволяет говорить о сети формирования ценностей компании.

Бизнес-модель, по мнению авторов, формирует внутренние и внешние экономические

отношения в открытой системе организации, устанавливая принципы и правила поведения компании на рынке.

Существует несколько основных подходов к формированию бизнес-модели предприятия.

1. Во-первых, с позиции формирования корпоративной политики, в том числе экономической политики компании, затрагивающей активы, кадры, затраты, цены и качество; функциональной политики компании, затрагивающей инвестиционные, информационные, интеграционные, институциональные и диверсификационные процессы; инновационной политики; политики ответственности бизнеса и коммуникаций с стейкхолдерами.

2. Инфраструктурный подход предполагает развитие бизнес-модели с позиции обеспечения деятельности услугами внутренней и внешней инфраструктуры.

3. Экосистемный подход рассматривает развитие по следующим направлениям: экономическое развитие компании; развитие бизнес-среды; развитие инновационной среды; развитие среды ответственности [2].

Важным моментом формирования новой бизнес-модели в современной экономике является цифровая трансформация. Цифровая трансформация затрагивает инфраструктурные, производственно-технологические, организационно-экономические, финансовые и социальные аспекты и полностью комплексно охватывает как внутреннюю систему предприятия, так и его связи с внешней средой, включая в цифровую экосистему предприятий всех стейкхолдеров развития.

Список литературы

1. Остервальдер, А. Построение бизнес-моделей: Настольная книга стратега и новатора / Ю.Н. Караулов, В.В. Леденева. – М. : Альпина Паблишер, 2012. – 288 с.
2. Дамбаева И.Ж. Экономическая политика горнодобывающей компании в современных условиях // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 2(116). – С. 116–118.
3. Льюис, М. Новейшая новинка. История Силиконовой долины = The New New Thing: A Silicon Valley Story / М. Льюис. – М. : Олимп-Бизнес, 2004. – 384 с.
4. Magretta, J. Why business models matter / J. Magretta // Harvard Business Review. – 2002. – № 5(80). – P. 86–92.
5. Porter, M. The Five Competitive Forces that Shape Strategy / Michael E. Porter // Harvard Business Review. – 2008. – № 1(86). – P. 79–93.
6. Peter, F. Drucker. The Theory of the Business / F. Peter // Harvard Business Review Classic, 2017. – 80 p.

References

1. Osterwalder, A. Building business models: A handbook for a strategist and innovator / Yu.N. Karaulov, V.V. Ledeneva. – М. : Alpina Publisher, 2012. – 288 p.
2. Dambaeva, I.Zh. Economic policy of a mining company in modern conditions / I.Zh. Dambaeva // Science and business: ways of development. – 2021. – No 2(116). – P. 116–118.
3. Lewis, M. The latest novelty. History of Silicon Valley = The New New Thing: A Silicon Valley Story / M. Lewis. – М. : Olymp-Business, 2004. – 384 p.

© В.Г. Беломестнов, Л.Н. Маншеева, И.В. Беломестнов, И.Ж. Дамбаева, 2022

УДК 338.47

К.Л. ДЕНЕЖКИНА, Е.В. РАДКОВСКАЯ

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

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ НА РЫНКЕ АВИАПЕРЕВОЗОК

Ключевые слова: авиаперевозки; авиапромышленность; аэропорты; гражданская авиация; импортозамещение; пандемия; санкции; услуги аэропорта.

Аннотация. В результате исследования выявлено, что рынок авиаперевозок России на современном этапе подвержен влиянию множества негативных факторов – от высокой импортозависимости авиапрома до пандемии COVID-19 и зарубежных санкций, что требует от авиаотрасли переориентации на новые методы и направления развития.

Для любой страны, ставящей целью динамичное устойчивое развитие, транспортная инфраструктура является предметом первостепенного внимания. Неслучайно именно создание сети новых и расширение имеющихся транспортных магистралей, повлекшее развитие и модернизацию всех сопутствующих производств (от дорожно-ремонтных до автомобилестроительных и обслуживающих) стало ключевым фактором выхода многих западных стран из кризиса в период Великой депрессии.

Авиационная отрасль, неизменно со времени своего становления наращивающая долю участия как в общем объеме перевозок, так и в создании внутреннего валового продукта (ВВП), заслуживает самого пристального изучения со стороны ученых, при этом не только технических, но и экономических направлений, в задачу которых входит разработка и реализация программы развития отрасли с учетом ее специфики, обусловленной целым рядом факторов. К числу таких факторов относятся увеличенный по сравнению с другими видами транспорта объем начальных капитальных вложений при создании каждого локального авиаузла, что окупается, однако, расшире-

нием возможностей перевозки людей и грузов без необходимости строительства дорог большой протяженности, что особенно актуально для малоосвоенных и малодоступных территорий.

О том, что развитие авиастроения и смежных производств, обладающих компетенциями по строительству, и, соответственно, дальнейшей продуктивной эксплуатации современных конкурентоспособных самолетов является исключительным государственным приоритетом, 31.01.2022 г. заявил Председатель Правительства РФ М. Мишустин, подчеркнув, что задача развития авиаотрасли поставлена Президентом РФ В. Путиным, в частности, для обеспечения стабильной связи со всеми территориями нашей большой страны. В связи с этим М. Мишустин было подписано распоряжение о выделении дополнительного финансирования из федерального бюджета ключевых проектов в сфере авиационной промышленности [1].

Для России с учетом размеров территории и специфического, сложного в плане транспортной доступности, географического положения отдельных регионов надежное авиасообщение приобретает особое значение [3; 4].

Необходимо отметить, однако, что российский авиапром в настоящее время ориентирован в большей мере на производство продукции военного, нежели гражданского назначения. Так, по итогам 2020 г. из всех поставленных на внутренний и внешний рынки предприятиями-участниками государственной программы РФ «Развитие авиационной промышленности» лишь 20 % самолетов и 46 % вертолетов предназначены для гражданского использования. Высокая стоимость гражданской авиапродукции, обусловленная, в частности, низкой серийностью ее выпуска, приводит к довольно низкой рентабельности и, соответственно, пониженной

конкурентоспособности отечественной продукции гражданского авиастроения.

Сложившаяся ситуация требует не только интенсификации усилий, направленных на повышение конкурентоспособности отрасли, но и, возможно, изменения отдельных аспектов работы. Говоря, в частности, о сфере гражданской авиации, нужно иметь в виду не только непосредственно транспортную составляющую, включающую в себя линейку пассажирских и грузовых самолетов, но и службы, обеспечивающие бесперебойное и эффективное функционирование отрасли, поскольку лишь согласованная совместная работа всех служб и достаточно высокий уровень их технического оснащения и организации могут привести к необходимым результатам. Работа по обеспечению корректного, рентабельного функционирования гражданской, в частности пассажирской, авиации может рассматриваться как совокупное функционирование двух укрупненных блоков, один из которых отвечает за обеспечение авиационной составляющей, а второй – за наземные службы, в числе которых одна из важнейших и наиболее приближенных к населению – деятельность аэропортов и предоставляемые ими услуги.

Сложности последних двух лет (пандемия COVID-19, зарубежная санкционная политика, достигшая в последнее время беспрецедентных масштабов) оказали крайне негативное влияние как на мировой, так и на отечественный рынок гражданской авиации. Оба вышеупомянутых функциональных блока сейчас находятся в глубоком кризисе. Выпуск новых машин, разработка новых видов авиационной техники и оборудования, модернизация и даже ремонт имеющейся техники значительно осложнились из-за невозможности закупать иностранные комплектующие, оборудование, материалы и технологии. Во многих случаях зарубежные страны отказывают в поставке даже предоплаченных товаров.

Однако, по заявлению министра транспорта РФ В. Савельева, Россия обладает достаточным парком воздушных судов для обеспечения авиасообщения как на территории страны, так и за ее пределами, и предпринимает дополнительные меры для его пополнения. Так, в частности, 800 зарубежных самолетов, ранее оформленных в лизинг, сейчас переводятся в российский регламент. Усилена работа по импортозамещению необходимых узлов и агрега-

тов для выпуска новой авиационной техники. Например, Казанский авиастроительный завод планирует осуществить полное импортозамещение и провести сертификацию самолета Ту-214 с планируемым объемом выпуска до десяти единиц в год. К 2024 г. Воронежский завод собирается сертифицировать выпуск Ил-96-400 и МС-21. Еще раньше, в 2023 г., ожидается завершение процесса полного импортозамещения оборудования и материалов для производства ближнемагистрального узкофюзеляжного пассажирского самолета *Sukhoi Superjet (SSJ)*, который может стать одним из наиболее востребованных типов российских лайнеров. В настоящее время на внутренних и зарубежных рейсах эксплуатируется 148 самолетов SSJ.

Наземная инфраструктура обеспечения авиасообщения в результате негативного влияния коронавирусной пандемии и зарубежных санкций пострадала не меньше производственного сектора авиаотрасли. Существенное падение спроса на авиаперевозки, обусловленное резким ограничением воздушного сообщения, привело в том числе к значительному сокращению доходов во всех сферах, связанных с обслуживанием полетов. Начавшееся в 2019 г. колоссальное снижение пассажиропотока, связанное с жесткими ограничительными мерами по нераспространению коронавирусной инфекции, в 2020 г. привело к фактической остановке работы аэропортов. Намечившаяся в 2021 г. тенденция к восстановлению перевозок, ставшая возможной из-за перехода от всеобъемлющих локдаунов в мировой экономике к менее кардинальным мерам, не привела, конечно, в столь короткие сроки к возвращению объемов авиаперевозок к докризисному уровню. Российские авиакомпании в 2021 г. совокупно перевезли около 105 млн пассажиров, что примерно на 15 % меньше, чем в 2019 г., однако на 55 % больше, чем в 2020 г. [2]. Вполне ожидаемо рост перевозок в 2020 г. был обеспечен в основном за счет увеличения трафика на внутренних воздушных линиях, который оказался на 20 % выше допандемийного уровня и составил 80 % всего авиатрафика. Объем же международных авиаперевозок в 2021 г. упал на 59 % по сравнению с 2019 г.

Однако прогнозирование дальнейшего развития ситуации в сфере авиаперевозок на данный момент малоперспективно, поскольку лишь динамика постпандемийного восстановления отрасли не определяет в настоящий мо-

мент реально существующего положения. Обрушившийся на РФ поток санкций со стороны западных стран привел к положению, когда вопреки прогнозам стабильного периода происходит не увеличение, а уменьшение масштаба авиаперевозок. На фоне открытых для авиаперелетов 79 стран в 2020 г. сейчас продолжается

авиасообщение лишь с 22 странами. Сложившаяся на текущий момент ситуация определяет необходимость переориентации авиарынка на еще большую интенсивность использования внутренних воздушных линий, а в международном сообщении – на акцентирование восточных направлений.

Список литературы

1. Остервальдер, А. Построение бизнес-моделей: Настольная книга стратега и новатора / Ю.Н. Караулов, В.В. Леденева. – М. : Альпина Паблишер, 2012. – 288 с.
2. Дамбаева И.Ж. Экономическая политика горнодобывающей компании в современных условиях // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 2(116). – С. 116–118.
3. Льюис, М. Новейшая новинка. История Силиконовой долины = The New New Thing: A Silicon Valley Story / М. Льюис. – М. : Олимп-Бизнес, 2004. – 384 с.
4. Magretta, J. Why business models matterc / J. Magretta // Harvard Business Review. – 2002. – № 5(80). – P. 86–92.
5. Porter, M. The Five Competitive Forces that Shape Strategy / Michael E. Porter // Harvard Business Review. – 2008. – № 1(86). – P. 79–93.
6. Peter, F. Drucker. The Theory of the Business / F. Peter // Harvard Business Review Classic, 2017. – 80 p.

References

1. Osterwalder, A. Building business models: A handbook for a strategist and innovator / Yu.N. Karaulov, V.V. Ledeneva. – M. : Alpina Publisher, 2012. – 288 p.
2. Dambaeva, I.Zh. Economic policy of a mining company in modern conditions / I.Zh. Dambaeva // Science and business: ways of development. – M. : TMBprint. – 2021. – No 2(116). – P. 116–118.
3. Lewis, M. The latest novelty. History of Silicon Valley = The New New Thing: A Silicon Valley Story / M. Lewis. – M. : Olymp-Business, 2004. – 384 p.

© К.Л. Денежкина, Е.В. Радковская, 2022

УДК 332.1

М.В. ДУБОВИК¹, С.Г. ДМИТРИЕВ², Н.Н. ОБИДОВСКАЯ²

¹ФГБОУ ВО «Российский экономический университет

имени Г.В. Плеханова», г. Москва;

²Брянский филиал ФГБОУ ВО «Российский экономический университет

имени Г.В. Плеханова», г. Брянск

РАЗВЕДОЧНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ключевые слова: валовой региональный продукт; корреляционный анализ; региональное развитие.

Аннотация. Целью нашей работы является исследование взаимосвязи между величиной валового регионального продукта (ВРП) Брянской области и выпуском отраслей экономики названного региона. Задачами исследования является анализ корреляции между указанными макроэкономическими показателями, а также вычисление вероятности наличия статистически значимой связи между динамикой ВРП и объемами производства отраслей экономики Брянской области. Нашей исходной гипотезой было предположение, что две наиболее развитые отрасли экономики (сельское хозяйство, торговля и строительство) обладают наибольшей корреляцией с ВРП. Мы использовали методы статистического анализа и эконометрики для проверки исходной гипотезы. Нами проведен корреляционный анализ динамических рядов, описывающих изменения ВРП и выпуска отраслей экономики Брянской области. Нами установлена статистически значимая корреляция между большинством отраслей экономики региона и ВРП. Однако наибольшей корреляцией обладают такие отрасли, как гостиничный бизнес, здравоохранение, финансовые услуги, которые сложно назвать лидерами региональной экономики. Таким образом, наша исходная гипотеза не нашла своего подтверждения. Мы считаем необходимым провести дальнейшие исследования, используя более широкую статистическую базу, либо прибегнуть к альтернативным показателям измерения экономической динамики.

Резкое сокращение возможностей для внешнего финансирования развития экономики страны в целом и регионов России в частности усилило актуальность выработки макроэкономической политики, основанной на оценке региональных ресурсов, поскольку время иллюзий о том, что можно развивать все имеющиеся в той или иной области отрасли окончательно прошло. В связи с этим можно констатировать увеличение числа исследований динамики ВРП отдельных областей России в последние годы [4; 6; 9].

Мы исследовали корреляцию между динамикой ВРП Брянской области и величиной выпуска отраслей региональной экономики. Статистической базой исследования ВРП послужили данные Федеральной службы государственной статистики [8], а для отраслей региональной экономики – данные ее территориального органа [3]. В течение анализируемого периода Росстат изменил методологические подходы к измерению национальных счетов, поэтому мы объединили данные, которые Росстатом даются отдельно за 2010–2015 гг. и за последующий период. Кодификация отраслей дана так, как она использовалась Росстатом до 2015 г.:

A – Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство, рыбоводство;

C – Добыча полезных ископаемых;

D – Обрабатывающие производства;

E – Производство и распределение электроэнергии, газа и воды;

F – Строительство;

G – Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования;

H – Гостиницы и рестораны;

index	mean	sd	median	trim.	mad	min	max	range	skew	kurtosis	se
GRP	241982.77	60494.06	242722.4	241982.77	56944.59	147024.0	328814.0	181790.0	-0.11	-1.51	20164.69
A	79676.23	42352.14	68284.3	79676.23	48334.39	30840.9	141149.5	110308.6	0.21	-1.85	14117.38
C	344.56	73.48	357.6	344.56	80.95	230.9	432.2	201.3	-0.20	-1.67	24.49
D	130774.61	34940.65	122132.2	130774.61	38568.50	74786.5	188179.4	113392.9	0.05	-1.22	11646.88
E	24623.16	6588.76	21470.9	24623.16	4101.91	18258.1	36245.0	17986.9	0.59	-1.45	2196.25
F	30697.37	4483.61	29871.6	30697.37	5353.97	25968.2	37740.9	11772.7	0.41	-1.65	1494.54
G	74904.51	16790.70	78956.7	74904.51	18419.38	43178.5	91690.5	48512.0	-0.59	-1.17	5596.90
H	8677.86	2258.13	9075.9	8677.86	2627.91	5020.1	11835.2	6815.1	-0.21	-1.50	752.71
I	51856.86	9599.97	49444.4	51856.86	4876.27	34870.1	66482.0	31611.9	0.01	-0.95	3199.99
J	1584.13	327.86	1595.9	1584.13	262.57	974.9	2059.1	1084.2	-0.30	-1.00	109.29
K	21992.33	5061.02	21065.7	21992.33	3337.33	15803.4	32376.9	16573.5	0.76	-0.61	1687.01
L	26324.43	4879.18	27452.1	26324.43	3305.60	17653.0	32639.9	14986.9	-0.60	-1.10	1626.39
M	13207.31	2094.05	13448.0	13207.31	1584.45	9248.0	16595.9	7347.9	-0.29	-0.69	698.02
N	18401.97	4682.19	19087.1	18401.97	4847.66	11056.5	25956.9	14900.4	-0.07	-1.28	1560.73
O	6630.66	4003.35	5051.3	6630.66	2544.29	2489.7	15034.7	12545.0	0.88	-0.56	1334.45

Рис. 1. Описательные статистики валового регионального продукта Брянской области

I – Транспорт и связь;

J – Финансовая деятельность;

K – Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг;

L – Государственное управление и обеспечение военной безопасности; обязательное социальное обеспечение;

M – Образование;

N – Здравоохранение и предоставление социальных услуг;

O – Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг.

Результаты расчета дескриптивных статистик, сделанного в ходе разведочного анализа временных рядов, относящихся к ВРП и выпуску отраслей региона, приведены на рис. 1.

Примечание: «*mean*» – арифметическое среднее; «*median*» – медиана (середина распределения); «*trimmed [mean]*» – усеченное среднее (на 20 %); «*range*» – размах (разница между «*max*» и «*min*» значениями); «*sd*» – стандартное отклонение («*standard deviation*»); «*skew*» – симметричность распределения («*skewness*»); «*kurtosis*» – коэффициент эксцесса; «*se*» («*standard error*») – стандартная ошибка; «*mad*» («*median absolute deviation*») – медианное абсолютное отклонение.

Обратим внимание на третий и четвертый центральные стандартизированные моменты: асимметрию и эксцесс.

Все полученные нами значения коэффициента эксцесса («*kurtosis*») отрицательны. Это означает «плоское» распределение расчетных значений валового регионального продукта Брянской области и рассмотренных отраслей региональной экономики в течение анализируемого периода (так называемые «тонкие хвосты» и меньший пик).

Определенные нами значения симметричности распределения («*skewness*») как негативны (отрасли региональной экономики, кодифицированные, как *GRP*, *C*, *G*, *H*, *J*, *L*, *M*, *N*), так и позитивны (*A*, *D*, *E*, *F*, *I*, *K*, *O*).

В положительно асимметричном распределении среднее значение обычно больше медианы, потому что несколько высоких значений имеют тенденцию сдвигать среднее значение вправо. Подобное распределение с положительной асимметрией (или асимметрией вправо) – это тип распределения, в котором большинство значений сгруппировано вокруг левого хвоста распределения, а правый хвост распределения длиннее.

В положительно асимметричном распределении среднее значение обычно больше медианы, потому что несколько высоких значений имеют тенденцию сдвигать среднее значение вправо. В распределении с отрицательной асимметрией среднее значение обычно меньше медианы, потому что несколько низких показателей имеют тенденцию сдвигать среднее значение влево. Это такой тип распределения, в котором большинство значений сгруппировано вокруг левого хвоста распределения, а правый хвост распределения длиннее.

Наличие отрицательной асимметрии, как правило, является тревожным симптомом, потому что она подчеркивает риск событий левого хвоста или того, что иногда называют «событиями черного лебедя», т.е. упомянутые нами отрасли региональной экономики с отрицательной асимметрией являются отраслями с повышенным риском. В нашем случае это добыча полезных ископаемых, торговля, гостиничный бизнес, финансовая деятельность, государственное управление, образование и здравоохранение.

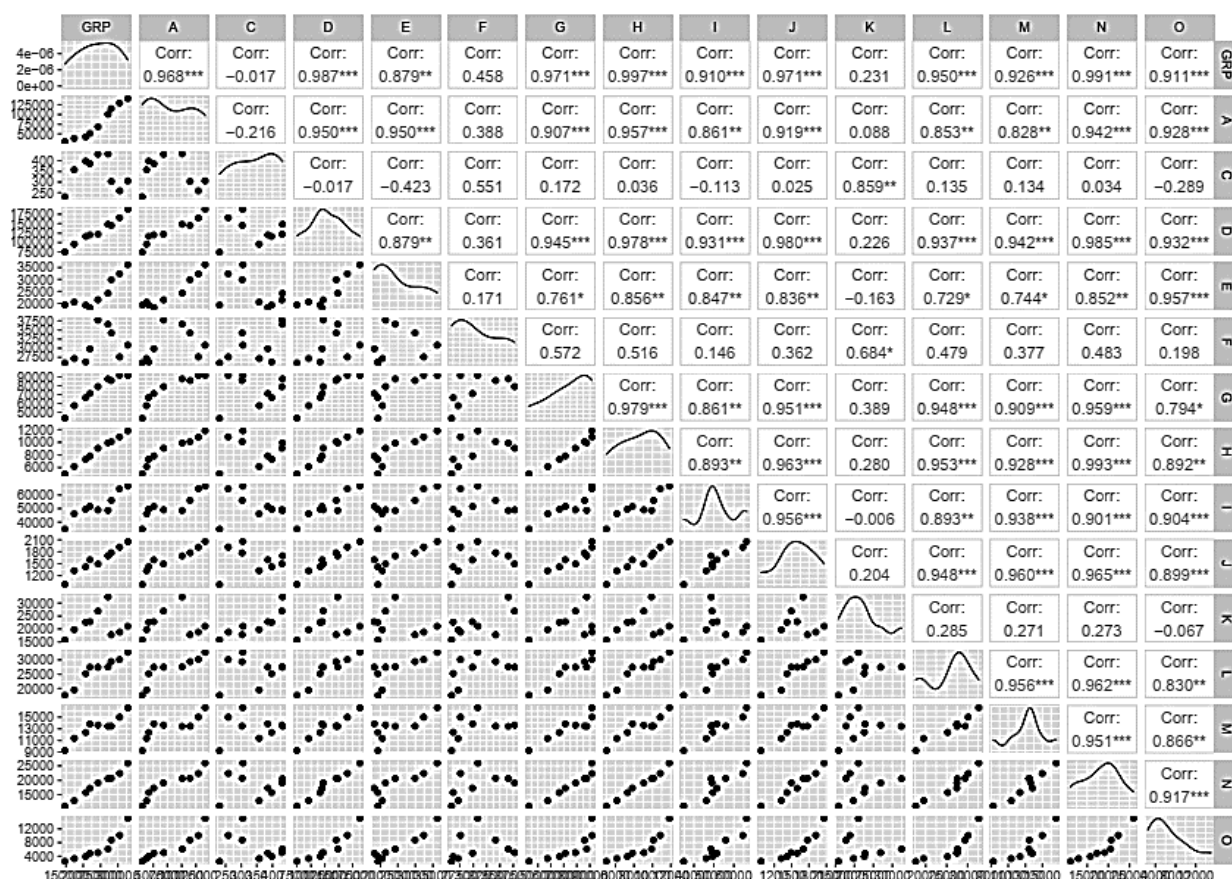


Рис. 2. Корреляция между валовым региональным продуктом и выпуском отраслей Брянской области

Результаты проведенного нами корреляционного анализа валового регионального продукта и выпуска отраслей экономики Брянской области представлены на рис. 2–3.

Кроме того, на рис. 3 приведены рассчитанные значения вероятности наличия статистически значимой взаимосвязи между ВРП и отраслями экономики региона.

Если исходить из полученного значения коэффициента корреляции, а также величины вероятности («*p-value*») между величиной ВРП и выпуском отраслей региональной экономики, то можно прийти к выводу о том, что с точки зрения взаимосвязи между названными показателями секторы экономики Брянской области расположились следующим образом (в порядке убывания величины корреляции и *p-value*):

- гостиничный бизнес;
- здравоохранение и социальные услуги;
- обрабатывающие производства;
- оптовая и розничная торговля;

- финансовая деятельность;
- сельское хозяйство;
- государственное управление и социальное обеспечение;
- образование;
- прочие коммунальные и социальные услуги;
- транспорт и связь;
- производство и распределение энергии, газа, воды.

Строительная отрасль, а также операции с недвижимостью и добыча полезных ископаемых не обладают статистически значимой корреляцией с величиной ВРП, при этом между ВРП и добычей полезных ископаемых корреляция отрицательна.

Полученные результаты корреляционного анализа достаточно парадоксальны: Брянская область традиционно относится к регионам с развитым сельским хозяйством, а местный туристический сектор не мог похвастаться впечатляющими успехами и до Чернобыльской

ВРП и отрасль региональной экономики	t-статистика	Вероятность (p-value)	95% доверительный интервал	Коэффициент корреляции
GRP & A	10.205	0.00001871	0.8508854 0.9934575	0.9679991
GRP & C	-0.045858	0.9647	-0.6736981 0.6543223	-0.0173302
GRP & D	16.051	0.0000008852	0.9357253 0.9972983	0.9866856
GRP & E	4.869	0.001816	0.5151424 0.9742629	0.8786595
GRP & F	1.365	0.2145	-0.2956547 0.8605738	0.4584923
GRP & G	10.829	0.00001263	0.8659931 0.9941659	0.9714245
GRP & H	36.607	0.00000000295	0.9871759 0.9994743	0.9973983
GRP & I	5.7971	0.0006655	0.6204971 0.9810998	0.9097315
GRP & J	10.689	0.00001377	0.8628085 0.9940175	0.9707061
GRP & K	0.62877	0.5495	-0.5114414 0.7761541	0.2312144
GRP & L	8.044	0.00008801	0.7742995 0.9896894	0.9499363
GRP & M	6.4937	0.0003361	0.6804769 0.9846276	0.9260835
GRP & N	20.11	0.0000001882	0.9583737 0.9982697	0.9914564
GRP & O	5.8338	0.0006411	0.6240220 0.9813139	0.910718

Рис. 3. Результаты корреляционного анализа

катастрофы; распад СССР не добавил привлекательности региона для внутреннего и иностранного туризма. Финансовая деятельность также не относится к числу наиболее развитых в Брянской области, поэтому статистически значимая корреляция между ее показателями и ВРП требует своего объяснения [1].

Выявленный феномен может потребовать изменения методологии исчисления региональной динамики [2; 5; 10] в пользу иных показателей [7]. На наш взгляд, необходимо проанализировать данные за более широкий временной период, однако доступные статистические данные для такого анализа отсутствуют.

Список литературы

1. Bakeev, B.V. The Impact of Banking Infrastructure on Gross Regional Product / B.V. Bakeev, R.F. Valiullin, B.R. Gareev // International Scientific Conference «Far East Con» (ISCFEC 2020). – Atlantis Press, 2020. – P. 3184–3189.
2. Boyko, V. Methods for Estimating the Gross Regional Product Leading Indicator / V. Boyko, N. Kislyak, M. Nikitin, O. Oborin // Russian Journal of Money and Finance. – 2020. – Vol. 79. – No 3. – P. 3–29.
3. Bryansk Region. 2020: Annual Report (In Russ.) / Bryanskstat. – Bryansk, 2020.
4. Чалик, А.В. Корреляционно-регрессионный анализ валового регионального продукта Ярославской области / А.В. Чалик, А.Ю. Мудревский // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 6-1(60). – С. 52–56
5. Karpenko, E. Gross regional product: study of influencers / E. Karpenko, Y. Rasseko //

University Economic Bulletin. – 2021. – No 50. – P. 129–136.

6. Козлова, Е.И. Моделирование взаимосвязи валового регионального продукта, трудовых ресурсов и занятости (на примере Липецкой области) / Е.И. Козлова, М. А. Новак, М.Ю. Карлова // Региональная экономика: теория и практика. – 2020. – Т. 18. – № 5(476). – С. 870–890.

7. Mikheeva, N.N. Possible Alternatives to the Gross Regional Product Indicator / N.N. Mikheeva // Studies on Russian Economic Development. – 2020. – Vol. 31. – No 1. – P. 24–30.

8. National Accounts (2022) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rosstat.gov.ru/accounts>.

9. Tarasyev, A.M. Development of a model of the gross regional product of the Kurgan region / A.M. Tarasyev // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2021. – Vol. 2333. – No 1. – P. 150008.

10. Tretyakova, L.A. Modeling of influence of resourcing factors on gross regional product / L.A. Tretyakova, M.V. Vladika, T.A. Vlasova [et al.] // International Journal of Engineering and Advanced Technology. – 2019. – Vol. 8. – No 6. – P. 1112–1116.

References

4. Chalik, A.V. Korrelyatsionno-regressionnyy analiz valovogo regional'nogo produkta Yaroslavskoy oblasti / A.V. Chalik, A YU. Mudrevskiy // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. – 2017. – № 6-1(60). – S. 52–56

6. Kozlova, Ye.I. Modelirovaniye vzaimosvyazi valovogo regional'nogo produkta, trudovykh resursov i zanyatosti (na primere Lipetskoy oblasti) / Ye.I. Kozlova, M. A. Novak, M.YU. Karlova // Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. – 2020. – Т. 18. – № 5(476). – С. 870–890.

8. National Accounts (2022) [Electronic resource]. – Access mode : <https://rosstat.gov.ru/accounts>.

© М.В. Дубовик, С.Г. Дмитриев, Н.Н. Обидовская, 2022

УДК 330.31

С.Ю. ИЛЬИН

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации», Москва

ЭКОНОМИКА ОРГАНИЗАЦИЙ АПК В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Ключевые слова: агропромышленный комплекс (АПК); организации; эффективность; интенсификация.

Аннотация. Цель исследования – сведение в интегрированную систему конечных (результатирующих) и промежуточных (факторных) показателей оценки качества функционирования организаций, занятых в АПК, по унифицированным статическим и динамическим критериям, отвечающим характеру осуществляемой ими деятельности. Задачи исследования: скомбинировать расходы организаций согласно их принадлежности к определенному включаемому в структуру АПК звену и сгруппировать по ним расчетные зависимости между эффективностью и интенсификацией экономики данных субъектов (результатирующих показателей) и набором логически взаимосвязанных друг с другом факторных элементов. Гипотеза: выбор принципа построения причинно-следственных связей в методиках расчета показателей эффективности и интенсификации экономики организаций АПК. Методы исследования: расчетно-конструктивный способ с элементами математического анализа. Результаты исследования: сформированы и предложены авторские методики для оценки показателей эффективности и интенсификации экономики организаций всех агропромышленных звеньев.

В странах и регионах мира, в которых существуют товарно-денежные отношения между экономическими субъектами, ведущая роль принадлежит АПК, являющемуся самым крупным народнохозяйственным сектором ввиду своей универсальности, подчеркивающей его стратегическую важность для государства, поскольку он объединяет практически все веду-

щие отрасли, взаимодействующие с сельским хозяйством (первичным звеном в национальной экономике по своему функциональному предназначению, обеспечивающим население необходимыми продовольственными и непродовольственными благами (видами продукции)) [1]. Приоритетность данного национального экономического сектора порождает вопросы оценки качества работы входящих в его состав организаций в состоянии статичности и динамики, что объясняется людскими потребностями в постоянстве (регулярности) получения продукции (товаров и услуг), прежде всего пищевого ассортимента как главного источника движения трудовых процессов и полноценной жизнедеятельности в целом [2; 3]. Соглашаясь с этим неопровержимым постулатом, автор предлагает инструментарий (совокупность методик исчисления показателей), с помощью которого следует оценивать эффективность (статические качественные показатели) и интенсификацию (динамические качественные показатели) функционирования организаций АПК в единой системе формируемых ими денежных потоков и одновременно определять степень влияния каждого исходного сектора (организаций по обеспечению производства в сельском хозяйстве, сельскохозяйственных организаций, организаций по обеспечению переработки и доведения до потребителей сельскохозяйственной продукции) на общий размер финансовой выгоды.

Учитывая, что эффективность получают при прямом и косвенном сопоставлении результата (доходов и прибыли) и затрат (расходов или издержек), сформируем методики для оценки показателей эффективности экономики организаций АПК (формулы (1), (2)):

$$\text{Эф}_{\text{ано(п)}} = \frac{\text{ИД}_{\text{ано}}}{\text{И}_{\text{АПК1}} + \text{И}_{\text{АПК2}} + \text{И}_{\text{АПК3}}}, \quad (1)$$

где $\mathcal{E}f_{\text{апо(п)}}$ – совокупная прямая эффективность экономики организаций АПК по доходам; $\text{ИД}_{\text{апо}}$ – интегральные доходы организаций АПК, руб.; $\text{ИА}_{\text{ПК1}}$ – издержки организаций АПК, обеспечивающих производство в сельском хозяйстве, руб.; $\text{ИА}_{\text{ПК2}}$ – издержки организаций АПК, занятых в сельском хозяйстве, руб.; $\text{ИА}_{\text{ПК3}}$ – издержки организаций АПК, обеспечивающих переработку и доведение до потребителей сельскохозяйственной продукции, руб.;

$$\mathcal{E}f_{\text{апо(к)}} = \frac{\text{ИА}_{\text{ПК1}} + \text{ИА}_{\text{ПК2}} + \text{ИА}_{\text{ПК3}}}{\text{ИД}_{\text{апо}}}, \quad (2)$$

где $\mathcal{E}f_{\text{апо(к)}}$ – совокупная косвенная эффективность экономики организаций АПК по доходам; $\text{ИА}_{\text{ПК1}}$ – издержки организаций АПК, обеспечивающих производство в сельском хозяйстве, руб.; $\text{ИА}_{\text{ПК2}}$ – издержки организаций АПК, занятых в сельском хозяйстве, руб.; $\text{ИА}_{\text{ПК3}}$ – издержки организаций АПК, обеспечивающих переработку и доведение до потребителей сельскохозяйственной продукции, руб.; $\text{ИД}_{\text{апо}}$ – интегральные доходы организаций АПК, руб.

Поскольку же динамика показателей эффективности – базовый факторный показатель интенсификации, методики ее исчисления представлены отвечающими ее содержанию компонентами, объединенными различными этапами расчетных зависимостей (формулы (3), (4)):

$$\text{Ин}_{\text{апо(п)}} = \Delta \text{ИД}_{\text{апо}} = d \left[\frac{\text{ИД}_{\text{апо}}}{\text{ИА}_{\text{ПК1}} + \text{ИА}_{\text{ПК2}} + \text{ИА}_{\text{ПК3}}} \right] * \int \sum (\Delta \text{ИР}_{\text{апо}}) dx + d(\text{ИР}_{\text{апо}}), \quad (3)$$

где $\text{Ин}_{\text{апо(п)}}$ – совокупная интенсификация экономики организаций АПК по динамике прямой эффективности по доходам, руб.; $\Delta \text{ИД}_{\text{апо}}$ – изменение интегральных доходов организаций АПК в динамике, руб.; $d[\text{ИД}_{\text{апо}} / \text{ИА}_{\text{ПК1}} + \text{ИА}_{\text{ПК2}} + \text{ИА}_{\text{ПК3}}]$ – приращение совокупной эффективности экономики организаций по прямой эффективности по доходам в динамике; $\int \sum (\Delta \text{ИР}_{\text{апо}}) dx$ – исходный размер интегральных расходов организаций АПК, руб.; $d(\text{ИР}_{\text{апо}})$ – приращение интегральных расходов организаций АПК, руб.;

$$\text{Ин}_{\text{апо(к)}} = \Delta \text{ИР}_{\text{апо}} = d \left[\frac{\text{ИА}_{\text{ПК1}} + \text{ИА}_{\text{ПК2}} + \text{ИА}_{\text{ПК3}}}{\text{ИД}_{\text{апо}}} \right] * \int \sum (\Delta \text{ИД}_{\text{апо}}) dx + d(\text{ИД}_{\text{апо}}), \quad (4)$$

где $\text{Ин}_{\text{апо(к)}}$ – совокупная интенсификация экономики организаций АПК по динамике косвенной эффективности по доходам, руб.; $\Delta \text{ИР}_{\text{апо}}$ – изменение совокупных расходов организаций АПК в динамике, руб.; $d[\text{ИА}_{\text{ПК1}} + \text{ИА}_{\text{ПК2}} + \text{ИА}_{\text{ПК3}} / \text{ИД}_{\text{апо}}]$ – приращение совокупной эффективности экономики организаций АПК по косвенной эффективности по доходам в динамике; $\int \sum (\Delta \text{ИД}_{\text{апо}}) dx$ – исходный размер интегральных доходов организаций АПК, руб.; $d(\text{ИД}_{\text{апо}})$ – приращение интегральных доходов организаций АПК, руб.

Оценку показателей эффективности и интенсификации, относящихся к результирующим исследуемым показателям, лучше проводить по доходам ввиду частой бесприбыльности многих организаций центрального звена АПК (сельского хозяйства), иначе их индикаторы не будут сопоставимы из-за разобщенности взятого за базу критерия. Принимая во внимание этот факт, в методики исчисления их показателей автор включил операционные и внеоперационные денежные поступления (интегральные доходы), соотносимые с совокупными (интегральными) расходами (издержками) организаций, закрепленных по роду деятельности за агропромышленными сферами.

Разработанный автором инструментарий полезен для руководителей и специалистов организаций всех сфер и отраслей АПК, особенно для юридических лиц, являющихся по своему экономическому механизму конгломератами и комбинатами, в деятельности которых сочетаются репрезентативные по номенклатуре и ассортименту производственные и сбытовые операции, нуждающихся в получении полной и точной информации о сбалансированности своих многочисленных подразделений ресурсами и технологиями, потребляемыми в процессе выпуска и реализации продукции. Применяя их в проводимых расчетах, они обеспечат свои организации достоверными обобщенными и детализированными сведениями о показателях эффективности и интенсификации и будут иметь возможность принятия объективных решений по моделированию доходности и расходности за конкретный отчетный период и планировать финансовую выгоду с высокой степенью корреляции факторных и результирующих показателей и избегать альтернативных издержек, сдерживающих оптимальность параметров, отражающих успешность функционирования экономических (хозяйственных) процессов.

Таким образом, организациям АПК качество своей работы нужно оценивать по статическим и динамическим показателям, отвечающим по смысловому содержанию эффективности и интенсификации, классическим индикаторам устойчивости к среде функционирования, показывающим, насколько их амбиции соответствуют возможностям и ограничениям в национальных и международных масштабах, и

авторский инструментарий станет для них надежным средством для всестороннего анализа своего экономического потенциала и путей его предельного использования, приносящего наилучшие по соотношению доходы/расходы и наиболее благоприятно сказывающегося на запасах финансовой прочности, и они достигнут желаемых ориентиров самым рациональным (ресурсосберегающим) способом.

Список литературы

1. Каракулев, В.В. Адаптивная интенсификация агропромышленного производства / В.В. Каракулев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2005. – № 1(5). – С. 13–14.
2. Разова, А.А. Эффективность деятельности предприятий АПК / А.А. Разова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2018. – № 10-2. – С. 58–63.
3. Ридель, Л.Н. Анализ агропромышленного производства Красноярского края / Л.Н. Ридель, А.В. Ковалец // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 10(100). – С. 99–101.

References

1. Karakulev, V.V. Adaptivnaya intensifikatsiya agropromyshlennogo proizvodstva / V.V. Karakulev // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvenno-go agrarnogo universiteta. – 2005. – № 1(5). – S. 13–14.
2. Razova, A.A. Effektivnost' deyatel'nosti predpriyatiy APK / A.A. Razova // Ekonomika i biznes: teoriya i praktika. – 2018. – № 10-2. – S. 58–63.
3. Ridel', L.N. Analiz agropromyshlennogo proizvodstva Krasnoyar-skogo kraya / L.N. Ridel', A.V. Kovalets // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 10(100). – S. 99–101.

© С.Ю. Ильин, 2022

УДК 005.336.4:331.5(476)

В.А. КОРЖАК, Е.В. ГУТОРОВА

УО «Белорусский государственный экономический университет», г. Минск

К ВОПРОСУ О ВЫЯВЛЕНИИ ДЕТЕРМИНАНТОВ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИНАНСИРОВАНИЯ НИР, МЕЖСЕКТОРНАЯ МОБИЛЬНОСТЬ НА РЫНКЕ ТРУДА

Ключевые слова: интеллектуальная экономика; интеллектуальный капитал; коммерциализация результатов научно-исследовательских работ (НИР); межфирменная мобильность рабочей силы; финансирование НИР.

Аннотация. Обобщение зарубежного опыта позволило обозначить в качестве цели данной статьи проверку гипотезы о наличии связи эффективности НИР Республики Беларусь со структурными изменениями в их финансировании и численности занятого населения по видам экономической деятельности. Задача — провести анализ по выявлению наличия (отсутствия) связи научной деятельности Республики Беларусь с отдельными факторами (в т.ч. структурными изменениями финансирования НИР, межсекторной мобильности рабочей силы). Для проведения соответствующего анализа применены общенаучные методы исследования и методы изучения динамики и взаимосвязей социально-экономических явлений. По результатам анализа выявлено, что структурные изменения в финансировании НИР по видам экономической деятельности отрицательно влияют на их результативность, а межсекторная мобильность рабочей силы влияет на коммерциализацию только промышленных образцов и компьютерных программ.

Введение

В настоящее время понятие «интеллектуальная экономика» все чаще становится предметом многочисленных споров и обсуж-

дений. Согласно разработанной в Республике Беларусь Стратегии «Наука и технологии: 2018–2040» [1], фундаментом интеллектуальной экономики станут традиционные отрасли и виды деятельности, в рамках которых должны быть определены направления развития прогрессивных технологий, составляющих конкурентоспособность как отдельных экономических субъектов, так и страны в целом. При этом в качестве обязательного условия построения интеллектуальной экономики выступает стимулирование коммерциализации результатов научной деятельности. В данном контексте необходимо отметить, что значительные накопленные интеллектуальные ресурсы на современном этапе не позволяют Республике Беларусь соответствовать уровню инновационно развитых государств по доходу от реализации интеллектуальной собственности на одного жителя страны [2]. В этой связи повышается необходимость изучения состояния интеллектуального капитала Республики Беларусь, рассматриваемого в качестве важнейшего элемента интеллектуальной экономики. Актуальным становится вопрос выявления факторов, оказывающих в той или иной степени влияние на научную деятельность нашей страны и ее результативность.

Исследования, посвященные оценке интеллектуального капитала, являются довольно многочисленными. Важная роль в большинстве из них [2–4] отводится человеческому и организационному видам капитала. В их состав входят: интеллектуальная собственность; объем финансирования внутренних затрат на научные исследования и разработки (НИР); численность работников, выполнявших НИР; общая численность занятых и др. Обобщение зарубежного

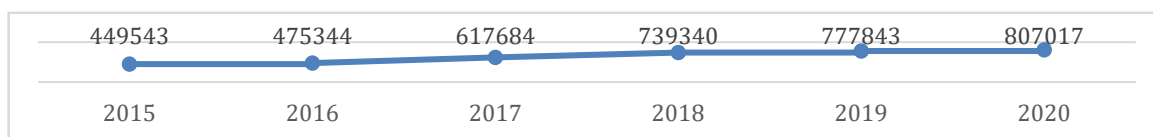


Рис. 1. Объем финансирования внутренних затрат на НИР, тыс. руб. Составлено авторами по данным источника [5]



Рис. 2. Динамика списочной численности работников, выполнявших научные исследования и разработки, тыс. чел. Составлено авторами по данным источника [5]

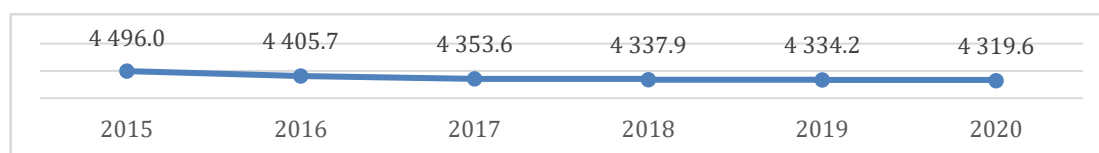


Рис. 3. Динамика численности занятого населения, тыс. чел. Составлено авторами по данным источника [5]

опыта изучения данного вопроса позволило обозначить в качестве цели данной статьи проверку гипотезы о наличии связи эффективности научных исследований и разработок Республики Беларусь со структурными изменениями в их финансировании, а также структурными сдвигами численности занятого населения как основного носителя «человеческого капитала», фактически его использующего в различных сферах приложения труда. В нашем случае в качестве таких сфер рассматриваются виды экономической деятельности согласно ОКРБ 005-2011 (внешнеэкономическая деятельность – ВЭД). Сводная характеристика относительных сдвигов структуры финансирования научной деятельности предполагает определение тенденций изменения удельного веса затрат на научные исследования и разработки (по ВЭД) с использованием индекса Казинца (формула 1):

$$\text{индекс Казинца} = \sqrt{\sum \frac{(d_1 - d_2)}{d_0}}, \quad (1)$$

где d_0 – доля соответствующего показателя в

исследуемой совокупности в базисном периоде; d_1 – доля соответствующего показателя в исследуемой совокупности в отчетном периоде.

Аналогичным образом проводится оценка структурных изменений занятого населения (по ВЭД). Такие изменения выступают в качестве косвенного индикатора межсекторной мобильности рабочей силы, а индекс Казинца – в качестве показателя количественной оценки такого вида мобильности на рынке труда.

Считаем возможным представить эффективность научной деятельности нашей страны через стоимостную оценку полученных средств от коммерциализации ее результатов. Анализируемый период: 2015–2020 гг. Для проведения соответствующего анализа применены общенаучные методы исследования в совокупности с отдельными приемами обработки официальных статистических данных, в том числе методы изучения динамики и взаимосвязей социально-экономических явлений.

Результаты и их обсуждение

Базой разработок и исследований любого

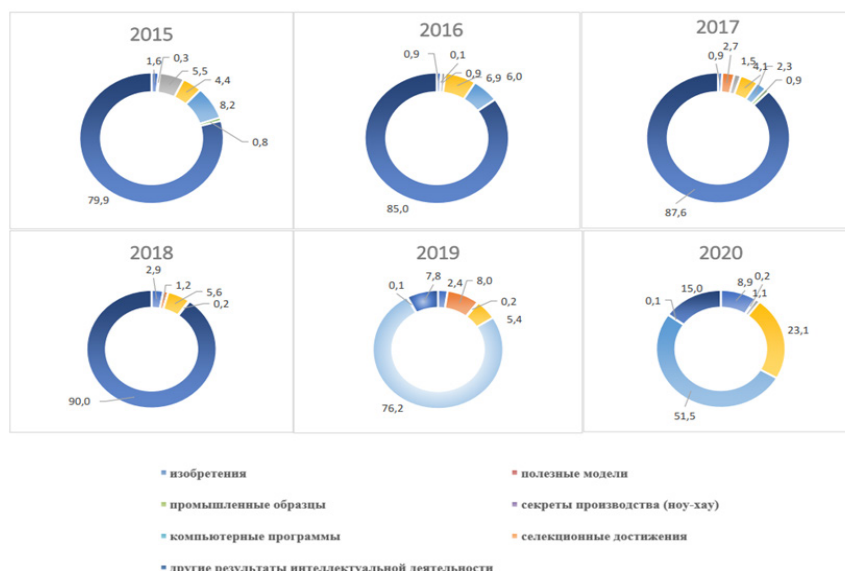


Рис. 4. Коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности, %. Составлено авторами по данным источника [5]

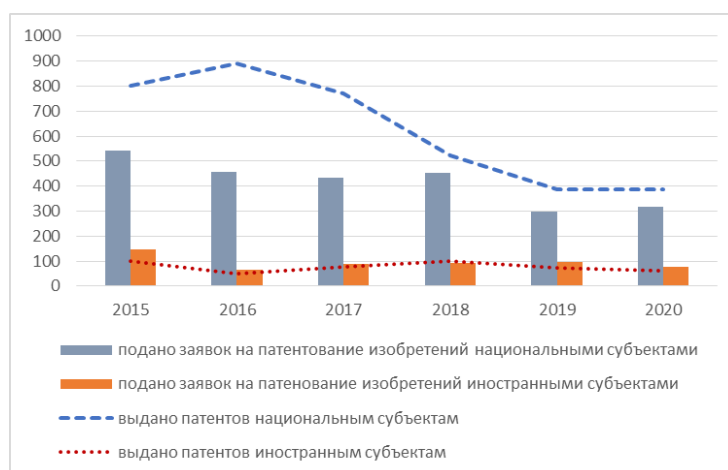


Рис. 5. Динамика результативности исследований и разработок, ед. Составлено авторами по данным источника [5]

уровня и направлений выступают финансовые ресурсы. Так, в анализируемом периоде наблюдается увеличение объема финансирования внутренних затрат на научную деятельность организаций Республики Беларусь в среднем на 71 498 тыс. руб. (рис. 1).

Численность персонала, вовлеченного в научную деятельность организаций страны, изменялась на протяжении 2015–2019 гг. незначительно. В среднем за анализируемый период наблюдается сокращение численности на 106 чел. (рис. 2).

Следует отметить также снижение в 2015–2020 гг. численности занятого в экономике Республики Беларусь населения (в среднем на 35 тыс. чел.) (рис. 3).

В 2015–2018 гг. в составе структуры поступлений денежных средств от коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности (РИДов) преобладали (79,9–90 %) поступления на инжиниринговые услуги, исследования и разработки, а в 2019 г. данный показатель снизился до 7,8 %, что связано со снижением экспорта РИДов на 92 %. С 2019 г.

Таблица 1. Исходные данные для корреляционного анализа

Показатели	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Денежные средства от коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности, тыс.руб.						
Изобретения	3 912	299	304	671	431	521
Полезные модели	687	35	879	272	1 466	9
Промышленные образцы	13 351	299	466	7	41	67
Секреты производства (ноу-хау)	10 679	2 264	1 305	1 267	966	1 349
Компьютерные программы	19 727	1 967	731	45	13 750	3 009
Селекционные достижения	1 911	9	290	7	18	6
Другие результаты интеллектуальной деятельности	192 363	27 689	28 051	20 480	1 400	878
Обобщающие показатели изменения структуры (в разрезе ВЭД), %						
Индекс Казинца для объема финансирования НИР	2,3	2,8	3,04	3,55	3,23	2,28
Индекс Казинца для ВДС	0,83	1,203	1,24	0,65	0,52	0,66
Индекс Казинца для численности занятого населения	0,7	0,49	0,38	0,22	0,31	0,28

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
X ₁	1									
X ₂	0,09	1								
X ₃	0,99	0,12	1							
X ₄	0,98	0,04	0,99	1						
X ₅	0,78	0,54	0,78	0,75	1					
X ₆	0,98	0,17	0,99	0,98	0,76	1				
X ₇	0,97	0,07	0,99	0,99	0,71	0,99	1			
X ₈	-0,52	0,33	-0,55	-0,57	-0,38	-0,53	-0,49	1		
X ₉	-0,11	-0,23	0,00	0,04	-0,37	0,06	0,11	-0,12	1	
X ₁₀	0,06	-0,08	0,37	0,24	0,47	0,18	0,23	-0,33	0,80	1

Рис. 6. Корреляционная матрица для выбранных показателей

наблюдается резкий рост поступлений от реализации компьютерных программ, в 2020 г. – от селекционных достижений (рис. 4).

В 2015–2020 гг. количество поданных заявок на патентование изобретений и выданных патентов ежегодно снижалось (на 43 % и 50 % соответственно к 2020 г.). Национальными субъектами подавалось больше заявок, чем иностранными (в среднем в четыре раза), выдача патентов также больше национальным субъек-

там – 148 % (в среднем от общего количества поданных заявок), иностранным – 82 %.

С целью проверки выдвинутой ранее гипотезы о наличии связи результативности научной деятельности Республики Беларусь со структурными изменениями финансирования такой деятельности, а также структурными сдвигами в численности занятого населения страны (в разрезе ВЭД), проведено построение корреляционной матрицы (посредством использова-

ния инструментария *MS Excel*), позволившее выявить наличие (отсутствие) зависимости различного характера относительно следующих факторов: количество денежных средств от коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности на изобретения (x_1); полезные модели (x_2); промышленные образцы (x_3); секреты производства (ноу-хау) (x_4); компьютерные программы (x_5); селекционные достижения (x_6); другие результаты интеллектуальной деятельности (x_7); индекс Казинца для объемов финансирования НИР (x_8); индекс Казинца для валовой добавленной стоимости (ВДС) (x_9); индекс Казинца для численности занятого населения (x_{10}) (табл. 1). Необходимость включения в ряд анализируемых факторов индекса Казинца для НДС обосновывается важностью значения НДС для экономического развития любого государства, в том числе для Республики Беларусь. НДС – основной показатель результативности, характеризующий стоимость товаров (работ, услуг), созданную в результате деятельности совокупности институциональных единиц государства.

Результаты корреляционного анализа представлены на рис. 6.

По результатам анализа выявлена сильная корреляционная связь ($r = 0,97 - 0,99$) между коммерциализацией изобретений, промышленных образцов, секретов производства (ноу-хау) и селекционных достижений. Также наблюдаются структурные изменения объема финансирования НИР в обратной зависимости от коммерциализации их результатов. Положительная, но слабая связь наблюдается только с поступлением денежных средств от реализации полезных моделей ($r = 0,33$). Слабая связь также обнаружена между структурными изменениями по НДС и коммерциализацией научных разработок. Но выявлена положительная корреляцион-

ная связь средней степени между структурными изменениями численности занятого населения и коммерциализацией промышленных образцов ($r = 0,37$) и компьютерных программ ($r = 0,47$), а также очень сильная со структурными изменениями НДС.

Таким образом, данное исследование показало следующее.

1. Чем больше структурные изменения в финансировании научных исследований и разработок по видам экономической деятельности, тем меньше их эффективность.

2. Структурные сдвиги численности занятого населения по видам экономической деятельности сильно влияют на структурные изменения НДС.

3. Межсекторная мобильность рабочей силы заметно влияет на коммерциализацию отдельных РИДов (промышленных образцов и компьютерных программ) и слабо влияет на коммерциализацию других РИДов.

4. Эффективность научной деятельности Республики Беларусь, определяемая поступлением денежных средств от коммерциализации ее результатов, показала тесную связь между коммерциализацией изобретений и промышленных образцов, секретов производства (ноу-хау), селекционных достижений и др.

5. Поэтому следует выработать на уровне государственной стратегии положения по концентрации рабочей силы в приоритетных направлениях, туда же направить регулярное финансирование с целью получения максимальных результатов и реализовать это в промежутке 3–5 лет. Такое предложение обусловлено доказанным негативным влиянием структурных изменений в финансировании НИР с их результативностью и влиянием межсекторной мобильности рабочей силы на коммерциализацию отдельных РИДов.

Список литературы

1. Стратегия «Наука и технологии: 2018–2040»: Постан. Презид. Нац. Ак. Наук Беларуси от 26.02.2018 №17 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://nasb.gov.by/congress2/strategy_2018-2040.pdf
2. Коржак, В.А. Оценка влияния интеллектуального капитала на экономический рост / В.А. Коржак // Наука и бизнес : пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2022. – Т. 129. – № 3. – С. 143–149.
3. Головчанская, Е.Э. Оценка влияния интеллектуального ресурса на экономический рост / Е.Э.Головчанская, Е.И.Стрельчана, Е.С.Петренко // Креативная экономика. – 2018. – Т. 12. – № 10. – С. 1599–1618.
4. Feruleva, N. Assessment of Intellectual Capital Influence on Corporate Value as a Field for

Further Investigations in Corporate Finance / N. Feruleva, I. Ivashkovskaya // Journal of Corporate Finance Research. – 2018. – Vol. 12. – No 1. – P. 64–76.

5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.belstat.gov.by.

References

1. Strategiya «Nauka i tekhnologii: 2018–2040»: Postan. Prezid. Nats. Ak. Nauk Belarusi ot 26.02.2018 №17 [Electronic resource]. – Access mode : https://nasb.gov.by/congress2/strategy_2018-2040.pdf

2. Korzhak, V.A. Otsenka vliyaniya intellektual'nogo kapitala na ekonomicheskiy rost / V.A. Korzhak // Nauka i biznes : puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2022. – T. 129. – № 3. – S. 143–149.

3. Golovchanskaya, Ye.E. Otsenka vliyaniya intellektual'nogo resursa na ekonomicheskiy rost / Ye.E.Golovchanskaya, Ye.I.Strel'chenya, Ye.S.Petrenko // Kreativnaya ekonomika. – 2018. – T. 12. – № 10. – S. 1599–1618.

5. Natsional'nyy statisticheskiy komitet Respubliki Belarus' [Electronic resource]. – Access mode : www.belstat.gov.by.

© В.А. Коржак, Е.В. Гуторова, 2022

УДК 303.02

Л.К. ЛОБОДЕНКО, А.Б. ЧЕРЕДНЯКОВА, О.В. ПЕРЕВОЗОВА, О.Ю. ХАРИТОНОВА
ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет», г. Челябинск

АНАЛИЗ КОММУНИКАТИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕРНЕТ-СМИ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ (НА ПРИМЕРЕ АККАУНТОВ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕЛЕКАНАЛОВ)

Ключевые слова: веб-аналитика; Интернет-СМИ; коммуникации; сервисы; социальные сети; эффективность.

Аннотация. В статье рассмотрены основные показатели оценки эффективности социальных сетей региональных телеканалов. Целью исследования является определение ведущих показателей эффективности интернет-СМИ. Ключевыми задачами исследования являются формирование системы оценки коммуникационной эффективности (пяти показателей) телеканалов в концепции двусторонней коммуникации целевых аудиторий и медиа; формулирование понятия коммуникативной эффективности через систему откликов и реакций пользователей социальных сетей; определение взаимозависимости эффективности системы средств массовой информации (СМИ) региона с цифровыми показателями аккаунтов их социальных сетей. Основная гипотеза, представленная в данной статье, заключается в том, что, только основываясь на грамотной системе оценки эффективности интернет-СМИ через выявленные показатели (показатели динамики подписчиков; оценки обратной связи; оценки коммуникаций со стороны SMM-специалистов; показатели оценки трафика и конверсий, интегрированного медиапоказателя – *Engagement Rate*), возможна результативная коммуникационная деятельность интернет-СМИ. Основными методами исследования являются анализ и сопоставление реакций потребителей традиционных и онлайн СМИ, мониторинг мероприятий, аккаунтов и веб-аналитика поведения пользователей интернет-СМИ. Результатами исследования является представленный сравнительный анализ показателей деятельности

интернет-СМИ за два периода, который демонстрирует галопирующее влияние выявленных показателей коммуникационной эффективности на качественные и количественные результаты деятельности интернет-СМИ.

Возрастающая популярность социальных сетей не только как средства коммуникаций населения, но и как ресурса для продвижения компаний вызвала активные действия со стороны средств массовой информации как еще одного эффективного канала донесения информации и средства общения с целевыми группами в рамках кросс-медийной модели, функционирующей в том числе на основе мультимедийности цифровых платформ. В сложившейся ситуации вопрос эффективности, а именно эффективности коммуникативного характера социальных медиа, является для Интернет-СМИ актуальным. Коммуникативное пространство нуждается в системном и постоянном улучшении через анализ его эффективности с помощью оценки текущих и конечных результатов. Эффективность коммуникаций учитывает не только результат деятельности (прогнозный или достигнутый), но и исследует условия, структурно-качественные изменения, при которых он достигнут [4; 5]. Несмотря на то, что исследованию эффективности функционирования СМИ, медиабизнеса, журналистики, рекламы и PR посвящены многие работы зарубежных и отечественных ученых (Е.Л. Варганова, Б.А. Грушин, С.М. Гуревич, Г.П. Давидюк, В.Л. Иваницкий, А.А. Назаров, Г.Г. Щепилова, Дж. Сиссорс, Р. Бэррон и др.), можно констатировать недостаточное внимание к комплексному системному подходу оценки эффективности функциониро-

вания региональных интернет-СМИ [2; 3].

Выбор инструментария и технологий оценки эффективности предполагает опору на системный подход к управлению региональными интернет-СМИ, который основан на анализе промежуточных и конечных результатов функционирования цифровых платформ. Это может быть достигнуто путем постоянного мониторинга интернет-СМИ с помощью различных инструментов, методов и средств экспертной оценки на основании материала, полученного в ходе формализованного исследования (статистических данных, полученных со счетчиков или лог-файлов).

Эффективность (лат. *efficientia* – действенный, производительный, дающий результат), в широком понимании рассматривается как продуктивность использования ресурсов в достижении поставленной цели. При этом эффективность учитывает не только результат деятельности (прогнозный или достигнутый), но и исследует условия, структурно-качественные изменения, при которых он достигнут [13]. Несмотря на то, что исследованию эффективности функционирования СМИ, медиабизнеса, журналистики, рекламы и PR посвящены многие работы зарубежных и отечественных ученых, можно констатировать недостаточное внимание к комплексному системному подходу оценки эффективности функционирования региональных интернет-СМИ [9].

Так, для качественного исследования эффективности функционирования сайта интернет-СМИ система включает такие этапы, как определение целей, задач медиа в сети Интернет; построение ключевых показателей эффективности (*KPI* – от англ. *Key Performance Indicators*: совокупность показателей эффективности работы ресурса, которые показывают его соответствие поставленным целям и задачам); сбор и анализ данных, разработка рекомендаций; тестирование и внедрение полученных рекомендаций. Определение эффективности коммуникаций всегда считалось непростой задачей, это актуально и для оценки эффективности интернет-СМИ. При создании эффективного качественного портала регионального медиа важны такие факторы, как дизайн, навигация, структура, контент, стиль и способы подачи материала, активность интерфейса и т.п. Большую трудность здесь представляет поиск оптимальных подходов к оценке. В данной статье будет рассмотрен комплекс показателей и критериев

оценки эффективности региональных интернет-СМИ. На практике для оценки эффективности интернет-СМИ используют как количественный, так и качественный подходы, которые позволяют получить объективные данные оценки деятельности медиапредприятия.

Для оценки эффективности используется система показателей. Под показателем понимается «качественно определенная переменная величина, которой может соответствовать множество количественных значений» [7]. Показатель может состоять из одного или нескольких признаков, отражающих сущность – качественную сторону явлений или процессов, и всегда одного основания – количественной характеристики: размера, относительной или абсолютной величины.

Оценка эффективности социальных сетей региональных интернет-СМИ предполагает сложный, многоаспектный, комплексный анализ, состоящий из пяти блоков: показателей динамики подписчиков; оценки обратной связи; оценки коммуникаций со стороны *SMM*-специалистов; показателей оценки трафика и конверсий; интегрированного медиапоказателя – *Engagement Rate* (коэффициент вовлеченности).

Поле исследования послужили аккаунты ВКонтате трех региональных телеканалов (ОТВ, ГТРК «Южный Урал», 31 канал), выбранных на основе списка «ТОП 20 самых цитируемых СМИ Челябинской области», представленного информационно-аналитической системой «Медialogия». Далее предполагается рассмотреть представленные выше показатели эффективности методом сравнения данных за период за период 14.08.2020–14.11.2020 и период 14.11.2021– 14.02.2022.

Показатели динамики подписчиков включают в себя такие критерии, как количество и качество подписчиков, количество отписок (*Unfollows*), темп роста аудитории сообщества (*Audience Growth Rate*), количество просмотров (*Views*), охват (*Reach*). Показатели оценки обратной связи от аудитории – это в первую очередь уровень привлекательности (*Love Rate*), отраженный в лайках в пересчете на размер аудитории, рассчитывающийся по формуле: $Likes/Followers * 100 \%$. Далее интерактивность проявлена в уровне общительности (*Talk Rate*) и в комментариях в пересчете на размер аудитории, высчитываемых по формуле: $Comments/Followers * 100 \%$ и, наконец, коэффициент

Таблица 1. Сравнение показатели эффективности обратной связи за период 2020 и 2022 гг.

СМИ	Год	Количество подписчиков	Количество лайков	Количество комментариев	Количество репостов
lobl.tv	2020	62,203	23,337	4,687	1,654
	2022	78,973	38,924	8,494	14,379
cheltv.ru	2020	11,427	11,554	300	1,697
	2022	13,466	10,519	823	4,189
31tv.ru	2020	67,719	19,894	4,733	1,540
	2022	79,947	64,139	21,881	23,352

распространения (*Amplification Rate*), являющийся синонимом показателя роста, рассчитываемым по формуле: $Shares/Posts$ (количество постов) * 100 %.

В определенном смысле на эффективность и на обратную связь также влияет активность аудитории, которая может отличаться в зависимости от дня недели, времени суток, публикации разных форматов (по типу содержимого), длины приложенного текста (более 1 000 символов).

Развитие цифровых технологий способствует новому взаимодействию потребителя с интернет-СМИ. В первую очередь это наличие интерактива, двухстороннего общения в едином пространстве, где коммуникатор и реципиент могут меняться ролями. Следовательно, эффективность интернет-СМИ также выражена степенью вовлечения аудитории в активное потребление медиаконтента, налаживание обратной связи, отклика в процессе коммуникации с редакцией интернет-СМИ.

Важный и актуальный показатель эффективности интернет-СМИ – это взаимодействие в рамках групп социальных медиа, количество зарегистрированных участников в сообществе, социальная активность посетителей в количестве «репостов», «лайков», комментариев (табл. 1).

В данном случае эффективность коммуникативного взаимодействия выражена традиционными инструментами сбора количества подписчиков, репостов. Расширить эти показатели можно, добавив количество отзывов, количество звонков, писем в редакцию, мониторингом открытых онлайн-мероприятий (видеоконференции, пресс-конференции, «круглые

столы»), количеством участников, вопросов до и во время проведения онлайн-мероприятий. В процессе оценки коммуникативной эффективности помогает веб-аналитика поведения пользователей на сайте, выраженная количеством просмотров, пользователей форумов, блогов и т.д. Все полученные показатели демонстрируют интерес или его отсутствие к представленным темам, качеству сайта, его релевантность запросам. Важный показатель активного поведения пользователей на сайте – «готовность самостоятельно инициировать распространение информации или участвовать в формировании информационного потока» [6].

Автоматические сервисы мониторинга репутации заключаются в том, что система осуществляет поиск и делает анализ данных по социальным медиа и онлайн-СМИ. Существует множество инструментов для создания отчетов, определения тональности сообщений, тэгиrowания авторов и документов. С трекингом большинства важных показателей (подписчиков, охватов, просмотров и метрик) справляется такой сервис, как *Livedune* [11] (табл. 2).

Заслуживает внимания изучение поведения пользователей в социальных медиа, что также влияет на коррекцию медиаконтента: привлекательность через оценку (лайки), степень общительности (личное мнение), выраженная в комментариях, коэффициент распространения (репосты), сохранение ссылки на первоисточник. Администратор группы может оценить частоту генерации постов, время отклика (ответа) на сообщения аудитории и просчитать долю вопросов, на которые пользователи получили ответ.

Большой вклад в оценку эффективности

Таблица 2. Сравнение показателей аккаунтов телеканалов в Вконтакте

СМИ	Год	Количество подписчиков, Kbyte	Количество постов, Kbyte	Engagement Rate, %
Iobl.tv	2020	67,7	77,2	0,02
	2022	79,9	85,4	0,06
cheltv.ru	2020	63,9	79,8	0,03
	2022	78,9	87,2	0,04
31tv.ru	2020	11,4	48,6	0,03
	2022	13,4	62,6	0,05

социальных медиа привнесла веб-аналитика, которая включает в себя, как пишет всемирно известный веб-аналитик А. Кошик, рейтинг обсуждения, рассчитывающийся через отношение количества комментариев к количеству постов; рейтинг распространения, который равен отношению количества ретвитов к твиту (для Twitter); рейтинг одобрения, который равен отношению количества добавлений в избранное к твиту (Twitter) [8]. Исследователи Д. Мелихов и И. Сарматов считают, что веб-аналитика – это не просто статистика посещаемости сайта, поскольку статистика посещаемости должна занимать не более 10 % всех данных о деятельности сайта и поведении его посетителей, а остальные 90 % – это и есть веб-аналитика – информация о поведении и действиях посетителей на веб-сайте [10]. Сервисов для адекватной оценки эффективности интернет-СМИ в социальных сетях немало. Однако необходима комплексная модель оценки эффективности и системный подход к управлению социальными сетями интернет-СМИ. Важно учитывать и процент негативных реакций (Negative Feedback). Такие реакции могут свидетельствовать о высокой частоте публикаций, бесполезном и кликейтовом (англ. *clickbait* от *click* «щелчок» + *bait* «приманка») контенте, неуместной для данного пользователя рекламе и, конечно, проблемах с репутацией.

Показатели оценки коммуникации со стороны SMM-специалистов выражены частотой генерации постов (Post Rate – количество постов, размещенных в сообществе за отчетный период); частотой генерации контента (Content Rate – количество контента, созданного за отчетный период); средним временем отклика

(Response Time – время, необходимое для ответа на сообщения аудитории); частотой отклика (Response Rate – метрика показывает долю вопросов, на которые пользователи получили ответ). Так, к примеру, частота генерации постов региональных каналов на период ноября 2020 г. выглядит следующим образом. ОТВ: текст – 77,79 %, видео – 12,4 %, изображение – 9,8 %; ЧГТРК: текст – 93,9 %, видео – 5,28 %, изображение – 0,8 %; 31 канал: текст – 85,2 %, видео – 13,29 %, изображение – 13,06 %. А на период февраля 2022 г. показатели следующие. ОТВ: текст – 90,02 %, видео – 24,5 %, изображение – 30,4 %; ЧГТРК: текст – 96,3 %, видео – 20,09 %, изображение – 21,7 %; 31 канал: текст – 98,1 %, видео – 34,4 %, изображение 29,3 %.

Следующие показатели эффективности, а именно показатели оценки трафика и конверсий и интегрированный медиапоказатель Engagement Rate (коэффициент вовлеченности), также включают в себя показатели, основанные на активности аудитории и SMM-сообщества.

В первом случае это трафик из социальных сетей (Social Traffic), коэффициент конверсии или кликабельность (Click-Through Rate – CTR). При этом медиапоказатель Engagement Rate (коэффициент вовлеченности) рассчитывается различными способами: итоговое количество реакций целевой аудитории делится на количество постов за выбранный период, далее происходит деление полученного значения на количество подписчиков в аккаунте, результат умножают на 100. Это и будет уровень вовлеченности в социальных сетях.

Метрика Engagement Rate Reach считается не от подписчиков, а от среднего охвата постов. Такой показатель, как Engagement Rate Views,

$$ER = \frac{\text{Реакции}}{\text{Подписчики}} \times 100\%$$

Рис. 1. Формула медиапоказателя *Engagement Rate*

$$ER = \frac{\text{Реакции}}{\text{Охват}} \times 100\%$$

Рис. 2. Формула медиапоказателя *Engagement Rate Views*

демонстрирует эффективность вовлеченности через количество просмотров.

Коммуникативная модель интернет-СМИ, помимо количественных показателей, обязательно включает в себя качественную оценку, основанную на мониторинге уровня общительности через анализ комментариев пользователей и наличие лидеров мнений в сообществе пользователей. В теории коммуникаций существует достаточное количество исследований роли и места лидера в социуме. Ярким представителем данного направления в теории коммуникаций был Н. Лумана, его подходы основаны на том, что социальные системы образуются исключительно благодаря коммуникации, а лидерство имеет коммуникативную природу [1; 12].

С приходом цифровых коммуникаций и социальных медиа в нашу жизнь лидерство обрело новые оттенки своей роли в системе взаимодействия современного сообщества и СМИ. Именно лидеры мнений сегодня оказывают давление на принятие того или иного решения в процессе интерактивного диалога пользователей с интернет-СМИ в ходе обсуждения острых тем, неформально влияя на общественное мнение, управляя умонастроением фолловеров, формируя смыслы, идеи, которые не прочтываются буквально, а несут косвенное воздействие через диалог читателей с лидерами мнений.

Лидеры мнений направляют дискуссию в нужное для редакции русло, озвучивая при этом противоположные точки зрения, которые влияют на полемику и способствуют формированию полярного «облака» мнений в информационном поле интернет-СМИ, обеспечивая максимальную объективность дискуссии и должную «критическую массу количественного внимания»,

перерастающую в реальные показатели коммуникативной эффективности интернет-СМИ.

В региональных интернет-СМИ это особенно актуально. С одной стороны, прозрачность системы коммуникаций, с другой, определенная степень замкнутости на проблемах локального уровня, региональной повестке. В подобной ситуации региональные интернет-СМИ как часть информационно-коммуникативного пространства создают качественно новые возможности для социального взаимодействия, проявления активности и вовлеченности пользователей в медиаконтент и ускоряют его ритм за счет преодоления таких факторов, как пространство и время.

Рассмотренные в исследовании показатели коммуникативной эффективности интернет-СМИ помогают оценить «региональные масс-медиа с точки зрения конкурентоспособности, дать качественную и количественную характеристику аудитории и специфики ее информационного поведения, эффективности использования медиапродукта с позиций современной парадигмы цифровой среды» [9].

Система оценки коммуникационной эффективности телеканалов, интернет-СМИ может функционировать только в концепции двусторонней коммуникации целевых аудиторий и медиа на основе системного подхода комплексной модели управления и находить свое отражение в цифровых показателях аккаунтов социальных сетей СМИ, полученных пятью основными показателями (динамикой подписчиков, обратной связью, активностью *SMM*-сообщества, конверсией и вовлеченностью), отражающими приверженность пользователей и их желание взаимодействовать со СМИ через их присутствие в социальных медиа.

Список литературы

1. Головин, Н.А. Теория социальной коммуникации Н. Лумана в эволюционно-коммуникативной перспективе / Н.А. Головин, П.А. Петренко // Вестник Санкт-Петербургского университета. Социология. – 2012. – № 1.
2. Грушин, Б.А. Массовая информация в советском промышленном городе / Б.А. Грушин. – М. : Политиздат, 1980. – 446 с.
3. Грушин, Б.А. Эффективность массовой информации и пропаганды: понятие и проблема измерения / Б.А. Грушин. – М. : Знание, 1979. – 64 с.
4. Гуревич, С.М. Основы медиамаркетинга / С.М. Гуревич, В.Л. Иваницкий, А.А. Назаров, Г.Г. Щепилова / Под ред. С.М. Гуревича. – М. : МедиаМир, 2007. – 208 с.
5. Давидюк, Г.П. Проблемы массовой культуры и массовой коммуникации / Г.П. Давидюк, В.С. Бобровский. – М., 1972. – 204с.
6. Данченко, Л.А. Маркетинг в социальных медиа. Интернет-маркетинговые коммуникации. Учебное пособие / Л.А. Данченко – СПб : Издательский дом «Питер». – 2012 г. – 288 с.
7. Зими́на, Л.Ю. Методологические основы внутрифирменного планирования: Учебное пособие / Л.Ю. Зими́на. – Ульяновск : Издательство УлГУ. – 2007 – 115 с.
8. Коши́к, А. Веб-аналитика 2.0 на практике. Тонкости и лучшие методики (+ CD-ROM) / А. Коши́к – М. : Диалектика. – 2019. – 528 с.
9. Лободенко, Л.К. Концептуальная модель регионального интернет-СМИ: кросс-коммуникативные аспекты: диссертация ... доктора филологических наук: 10.01.10 / Л.К. Лободенко. – М., 2015. – 457 с.
10. Мелихов, Д. Веб-аналитика: шаг к совершенству / Д. Мелихов, И. Сарматов [Электронный ресурс] – Режим доступа : www.spybox.com.ua/blog/analiz-sayta-spravochnik-web-analitika.htm.
11. Сервис аналитики социальных сетей [Электронный ресурс] – Режим доступа : <https://livedune.ru>.
12. Череднякова, А.Б. Лидерство в социально-культурном взаимодействии и его роль в формировании имиджевой культуры менеджера / А.Б. Череднякова // Глобальный научный потенциал. – 2016. – № 5(62). – С. 25–29
13. Штеле, Е.А. К вопросу о понятии «эффективность» / Е.А. Штеле, О.Б. Вечерковская // Экономический анализ: теория и практика. – 2017. – Т. 16. – № 5(464). – С. 935–947.

References

1. Golovin, N.A. Teoriya sotsial'noy kommunikatsii N. Lumana v evolyutsionno-kommunikativnoy perspektive / N.A. Golovin, P.A. Petrenko // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Sotsiologiya. – 2012. – № 1.
2. Grushin, B.A. Massovaya informatsiya v sovetskom promyshlennom gorode / B.A. Grushin. – M. : Politizdat, 1980. – 446 s.
3. Grushin, B.A. Effektivnost' massovoy informatsii i propagandy: ponyatiye i problema izmereniya / B.A. Grushin. – M. : Znaniye, 1979. – 64 s.
4. Gurevich, S.M. Osnovy mediamarketinga / S.M. Gurevich, V.L. Ivanitskiy, A.A. Nazarov, G.G. Shchepilova / Pod red. S.M. Gurevicha. – M. : MediaMir, 2007. – 208 s.
5. Davidyuk, G.P. Problemy massovoy kul'tury i massovoy kommunikatsii / G.P. Davidyuk, V.S. Bobrovskiy. – M., 1972. – 204s.
6. Danchenok, L.A. Marketing v sotsial'nykh media. Internet-marketingovyye kommunikatsii. Uchebnoye posobiye / L.A. Danchenok – SPb : Izdatel'skiy dom «Piter». – 2012 g. – 288 s.
7. Zimina, L.YU. Metodologicheskiye osnovy vnutfirmennogo planirovaniya: Uchebnoye posobiye / L.YU. Zimina. – Ul'yanovsk : Izdatel'stvo UIGU. – 2007 – 115 s.
8. Koshik, A. Veb-analitika 2.0 na praktike. Tonkosti i luchshiye metodiki (+ CD-ROM) / A. Koshik – M. : Dialektika. – 2019. – 528 s.
9. Lobodenko, L.K. Kontseptual'naya model' regional'nogo internet-SMI: kross-kommunikativnyye aspekty: dissertatsiya ... doktora filologicheskikh nauk: 10.01.10 / L.K. Lobodenko. –

М., 2015. – 457 с.

10. Melikhov, D. Veb-analitika: shag k sovershenstvu / D. Melikhov, I. Sarmatov [Electronic resource]. – Access mode : www.spybox.com.ua/blog/analiz-sayta-spravochnik-web-analitika.htm.

11. Servis analitiki sotsial'nykh setey [Electronic resource]. – Access mode : <https://livedune.ru>.

12. Cherednyakova, A.B. Liderstvo v sotsial'no-kul'turnom vzaimodeystvii i yego rol' v formirovanii imidzhevoy kul'tury menedzhera / A.B. Cherednyakova // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2016. – № 5(62). – S. 25–29

13. Shtele, Ye.A. K voprosu o ponyatii «effektivnost'» / Ye.A. Shtele, O.B. Vecherkovskaya // Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika. – 2017. – T. 16. – № 5(464). – S. 935–947.

© Л.К. Лободенко, А.Б. Череднякова, О.В. Перевозова, О.Ю. Харитоновна, 2022

УДК 338.12.017

И.П. ФИРОВА, Т.М. РЕДЬКИНА, В.Н. СОЛОМОНОВА

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет», г. Челябинск

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОМПАНИЙ В ПОСТПАНДЕМИЙНЫЙ ПЕРИОД

Ключевые слова: кризис; меры адаптации; новые технологические решения; пандемия; рост конкурентоспособности.

Аннотация. Цель работы заключается в определении тренда развития отдельных компаний, способных применять в своей деятельности современные технологии в постпандемийный период. Достижению этой цели будут способствовать следующие задачи: исследование мер поддержки со стороны государства во время пандемии, анализ формирующегося потенциала компаний, прогноз перспектив развития компаний. Гипотеза исследования проявляется в сопоставлении мер поддержки со стороны государства со способностью компаний адекватно использовать предлагаемый им инструментарий и условия хозяйствования. В работе нашли применение такие научные методы исследования, как анализ и синтез, индукция и дедукция, моделирование. Достигнутые результаты заключаются в определении тренда развития отдельных компаний, экономики страны после окончания пандемии.

Воздействие коронавируса на экономику стран выявило три общих негативных тенденции: временное прекращение деятельности субъектов хозяйствования, снижение совокупного спроса, рост числа безработных [1; 2]. При этом для каждой из стран указанные негативные тренды характеризовались, в целом, разной скоростью проявления и превалированием одних проблем над другими.

Однако происходящие изменения в экономике стран, связанные с пандемией, не могли рассматриваться как останавливающие процесс их дальнейшего функционирования и развития [4]. Трансформации подверглись меры по последующему обеспечению экономик стран. Скорость таких изменений определялась готовностью экономики той или иной страны к

происходящим преобразованиям [8]. Такое положение, безусловно, можно признать усугубляющим процесс дифференцированного развития экономик стран.

Так, согласно работе [5], экономика Великобритании в период пандемии сократилась почти на 10 %. Число безработных в стране за этот период составило 114 млн человек. Указанные тенденции в материале [5] сопоставляются с глобальным финансовым кризисом 2008 г., после которого сокращение рабочих мест достигало цифр на порядок меньше, чем в 2020 г. Однако, безусловно, следует признать и то, что число рабочих мест в сравниваемые года было изначально разным. Кроме того, отличными представляются и применяемые технологии, а также востребованность тех или иных управленческих мер, способов их реализации.

Так, окончание пандемии связывается в работе [2] с оптимизацией существующих бизнес-моделей, поиском новых направлений снижения издержек, развитием актуальных направлений бизнеса. При этом применительно к разным странам указанный перечень конкретизируется. Так, например, содержание мер, реализуемых в Китае в текущий период времени, схоже с мероприятиями, которые предпринимались руководством страны после эпидемий, затрагивавших страну раньше. Основной из таких мер стала поддержка банковского сектора, по отношению к которому Народным банком Китая был принят комплекс мер, в том числе субсидирование выплат по процентам, стимулирование создания новых онлайн-платформ, компенсация выплат по зарплатам в период простоя, страховых выплат по безработице, выдача стабилизационных кредитов для предприятий, поощрение сотрудничества крупных корпораций с малым и средним бизнесом, поддержка ключевых компаний малого и среднего бизнеса, поддержка цифровизации сервисов (внедрения новых технологий, бизнес-практик, бизнес-моделей), что в конечном итоге позволило снизить налоги для

потребителей [3].

Похожие меры были предприняты и в Республике Корея, Японии, странах Европы. Отличия заключаются лишь в приоритетности реализуемых мероприятий и их объемах, что напрямую связано с количеством поддерживаемых субъектов хозяйствования.

В целом, меры поддержки со стороны государства являются важным аспектом развития экономики страны. Однако также немаловажным выступает то, что любой кризис, к которому относится и пандемия *COVID-19*, предоставляет новые возможности для развития новых рынков и технологий [9]. Наличие временных и финансовых ресурсов для их скорейшего освоения являются тем важным условием, которое будет определять в дальнейшем уровень конкурентоспособности экономики страны на миро-

вом рынке [6].

Так, в работе [7] признается факт того, что к началу пандемии уже назрела острая необходимость в трансформации бизнеса в целом, однако именно пандемия придала ему дополнительный импульс. Среди конкретных решений – переосмысление всей цепочки логистических процессов на основе применения алгоритмов искусственного интеллекта, предиктивной аналитики больших данных посредством внедрения в данный процесс системы принятия решений на основе «цифровой обратной связи».

Таким образом, окончание пандемии станет возможностью для наиболее технологичных компаний, способных своевременно применять новые технологические решения, для укрепления их позиций на рынке.

Список литературы

1. Бикезина, Т.В. § 1.1. Конструирование экономических, социальных и правовых основ современного постковидного общества / Т.В. Бикезина, Т.М. Редькина, И.П. Фирова // Постпандемийное конструирование экономики: инновационно-инвестиционный характер и проектный подход в условиях цифровой трансформации экономических субъектов и бизнес-анализ. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 5–29.
2. Voronkova, O.V. Dynamics of Russia's Main Economic Indicators at the Time of the Pandemic / O.V. Voronkova // Components of Scientific and Technological Progress. – 2020. – No 4(46). – P. 24–28
3. Исследование влияния пандемии *COVID-19* на российский бизнес [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://roscongress.org/materials/issledovanie-vliyaniya-pandemii-covid-19-na-rossiyskiy-biznes/>.
4. Кто во что горазд: как разные страны мира борются с кризисом [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://newizv.ru/article/general/01-04-2020/kto-vo-chto-gorazd-kak-raznye-strany-mira-boryutsya-s-krizisom>.
5. Менеджмент : Учебное пособие / Российский государственный гидрометеорологический университет; ответственный редактор И.Г. Максимова. – Издание 3-е, дополненное и переработанное. – Санкт-Петербург : Центр научно-информационных технологий «Астерион», 2014. – 433 с
6. Постковидное восстановление: экономика некоторых стран потребует больше времени, чтобы прийти в себя [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://finance.rambler.ru/markets/46615541/?utm_content=finance_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink.
7. Редькина, Т.М. Инновационная составляющая региональной стратегии адаптации к климатическим изменениям / Т.М. Редькина, В.Н. Соломонова // Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации : Сборник тезисов Всероссийской научно-практической конференции. – Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2019. – С. 688–689.
8. Филонов Д., Телицына И. Новая эра: как бизнесу развиваться в цифровой реальности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.forbes.ru/partnerskie-materialy-photogallery/402273-novaya-era-kak-biznesu-razvivatsya-v-cifrovoy-realnosti>.
9. Фирова, И.П. Проблема выбора стратегии развития в условиях неопределенности в экономической науке и государственной политике / И. П. Фирова // Наука на рубеже тысячелетий. – 2018. – № 11-1. – С. 131–133.
10. Фирова, И.П. Оптимизация современного бизнес-процесса / И.П. Фирова, Т.М. Редькина, А.В. Осипова // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 3(117). – С. 139–141.

References

1. Bikezina, T.V. § 1.1. Konstruirovaniye ekonomicheskikh, sotsial'nykh i pravovykh osnov sovremennogo postkovidnogo obshchestva / T.V. Bikezina, T.M. Red'kina, I.P. Firova // Postpandemiynoye konstruirovaniye ekonomiki: innovatsionno- investitsionnyy kharakter i proyektnyy podkhod v usloviyakh tsifrovoy transformatsii ekonomicheskikh sub'yektov i biznes-analiz. – Sankt-Peterburg : Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy ekonomicheskiy universitet, 2021. – S. 5–29.
3. Issledovaniye vliyaniya pandemii COVID-19 na rossiyskiy biznes [Electronic resource]. – Access mode : <https://roscongress.org/materials/issledovanie-vliyaniya-pandemii-covid-19-na-rossiyskiy-biznes-/>.
4. Kto vo chto gorazd: kak raznyye strany mira boryutsya s krizisom [Electronic resource]. – Access mode : <https://newizv.ru/article/general/01-04-2020/kto-vo-chto-gorazd-kak-raznye-strany-mira-boryutsya-s-krizisom>.
5. Menedzhment : Uchebnoye posobiye / Rossiyskiy gosudarstvennyy gidrometeorologicheskiy universitet; otvetstvennyy redaktor I.G. Maksimova. – Izdaniye 3-ye, dopolnennoye i pererabotannoye. – Sankt-Peterburg : Tsentr nauchno-informatsionnykh tekhnologiy «Asterion», 2014. – 433 s
6. Postkovidnoye vosstanovleniye: ekonomikam nekotorykh stran potrebuyetsya bol'she vremeni, chtoby priyti v sebya [Electronic resource]. – Access mode : https://finance.rambler.ru/markets/46615541/?utm_content=finance_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink.
7. Red'kina, T.M. Innovatsionnaya sostavlyayushchaya regional'noy strategii adaptatsii k klimaticheskim izmeneniya / T.M. Red'kina, V.N. Solomonova // Sovremennyye problemy gidrometeorologii i ustoychivogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii : Sbornik tezisov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Sankt-Peterburg : Rossiyskiy gosudarstvennyy gidrometeorologicheskiy universitet, 2019. – S. 688–689.
8. Filonov D., Telitsyna I. Novaya era: kak biznesu razvivat'sya v tsifrovoy real'nosti [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.forbes.ru/partnerskie-materialy-photogallery/402273-novaya-era-kak-biznesu-razvivatsya-v-cifrovoy-realnosti>.
9. Firova, I.P. Problema vybora strategii razvitiya v usloviyakh neopredelennosti v ekonomicheskoy nauke i gosudarstvennoy politike / I. P. Firova // Nauka na rubezhe tysyacheletiy. – 2018. – № 11-1. – S. 131–133
10. Firova, I.P. Optimizatsiya sovremennogo biznes-protsessa / I.P. Firova, T.M. Red'kina, A.V. Osipova // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2021. – № 3(117). – S. 139–141.

© И.П. Фирова, Т.М. Редькина, В.Н. Соломонова, 2022

УДК 338.26

Н.А. ГОНЧАРОВА, О.Л. СОКОЛОВА, Ю.Н. БАГМУТ

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет», г. Челябинск

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ СТРАНЫ (НА ПРИМЕРЕ ВЕЛИКОБРИТАНИИ)

Ключевые слова: банковская система; Банк Англии; денежное обращение; специализированные коммерческие банки; инфляция; стратегия финансовой стабильности.

Аннотация. В статье рассмотрены и выявлены ключевые проблемы функционирования банковской системы Великобритании на современном этапе, а также определены перспективы развития банковской системы в меняющихся условиях. Цель статьи – анализ принципов функционирования банковской системы Великобритании в современных условиях. Задачи статьи: выявить проблемы и перспективы развития банковской системы Великобритании. Гипотеза исследования: авторы рассматривают генезис и взаимодействие функционирования денежного обращения и банковской системы. Методы исследования: качественный и количественный анализ функционирования банковской системы Великобритании на современном этапе. Результат исследования: в заключение приведены рекомендации по развитию финансовой системы страны в целом.

Денежное обращение как движение денег в наличной и безналичной формах, связанное с покупкой и продажей товаров, а также оплаты услуг и работ, появилось достаточно давно [4]. Сегодня функционирование какой бы то ни было экономической системы не представляется возможным без грамотной организации денежного обращения. Функционирование денежного обращения обеспечивает экономический рост, а, соответственно, и рост благосостояния населения каждой отдельной страны.

Говоря о денежном обращении, совершенно справедливо следует затронуть банковскую систему, функционирование которой тесно связано с использованием денег. Банковская си-

стема выступает своеобразным работодателем для всех видов денег, поскольку именно кредитные отношения позволяют экономическим субъектам эффективно использовать денежные средства. Банковская система способствует аккумуляции свободных средств и сбережений экономических субъектов, что, соответственно, приводит к их эффективному использованию и развитию хозяйства.

Одной из наиболее развитых банковских систем мира является банковская система Великобритании. Для того чтобы обеспечить устойчивость всей национальной экономики страны, британское правительство сформировало важную экономическую задачу: необходимо стабилизировать деятельность отдельных звеньев финансовой системы. С целью реализации данной задачи был основан Банк Англии как основной макроэкономический регулятор [2].

В современных условиях на Банк Англии возложены обязанности по регулированию и контролю в банковском секторе. Он является расчетным банком для правительства и других государственных структур [3].

Одной из ключевых проблем банковской системы Великобритании является уровень инфляции. Инфляция – это показатель того, насколько цены на товары и услуги выросли с течением времени.

Обычно люди измеряют инфляцию, сравнивая стоимость вещей сегодня с тем, сколько они стоили год назад. Средний рост цен известен как уровень инфляции. Таким образом, если инфляция составляет 3 %, это означает, что цены стали на 3 % выше (в среднем), чем они были год назад [5].

Другой важной проблемой является регулирование и надзор за финансовыми фирмами. Банк Англии регулирует и контролирует некоторые виды финансовых фирм и инфраструктуру финансового рынка, которая обеспечивает

функции, критически важные для финансовой системы Великобритании, такие как платежные системы и клиринговые центры.

Банковская ставка является единственной наиболее важной процентной ставкой в Великобритании. Иногда ее называют «базовой ставкой Банка Англии» или просто «процентной ставкой». Как и любой другой ключевой инструмент, банковская ставка испытывает определенные проблемы.

Комитет по денежно-кредитной политике устанавливает банковскую ставку. Это часть мер денежно-кредитной политики, которые Банк Англии предпринимает для достижения цели, которую ставит перед ним правительство, чтобы поддерживать инфляцию низкой и стабильной.

Изменение банковского курса влияет на то, сколько денег тратит население, а то, сколько люди тратят в целом, влияет на конечную стоимость товаров и услуг. Следовательно, изменение банковской ставки напрямую влияет на изменение цен и уровень инфляции.

В 2020 г. базовая ставка Банка Англии была снижена до 0,1 %. Это поможет ослабить давление на компании, учрежденные в Великобритании, чья деятельность была негативно затронута вспышкой вируса. В сочетании с мерами, которые были также приняты некоторыми крупными банками, такой подход должен обеспечить некоторую краткосрочную помощь компаниям с кредитными обязательствами, которые пострадали от COVID-19.

Следует отметить, что выход Великобритании из Евросоюза (*Brexit*) окажет умеренное негативное воздействие на кредитоспособность страны.

По мнению экономистов, *Brexit* приведет к вялому росту британских компаний в среднесрочной перспективе, снижению инвестиций и неопределенности в отношении будущих торговых соглашений британцев с другими странами [1].

Основные проблемы и перспективные на-

правления развития банковской системы Великобритании изложены в Стратегии финансовой стабильности, разрабатываемой Банком Англии. Целью Стратегии финансовой стабильности Банка Англии является защита и укрепление стабильности финансовой системы Соединенного Королевства.

Стоит отметить, что существенным вызовом для Банка Англии и всей банковской системы Великобритании в целом стала пандемия новой коронавирусной инфекции, разразившаяся в первой половине 2020 г. Банк Англии незамедлительно предпринял ряд мер, направленных на сдерживание негативного влияния пандемии на британскую экономику и банковскую систему.

В частности, были продемонстрированы меры, связанные с поддержкой бизнеса, сдерживанием уровня безработицы и минимизации негативного влияния пандемии после ее окончания. Банк Англии непосредственно сотрудничает с британским правительством для координации и обеспечения максимальной эффективности предпринимаемых мер.

Ключевой мерой Банка Англии в непростое для всего мира время стало снижение процентной ставки до 0,1 %, что должно привести к удешевлению кредитов для бизнеса и домашних хозяйств и снижению издержек, с которыми сталкиваются предприятия и домохозяйства в Великобритании [3].

Таким образом, рассматривая проблемы и перспективные направления развития банковской системы Великобритании, следует сделать вывод о том, что, несмотря на существование спектра разнозначных проблем, банковская система Соединенного Королевства до сих пор остается одной из самых устойчивых в мире. Проблемы, которые в ближайшие годы предстоит решать Банку Англии, органам с регулирующими функциями и другим участникам банковской системы, вряд ли способны нанести существенный вред развитию финансовой системы страны в целом.

Список литературы

1. Merzlyakova, N.V. Investigation of import substitution and expansion impact in Russian foreign economic practice by supply chain strategy / N.V. Merzlyakova, N.A. Goncharova // International Journal of Supply Chain Management. – 2020. – Vol. 9. – No 2. – P. 772–778.
2. Гончарова, Н.А. Модели интернет-монетизации (опыт США) / Н.А. Гончарова, Н.В. Золотарева // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2019. – № 7(97). – С. 124–126.
3. Гончарова, Н.А. Сравнительно-сопоставительный анализ реализации торговых соглаше-

ний канады: «CETA» – «NAFTA» / Н.А. Гончарова, Н.Г. Соснина // Глобальный научный потенциал. – 2018. – № 5(86). – С. 80–81.

4. Концепция финансовой стабильности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bankofengland.co.uk>.

5. Отчет о денежно-кредитной политике [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.bankofengland.co.uk>.

References

2. Goncharova, N.A. Modeli internet-monetizatsii (opyt SSHA) / N.A. Goncharova, N.V. Zolotareva // Nauka i biznes: puti razvitiya. – M. : TMBprint. – 2019. – № 7(97). – S. 124–126.

3. Goncharova, N.A. Sravnitel'no-sopostavitel'nyy analiz realizatsii torgovykh soglasheniy kanady: «CETA» – «NAFTA» / N.A. Goncharova, N.G. Sosnina // Global'nyy nauchnyy potentsial. – 2018. – № 5(86). – S. 80–81.

4. Kontseptsiya finansovoy stabil'nosti [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.bankofengland.co.uk>.

5. Otchet o denezhno-kreditnoy politike [Electronic resource]. – Access mode : <https://www.bankofengland.co.uk>.

© Н.А. Гончарова, О.Л. Соколова, Ю.Н. Багмут, 2022

УДК 69.003.12:658.86

Н.Ю. ЮФЕРОВА, М.А. ДРОЗДОВ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

КРИЗИС НА РЫНКЕ НЕДВИЖИМОСТИ

Ключевые слова: недвижимость; кризис; рынок вторичной недвижимости.

Аннотация. Объектом данного исследования являются жилые объекты вторичного рынка недвижимости Красноярска. Целью исследования является анализ рынка недвижимости в сложившейся кризисной ситуации. В соответствии с целью работы бы поставлены следующие задачи: 1) провести анализ рынка недвижимости в России; 2) рассмотреть зависимость стоимости квартир на вторичном рынке от курса доллара в Красноярске; 3) исходя из анализа, сделать вывод о возможности дальнейших действий и поведения на ранке. Гипотеза исследования: спрос на жилые объекты существенно возрастет, затем очень резко упадет. В работе были использованы корреляционный анализ и аналитический метод. Основные результаты: построен график динамики зависимости стоимости вторичной недвижимости от курса доллара, а также представлен анализ динамики средних цен за квадратный метр в зависимости от доллара на квартиры в Красноярске.

С 24 февраля, когда было объявлено о начале спецоперации на Украине, спрос на жилье вырос в среднем на 10–15 %, при этом начали подниматься цены на недвижимость (в первую неделю на 2–5 %).

Для большей части населения нашей страны это простой и очевидный способ сохранить накопления в нестабильной ситуации. Все это происходит на фоне повышения ключевой ставки до 20 %, приостановки банками сделок и непредсказуемого роста ставок по ипотеке. Для многих встает резкий вопрос: стоит ли покупать сейчас недвижимость, поможет это не потерять средства или, наоборот, разорит.

Так как рынок вторичной недвижимости в ближайшее время окажется под гнетом невероятно высоких ипотечных ставок, предполагается, что уже к концу года произойдет обвал

цен на вторичную недвижимость до 25–30 %. Причиной служит критичный для рынка покупательский спрос, который при ставках больше 16–18 % сводится к невероятно низким значениям.

Поэтому теоретически в данный момент в плюсе те, кто продал имевшуюся у них недвижимость и на волне падения рынка сможет приобрести более комфортное готовое жилье.

Опять же, если на рынок вторичной недвижимости большое влияние имеет покупательский спрос и ажиотаж, то вот рынок первичной недвижимости сейчас будет зависеть в большей мере от дальнейших принятых решений правительства. Этому рынку сейчас нужны в том числе субсидирование процентных ставок на проектное финансирование и сохранение льготных программ ипотечного кредитования на новостройки [3].

И все же рост цен на новостройки – наиболее вероятный сценарий развития событий. Такая уже наблюдаемая в прошлые кризисы тенденция будет связана в большей степени с попытками заработать на ажиотажном спросе, фактами удорожания строительных материалов, многие из которых являются импортными, и, соответственно, закуп их происходит в иностранной валюте, курс которой крайне не стабилен, а также нарушением логистических цепочек, связанным с нововведенными санкциями [1].

Что же касается процентной ставки, от которой так много зависит в ценообразовании, с самого начала Центральный банк (ЦБ) объявил о ее повышении до 20 %. Вероятно, это не предел, что повлекло за собой рост стоимости рублевых депозитов и ипотеки до 21–23 % годовых и еще больший рост инфляции. Исходя из этого, можно смело сделать вывод о том, что рынок ипотеки парализован и наверняка еще долго не сможет оправиться от этого шока. От полной стагнации рынок разделяют только покупатели с «живыми» деньгами, то есть около 30–40 %, а также альтернатива на вторичном

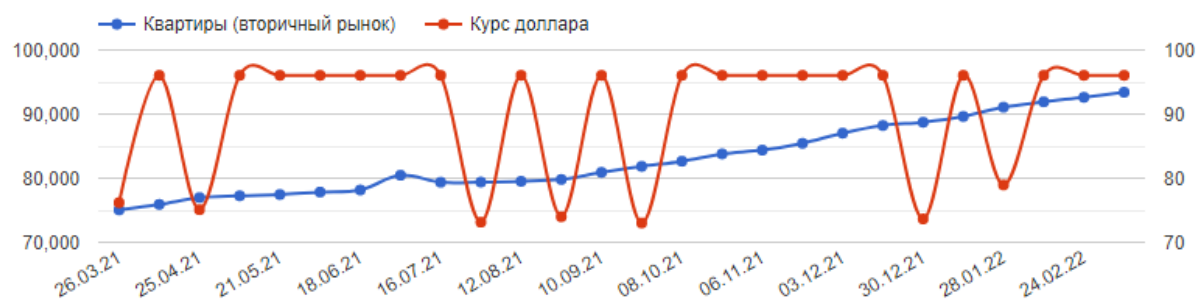


Рис. 1. Индекс недвижимости в Красноярском крае

Даты	Квартиры (вторичный рынок), за м ² , руб.	Изменение	Курс доллара	Изменение
10 марта 2022	93408.85	+0.84%	116.0847	+30.72%
24 февраля 2022	92620.53	+0.76%	80.4194	+7.08%
11 февраля 2022	91916.13	+0.91%	74.7241	-5.65%
28 января 2022	91079.9	+1.6%	78.947	+5.55%
14 января 2022	89625.53	+1%	74.5686	+1.23%
30 декабря 2021	88730.6	+0.58%	73.6514	-0.11%
19 декабря 2021	88220.18	+1.35%	73.733	-0.45%
03 декабря 2021	87030.33	+1.83%	74.0637	+1.97%
19 ноября 2021	85436	+1.24%	72.6022	+1.54%
06 ноября 2021	84374.18	+0.69%	71.4876	+0.7%
22 октября 2021	83790.33	+1.36%	70.9904	-1.82%
08 октября 2021	82647.18	+0.98%	72.2854	-1%
26 сентября 2021	81840.05	+1.13%	73.0081	-0.17%
10 сентября 2021	80914.7	+1.38%	73.129	-1.17%
28 августа 2021	79799.98	+0.36%	73.9866	+0.02%
12 августа 2021	79511.4	+0.15%	73.9695	+1.12%
31 июля 2021	79391.35	+0.03%	73.1388	-1.48%
16 июля 2021	79367.18	-1.38%	74.2197	+1.77%
02 июля 2021	80462.23	+2.86%	72.9086	+0.55%
18 июня 2021	78160.88	+0.42%	72.5048	-1.05%
04 июня 2021	77829.75	+0.49%	73.2636	-0.46%
21 мая 2021	77452.2	+0.25%	73.6007	-0.73%
09 мая 2021	77256.68	+0.36%	74.1373	-1.28%
25 апреля 2021	76978.73	+1.39%	75.0893	-2.68%
09 апреля 2021	75905.23	+1.12%	77.1011	+1.2%
26 марта 2021	75054.57		76.1741	

Рис. 2. Динамика средних цен

рынке.

В такой неоднозначной ситуации, вероятно, самым правильным решением сейчас будет повременить с получением ипотечного кредита.

Все скидки и субсидии сейчас могут предоставляться только за счет средств застройщика, соответственно, они будут учтены при формировании цен на недвижимость.

Опять же, многое зависит от цели приобретения: если это не срочная инвестиция, а долгожданная и необходимая покупка, то наверняка стоит выждать и подгадать момент. Ажиотажный спрос и взлет цен – явление временное, рано или поздно рынок стабилизируется [2].

По мнению экономиста Олега Иванова, существенно сократится возможность людей брать ипотеку из-за поднятия ключевой ставки до 20 %. А так, покупательская способность рубля, очевидно, снижается, причем существенно, на те товары и услуги, в которых заложена импортная составляющая. По прогнозу эксперта спрос будет возрастать, но лишь в ближайшей перспективе, затем, по смягчению событий на Украине, рынок стабилизируется, но к тому моменту у населения покупательская способность снизится в разы и, как следствие, спрос станет намного меньше.

Если рассмотреть вопрос о стройке собственного дома, то увы и ах, но и рынок загородной недвижимости ожидает взлет цен на 30–35 % в краткосрочной перспективе в связи с увеличением стоимости инструментов и строительных материалов. Что показал данный рынок в первые же дни кризисной ситуации. Так, например, стоимость газоблока уже выросла с 9 до 13 тысяч рублей, а инженерное оборудование взлетело в цене на 30 %. Также ясно, что вслед будет взлетать цена на дерево, камень, ще-

бень, фальц от 25 % до 40 %. А повышение цен на импортные стройматериалы (окна, кровельные, отделочные материалы фасадов, отопительное оборудование, электропроводка и оборудование энергоснабжения) даже сложно спрогнозировать [3].

Что же касается ситуации с недвижимостью в Красноярске и крае в целом, рассмотрим график недвижимости на вторичном рынке, показывающий динамику изменения цен по продаже квартир в Красноярском крае (рис. 1).

Также стоит рассмотреть динамику средних цен и обратить внимание на изменение в процентном отношении (рис. 2).

Исходя из данных таблицы, в настоящий момент рынок вторичной недвижимости Красноярского края стремительно пополз вверх. Но, несмотря на это, тенденция поведения людей в кризис и периоды девальвации валюты всегда одна: обзаводиться материальными вещами и пытаться вложить свои накопления куда-либо. Так и сегодня наблюдается процесс избавления от рублей: скупке подлежит фактически все.

Но хочется предостеречь людей от паники и сообщить, что покупать квартиру будет правильно сейчас только в двух случаях: если вам негде жить и если у вас одобрена ипотека по хорошей ставке. Все! В любом другом случае – лучше не идти на сделку. Не бежать, не хватать, не брать.

Список литературы

1. РИА новости [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://realty.ria.ru/20220303/krizis-1776214498.html>.
2. Юферова, Н. Ю. Применение геоинформационных технологий в оценке недвижимости / Н.Ю. Юферова, М.А. Дроздов, Д.В. Курако // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2020. – №12(114). – С. 284–286.
3. Юферова, Н.Ю. Математическое моделирование стоимости объектов недвижимости / Н.Ю. Юферова, М.А. Дроздов. – Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 8(122). – С. 76–82.

References

1. RIA novosti [Electronic resource]. – Access mode : <https://realty.ria.ru/20220303/krizis-1776214498.html>.
2. YUferova, N.YU. Primenenie geoinformacionnyh tekhnologij v ocenke nedvizhimosti / N.YU. YUferova, M.A. Drozdov, D.V. Kurako // Naukaibiznes: putirazvitiya. – M. : TMBprint. – 2020. – №12(114). – S. 284–286;
3. YUferova, N.YU. Matematicheskoe modelirovanie stoimosti ob»ektov nedvizhimosti / N.YU. YUferova, M. A. Drozdov. – Naukaibiznes: putirazvitiya. – M. : TMBprint. – 2021. – № 8(122). – S. 76–82.

УДК 69.003.12:658.86

Н.Ю. ЮФЕРОВА, М.А. ДРОЗДОВ

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

РАЗРАБОТКА ГИС-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ЦЕНЫ ЖИЛЫХ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Ключевые слова: геоинформационная система; ГИС-технология; модель оценки; недвижимость.

Аннотация. Объектом данного исследования являются жилые объекты вторичного рынка недвижимости Красноярска. Целью исследования является разработка ГИС-приложения, позволяющего в режиме реального времени рассчитывать стоимость жилого объекта. В соответствии с целью работы были поставлены следующие задачи: 1) сформировать базу данных объектов недвижимости; 2) разработать ГИС-приложение, позволяющее в режиме реального времени вычислять стоимость квартиры; 3) разработать пользовательский интерфейс для удобства работы с ГИС-приложением. Гипотеза исследования: стоимость жилых объектов существенно зависит от местоположения объекта и его физических характеристик. В работе были использованы методы пространственного анализа – элементарный пространственный анализ: определение местоположения объектов, определение объектов на основе их атрибутов, вычисления с геометрическими объектами высокого уровня (линейные, площадные). Основные результаты: разработано ГИС-приложение, позволяющее в режиме реального времени вычислять стоимость интересующего жилого объекта.

В практике оценки недвижимости используют три основных подхода к определению ее стоимости: затратный, сравнительный и доходный. При оценке вторичного жилья риэлторами чаще всего применяется сравнительный способ или метод сравнения продаж [1]. Применяя ГИС-технологии, оценщики могут усовершенствовать стандартные методики и уменьшить

трудозатраты. В данной работе приведены основные этапы создания ГИС-приложения, позволяющего в автоматическом режиме определять стоимость объекта недвижимости и производить анализ сложившейся ситуации на рынке жилья Красноярска.

Для создания ГИС-приложения была использована модель оценки стоимости жилья, полученная традиционным способом на электронной карте города, которая включает в себя слой оценочных районов города [2; 4].

Пространственный анализ является одним из основных способов (методов) интерпретации данных, используемых в геоинформатике. Это набор алгоритмов (функций), обеспечивающих анализ местоположения (размещения), связей и иных пространственных отношений пространственных объектов, включая анализ зон видимости/невидимости, анализ соседства, анализ сетей, создание и обработку цифровых моделей рельефа и т.д. Пространственный анализ в совокупности с геомоделированием составляют основу геоинформационного анализа.

В работе использовался ряд методов пространственного анализа – элементарный пространственный анализ: определение местоположения объектов, определение объектов на основе их атрибутов, вычисления с геометрическими объектами высокого уровня (линейные, площадные) [1].

База данных по продажам рынка жилья Красноярска формировалась в табличном редакторе *Microsoft Excel* и далее конвертировалась в формат ГИС *MapInfo* [3].

Среди основных функциональных возможностей данного программного продукта можно отметить следующие:

- поиск интересующего объекта по адресной информации – улице, номеру дома;
- вычисление стоимости квартир для най-

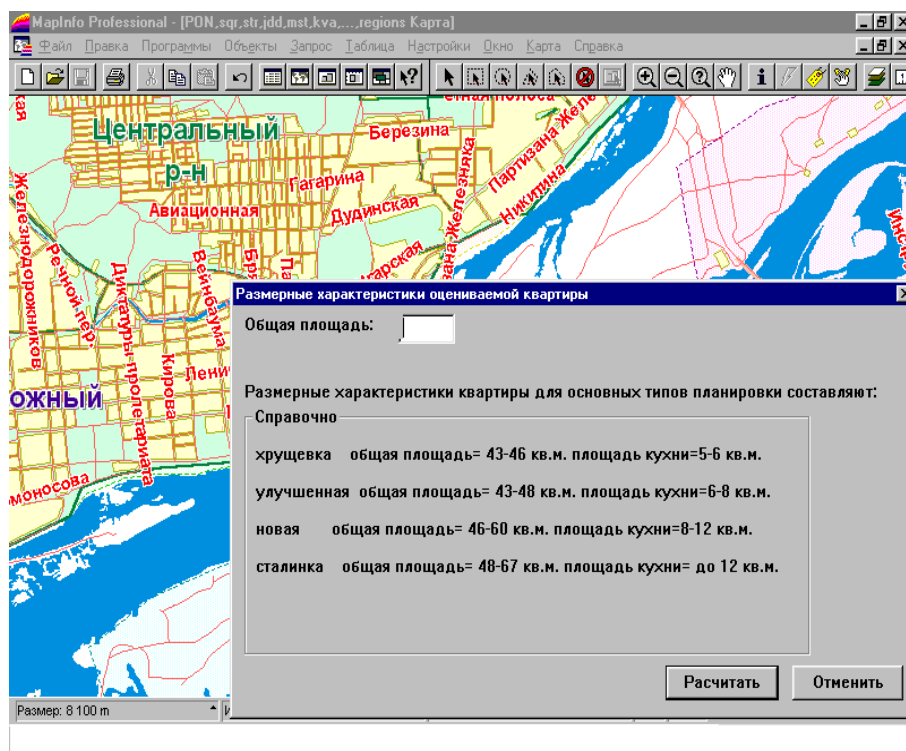


Рис. 1. Окно расчета цены квартиры

денных при помощи механизмов поиска либо вручную объектов недвижимости. Перед началом расчета стоимости пользователь должен ввести требуемые методикой расчета параметры квартиры и выбрать интересующую методику расчета;

- при помощи специального инструмента получение подробной адресной и архитектурно-планировочной информации для домов и квартир.

- формирование запросов и выделение на карте интересующих объектов по имеющимся в слоях карты атрибутивным признакам.

- возможность пополнения базы данных архитектурно-планировочной информации для домов и квартир в трех режимах: 1) при помощи экспорта из внешних источников; 2) в результате ввода данных для вычисления стоимости квартир; 3) при помощи ручного редактирования таблиц атрибутов для домов и квартир;

- возможность хранения курса валюты в специальной таблице и использования его по выбору пользователя на интересующий день оценки жилья.

Разработан пользовательский интерфейс для удобства работы с ГИС-приложением. При

запуске программного продукта на экране появляется пользовательская панель, состоящая из трех кнопок:

- кнопка со знаком вопроса (этот инструмент позволяет запускать расчет стоимости квартиры);
- кнопка с буквой (хранит информацию о программе);
- кнопка с красным кругом (завершает работу программы).

Разработанный программный продукт дает возможность пользователю в автоматическом режиме вычислять стоимость квартиры, расположенной в любой точке города, зная определенный набор характеристик квартиры.

Расчет цены квартиры начинается с того, что пользователь определяет оценочный район на карте города путем выбора мышью.

Далее на экране последовательно появляются окна, помогающие пользователю определиться с качественными и размерными характеристиками квартиры. С особенностями уравнения связана последовательность окон, появляющихся в процессе расчета цены квартиры. Следующим окном будет окно с вопросами, касающимися удобств квартиры.

Последним окном будет окно, представ-

ленное на рис. 1, касающееся размерных характеристик квартиры. Для удобства работы пользователя в окне прописана подсказка, связывающая тип планировок и размерные характеристики квартиры. Стоит напомнить о разделении на типы планировок, поэтому нет четких цифр касающихся размера общей площади квартиры и площади кухни, а представлены пределы изменения этих параметров.

ГИС-приложение – это результат слияния электронной карты и модели массовой оценки жилья, полученной традиционным способом,

олицетворяет собой принципиально новый подход к оценке объектов недвижимости и управлению рынком недвижимости.

ГИС, содержащие модели массовой оценки объектов недвижимости, получают широкое распространение среди организаций, занимающихся управлением рынком недвижимости. Особенно большую роль геоинформационные системы будут играть при проектировании новых коммуникаций в уже застроенных районах, выбора оптимальных мест для строительства новых торговых точек.

Список литературы

1. Сенашов, С.И. Эконометрическое моделирование стоимости жилья в Красноярске: монография / С.И. Сенашов, Н.Ю. Юферова, Е.Л. Вайтекунене. – Красноярск : Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2015. – 178 с.
2. Юферова, Н.Ю. Определение факторов, влияющих на результаты математического моделирования оценки стоимости вторичного жилья / Н.Ю. Юферова, М.А. Дроздов // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2020. – № 12(114). – С. 281–283.
3. Юферова, Н.Ю. Применение геоинформационных технологий в оценке недвижимости / Н.Ю. Юферова, М.А. Дроздов, Д.В. Курако // Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2020. – №12(114). – С. 284–286.
4. Юферова, Н.Ю. Математическое моделирование стоимости объектов недвижимости / Н.Ю. Юферова, М.А. Дроздов. – Наука и бизнес: пути развития. – М. : ТМБпринт. – 2021. – № 8(122). – С. 76–82.

References

1. Senashov, S.I. Ekonometricheskoe modelirovanie stoimosti zhil'ya v Krasnoyarske: monografiya / S.I. Senashov, N.YU. YUferova, E.L. Vajtekunene. – Krasnoyarsk : Sib. gos. aerokosmich. un-t, 2015. – 178 s.
2. YUferova, N.YU. Opredelenie faktorov, vliyayushchihnarezul'taty ma-tematicheskogo modelirovaniya ocenki stoimosti vtorichnogo zhil'ya / N.YU. YUferova, M.A. Drozdov // Naukaibiznes: putirazvitiya. – M. : TMBprint. – 2020. – № 12(114). – S. 281–283.
3. YUferova, N.YU. Primenenie geoinformacionnyh tekhnologij v ocenke nedvizhimosti / N.YU. YUferova, M.A. Drozdov, D.V. Kurako // Naukaibiznes: putirazvitiya. – M. : TMBprint. – 2020. – №12(114). – S. 284–286.
4. YUferova, N.YU. Matematicheskoe modelirovanie stoimosti ob»ektov nedvizhimosti / N.YU. YUferova, M.A. Drozdov. – Naukaibiznes: putirazvitiya. – M. : TMBprint. – 2021. – № 8(122). – S. 76–82.

© Н.Ю. Юферова, М.А. Дроздов, 2022

Abstracts and Keywords

D.O. Bukhonov

The Importance of Statistical Power in A/B Testing

Keywords: A/B testing; statistical power; information technology.

Abstract. The study focuses on the problem of calculating the statistical power in the framework of the trends of modern information problems and the criteria for their formulation. The hypothesis of this study is the actualization of the main causes of unreliable results of statistical studies. Statistical power is indicated as a rationale for the effectiveness of the initial split testing data. The study summarized the requirements for the statistical power of testing, which implies the most objective result. The author came to the conclusion that an effective study involves a thorough analysis and consideration of key indicators that affect the statistical power, which makes it necessary to carefully prepare before starting testing.

E.A. Imangulov, A.M. Khafizov

The Advanced Process Control System Based on Virtual Product Quality Analyzers

Keywords: virtual analyzer; monitoring; data analysis.

Abstract. The use of APC-systems abroad indicates that they perform the functions of stabilizing the technological process (TP) and changing the regime, in general, more efficiently than operators and, no less important, simultaneously optimize the TP according to economic or technical and economic criteria. At Russian enterprises, APC-systems have appeared recently, but the relatively short experience of their operation fits well into the mainstream of the world.

N.A. Kovalenko, I.V. Prakhov, K.A. Kryshko, E.I. Akhmetshina

Application of an Advanced Process Control System to Control the Rate of Coking in Pyrolysis Furnaces

Keywords: digital twin; mathematical model; reactor; Yokogawa Centum VP.

Abstract. The development of digital twins is quite a complex process, which requires taking into account a large number of diverse factors affecting the future operation of the simulated object. All control processes of technological objects are almost unique, and their work also goes on a different scenario, hence it follows that objects react differently to certain factors in their own way. That is why the exact and elaborated base of the object is laid at the design stage for further implementation of the digital twin. It is proposed to implement the digital twin in one of the most functional programming environment of Yokogawa, which includes the whole range of functions, for realization of both complex and simple technical objects.

A.A. Safikanov, A.M. Khafizov

Application of an Advanced Process Control System to Control the Rate of Coking in Pyrolysis Furnaces

Keywords: virtual analyzer; coking; pyrolysis furnaces.

Abstract. Theoretical and experimental research methods were used during the project implementation. Theoretical studies were carried out on the basis of the study of APC technology, the principles of software operation with virtual analyzers and simulation. In experimental studies, in order

to increase the life cycle of pyrolysis furnace coils, a mathematical model was used, built on the basis of the initial data obtained from the selected object, and software was developed.

S.S. Mikhaylova, E.A. Khalmakshinov

An Algorithm of Data Analysis on Graph Structures

Keywords: graph algorithms; graphs; graph DBMS.

Abstract. This article describes a study on the development and implementation of an algorithm for data analysis on graph structures. The main goal of the algorithm is structuring and bringing graph data to a relational format with the possibility of visualizing them on graphs (bar, line, etc.), thereby providing the greatest flexibility for data analysis, eliminating the problems of overlaying vertices and links, as well as displaying attribute composition of entities in attribute-oriented graphs.

Thus, the developed algorithm will facilitate the process of data analysis on attribute-oriented graphs that contain a large number of vertices.

V.O. Artyushin, K.Y. Dereguзов, M.O. Ryabinin, V.P. Plotnikov

Anomaly Detection in Multivariate Sensor Time Series Using Machine Learning

Keywords: anomaly; outlier; time series; clustering.

Abstract. The study aims to improve the efficiency of wastewater composition control. The research tasks are the development of a method for detecting anomalies in time series. The research methods are cluster analysis, and data visualization. The results are as follows: an effective method for finding anomalies in the time series using cluster analysis has been developed.

V.D. Askretkova

Using the “Real Statistics Using Excel” Tool to Build an ARIMA Time Series Model

Keywords: time series; ARIMA model; forecasting; Excel.

Abstract. The purpose of the paper is to consider ways to predict the values of a time series using the “Real Statistics Using Excel” tool and the ARIMA model. General information about time series, ARIMA models, as well as basic concepts necessary for the application of the ARIMA model for forecasting purposes is presented. The analysis of the “Real Statistics Using Excel” tool is performed, the process of setting it up, creating an ARIMA time series model and predicting values based on it is described. The result is the constructed ARIMA model and the time series values predicted with its help.

R.I. Ayupov, A.S. Khismatullin, M.R. Minlibayev, D.A. Gresev

Simulation of the Plate Resonator of a Vibrating Viscometer

Keywords: viscosity; model; resonator; vibration viscometer.

Abstract. Currently, there is a wide range of methods and technologies for determining the viscosity of oil and oil products, but not all devices meet the requirements for them. In connection with the foregoing, the improvement of existing technologies and means for determining the viscosity of oil and oil products seems to be an urgent problem. On the basis of Arduino uno, a mock-up circuit of a vibrational viscometer is assembled. The circuit used in the simulation includes an excitation signal source that is designed to bring the system out of equilibrium. This is done using a constant voltage source that charges the capacitor of the resonant circuit. The excitation signal is generated using a powerful operational amplifier. A signal is fed to its input from an inverting adder, which is also

implemented on an operational amplifier. A signal from the source is fed to one input of the adder, and a signal from the follower of the feedback signal voltage is fed to the second input. It is used to have a high input voltage and as a result not load the potentiometer, which is used to adjust the feedback signal. An XSC1 oscilloscope is used to observe the waveform, and an XFC1 frequency counter is used to measure the frequency. The aim of the study is modeling and experimental verification of free damped oscillations of a plate resonator of a vibratory viscometer for oil and oil products. The research objectives are to simulate a plate-type resonator in the mode of free damped oscillations and to conduct an experimental study of a plate-type resonator in the mode of free damped oscillations.

K.Yu. Dereguзов, V.O. Artyushin, I.A. Volosnikova, V.N. Trubitsin

Calculation of Agricultural Production Costs by Forecasting Technological Maps

Keywords: IoT; predictive analysis; agriculture; farming.

Abstract. The study aims to create a model for forecasting the costs of cultivating grain crops. The research tasks are the development of a prototype model for the formation of technological maps with an estimate of the cost of growing grain crops during one season. The research hypothesis is based on the assumption that using historical data of an agricultural company, it is possible to form a technological map and predict the use of enterprise resources for the complete process of growing agricultural crops. The research methods are predictive analysis, machine learning, and correlation analysis. The results are as follows: a prototype model for the formation of technological maps with an estimate of the cost of cultivating grain crops during one season has been developed.

D.S. Zaitsev

Basic Technologies for Forming Information Resources: Theoretical Aspect

Keywords: information; informatization; information systems; information resources; formation of information resources.

Abstract. The purpose of the paper is to analyze the basic technologies for the formation of information resources. The research tasks are to consider the concept, essence and specific properties of information resources, which fundamentally distinguish them from traditional types of resources, such as inexhaustibility, permanent increase, composition variability leading to market dynamism, the possibility of moral obsolescence, the absence of restrictions on storage time and expansion volume, various rates of aging of individual parts, the inseparable unity of the constituent elements and the possibility of repeated sale as a commodity. The goals and objectives of the formation of information resources are considered; the role of effective technologies for the formation and functioning of information resources in balancing and improving the quality of management, production and other processes and increasing the competitiveness of the user of information resources is noted. Methods of analysis and synthesis of scientific publications and literary sources on the topic were used. The properties of information objects that are accumulated, processed and distributed in information systems are revealed.

M.A. Orlov, K.A. Nechaev, N.A. Ivanov

Problems of Cryptographic Strength in Modern PRNGs

Keywords: PRNG; cryptographic strength; information protection; reverse engineering.

Abstract. The article is the final one in the series of works devoted to using pseudo-random number generators (PRNG) to solve simulation modeling problems and ensure the storage and transmission of information in the construction industry. The purpose of this research is to test the cryptographic stability of the four most commonly used PRNGs: the Mersenne Twister, the linear congruential generator, the Blum-Blum-Shub, and the Fortuna. The instrumental basis of the study is the algorithms of reverse

analysis of previously considered generators. The experiments were conducted using the values of the generator parameters selected by the authors at the first stage of the study. The results obtained during the experiments allow us to conclude about the possibility of using algorithms to protect information. Limitations were formed for some generators hindering the use of these algorithms in simulation modeling.

A.A. Osnach, A.A. Nurgaleev, D.A. Sidorov, A.S. Khismatullin

Prediction of Damage Distribution of Power Transformers

Keywords: analysis; model; harmonics; Fourier transform; device.

Abstract. With the age of an oil-filled transformer, the need to know its internal technical condition grows. In this regard, various methods have been developed for diagnosing power oil transformer systems. Online monitoring of serviceable transformers is carried out continuously during operation and makes it possible to record relevant parameters that may affect the duration of the transformer. The evaluation of these data makes it possible to detect a transformer failure at an early stage, which is important. Also, diagnostics of transformers is carried out during scheduled checks or when the transformer has already failed and turned off. The paper proposes an intelligent system for predicting power oil transformers of the systems by which they operate. This allows to assess the technical condition of the power transformer more accurately and timely, to develop a more efficient strategy for its operation, preventive inspections, maintenance and repair. The relevance of the work is due to the need to predict the operating modes of power transformer equipment to improve the reliability of the power supply system.

The aim of the study is to improve the accuracy of operation and operation of power oil transformers using neural networks in the Deductor program. Based on the goal, the main tasks are formulated as follows: to conduct a full analysis of statistical data; to develop on their basis an intelligent system for online prediction of future damage to power transformers by nodes and voltage classes.

Statistical analysis of recorded failures allows you to predict the probability of failure in the future. Equipment reliability data is also essential when assessing the overall reliability of an electric power system.

E.G. Ryzhikova

Methodology for the Development of Multi-Level Evaluation Scales Based on Mathematical Methods of Analysis of Expert Assessments

Keywords: qualitative features; concordance coefficient; multilevel evaluation scales; expert assessments.

Abstract. The purpose of the article is to present a methodology for the development of multi-level evaluation scales based on mathematical methods of analysis of expert assessments. The research tasks are: to study the methods of analysis of expert assessments, to consider the types of scales in measurement theory, to develop the main steps of the methodology, and to perform its testing. The hypothesis is that it is possible to increase the efficiency of the analysis of qualitative features of the studied objects by using multi-level scales and expert assessments. Methods of analysis, ranking, comparison, scaling were used. As a result, a methodology for the formation of multi-level evaluation scales has been developed, which turns out to be effective in analyzing qualitative data and finding optimal solutions.

A.V. Krasov

Detection Methodology for Potential Use of Software in Trusted Zone to Create Non-Traditional (Steganographic) Channels

Keywords: FW; Unix; Linux; Trusted Computing Environment; assembler; Certification Centre.

Abstract. This article considers the development of a trusted computing environment (hereinafter referred to as TCE) based on the introduction of forensic watermarks (hereinafter referred to as FW) in the modules of a software product of a Unix-like operating/Linux system (hereinafter referred to as Linux OS). One of the threats that an information security operator faces is the illegal use of a program or its components by unscrupulous competitors as the part of “foreign” programs. Thus, the thing is about sharing a license key and a FW, which can act as a comprehensive security solution for the Linux OS. The foregoing confirms the relevance of creating a methodology to develop a trusted environment in Unix-like environments based on the introduction of FW. In this paper, we consider the parameters of FW use, and the allowable memory of Unix-like systems.

A.V. Krasov

Information Security Violator Model Using Steganographic Interaction Channels

Keywords: FSTEC; GOST R 53113.1-2008; Steganography; Trojan virus Shlayer.

Abstract. The classification of information transformation steganographic methods is described in the basic model of personal data security threats during their processing in personal data information systems, approved by the FSTEC of the Russian Federation in 2008. The analysis of existing programs creating steganographic channel development shows that most of the methods presented in it have remained unclaimed in practice. At the same time, new methods have appeared that are not included in this model. The article presents the results of the work on the Grant-IB 5/2020 project, and the proposals for the basic model improvement.

S.V. Taranov

Data Integrity System Model Based on LDPC and AMD Codes

Keywords: codes with a low density of parity checks; codes that detect algebraic manipulations; integrity of data storage systems.

Abstract. The article presents a model of a data integrity system based on LDPC and AMD codes. The subsystems responsible for preprocessing, data encoding and decoding processes are described. Separately, a mechanism for countering attacks based on the introduction of algebraic manipulations, which works in parallel with the detection of random distortions, is described.

A.S. Abelyan, N.V. Rodomanov

The Two-Way Transfer of Information in Fiber Optical Systems

Keywords: data transmission; optics; attenuation; signal absorption; energy potential.

Abstract. The aim of the study is to organize efficient two-way information transfer in fiber-optic systems. The tasks to be completed are the processes of signal attenuation in the frequency division mode. It is hypothesized that absorption losses in certain regions of the spectrum are due to transitions between atomic levels and thermal losses. The method of decoding polar codes is used as a tool for ensuring line noise immunity. The advantage of polar codes capable of providing higher bandwidth

optical systems is described.

N.Yu. Kovelonov, A.A. Gribanov, M.Yu. Feoktistov

Improving the EDM Drilling Technique for Processing Complex-Shape Tooling Punches

Keywords: powder metallurgy; press tooling; carbide punches; complex-shape electrodes; efficiency improvement.

Abstract. The paper discusses the problem of improving the time for processing small batches of the complex-shape tooling punches through using finishing electrodes optimized during prior processing cycle. The target is to modify and test an improved EDM drilling technique and to show greater processing efficiency. The main research approach is lean production. The improved technique demonstrates a number of advantages over the prior EDM drilling method.

N.Yu. Kovelonov, M.Yu. Feoktistov, A.A. Gribanov

Improving the Polymer Mould Filling Process for Vial Production

Keywords: powder metallurgy; cutting insert blanks; vibration mill; polyurethane; filling technology.

Abstract. The paper deals with finding the substitute material for production of the liner vial to be used in vibration mill through researching more affordable material alternatives, such as Erapol SDR55A polyurethane that meets all property specifications.

Failure of the rubber-based vials used previously in the vibration mill drove this search for better vial material alternatives. Research results offer improved process for manufacturing such vials using more affordable substitute material with better processability.

A.A. Fedorov

The Influence of Technological Parameters of the Process of Vacuum-Injection Impregnation on the Electrical Strength of the Insulation of a High-Voltage Electric Motor

Keywords: stator; vacuum injection impregnation; polymerization; main wall insulation.

Abstract. The purpose of this paper is to study the effect of technological parameters of the process of vacuum-injection impregnation on the electrical strength of the insulation of a high-voltage electric motor. To achieve this goal, it is required to analyze the effect of the vacuum level, the pre-drying time in vacuum, and the rate of pressure increase during the vacuum-pressure impregnation process on the electrical properties of the insulation system. The hypothesis of the study is as follows: the electrical characteristics of the high-voltage motor case insulation depend not only on the types and characteristics of mica tapes and impregnating compositions, but also on the influence of technological modes during vacuum-injection impregnation. The research methods are analysis of experimental data obtained in the course of this work. As a result of the research, the influence of the level of vacuuming, the time of pre-drying in vacuum, the rate of pressure increase during the process of vacuum-injection impregnation was considered. Recommendations are given for variation of technological parameters and improvement of final electrical characteristics of main wall insulation.

Improving the Design of Lifting the Brush Assembly in Asynchronous Motors with a Phase Rotor

Keywords: asynchronous motor; slip rings; brush assembly.

Abstract. The main objective of this paper was to develop changes in the design of the brush-contact assembly of an asynchronous motor with a phase rotor in order to improve the ease of assembly manufacturing, increase the efficiency and manufacturability of the product. The paper analyzes the common lifting designs of the brush-contact assembly of an asynchronous motor with a phase rotor. The article uses methods of comparative analysis, and in the technical development of the node, methods of new production technologies were used: additive technologies, 3D modeling technologies.

M.G. Bashirov, N.D. Dyuldin, I.S. Vasiliev, D.A. Sidorov

Electromagnetic Spectral Method for Diagnosing a Generator

Keywords: generator; diagnostics; research of electric generator; electromagnetic spectral method.

Abstract. During the operation of the generator, the need to know its technical condition increases. In this regard, extensive diagnostic methods have been developed for the technical and electrical condition of the generator. The electromagnetic spectral method makes it possible to record the harmonic oscillations of a working generator, in order to analyze them and identify malfunctions. The paper proposes a study of typical generator defects that were identified during spectrum analysis by the electromagnetic spectral diagnostic method. This method can guarantee an accurate determination of all the faults present in order to eliminate them further without loss of time. The relevance of the study is due to the need to assess the condition of the working generator, without interrupting the operation of the installation, and without leading to losses in electricity generation. The purpose of the paper is to study the defects that occur during the operation of generators, by applying the electromagnetic spectral method of diagnostics of electric generators, and further analysis of the identified malfunctions in order to increase the efficiency of the process of diagnostics of electric generators. Proceeding from the set goal, the following tasks were completed: the electromagnetic spectrum that occurs due to generator defects were studied; typical generator defects were investigated. The analysis of the fixed defects allows you to accurately determine the nature of the generator malfunction by its harmonic spectrum. The data obtained during the study are necessary for a faster and more successful assessment of the state of the operating generator.

M.V. Boev, S.A. Mirzoev, A.S. Khismatullin

The Efficient Transformer Cooling System

Keywords: cooling; transformer; SF₆; efficiency; bubbling; circulation.

Abstract. Today in Russia, in connection with sanctions and attempts at technological isolation, the problems associated with the technical re-equipment of industry and the elimination of the technological backlog from industrialized countries are especially acute. One of such tasks is to increase the cooling efficiency of power oil transformers, the traditional cooling systems of which do not provide heat removal from current-carrying elements, reducing their reliability. The goals and objectives of the study are to increase the efficiency of cooling systems for power oil transformers, which allows increasing their service life and operational safety, since one of the main reasons for the failure of transformers is the inefficiency of oil cooling systems; increasing the efficiency of the cooling system of power oil transformers, it is recommended to cool the oil with circulating gas to bubbles and subsequent thermoelectric cooling, while the circulation and gas cooling systems turn on automatically at high loads, the design and operation of the proposed oil cooling system is provided by transformers. In this article, to improve the reliability of the equipment under consideration, it is proposed to improve its cooling

systems; the parameters are calculated taking into account the energy-exchange elements of dissipation of the generated dynamic power.

V.A. Kirsanov, V.M. Berdnik, V.G. Tamadaev

Comparative Tests of Shelf Air Classifiers of Loose Materials

Keywords: air classification; pneumoclassifier; gravity pneumatic classification; separation chamber; shelving apparatus; separation of loose materials; efficiency of the separation process.

Abstract. The analysis of the results of experimental studies to identify the effectiveness of the process of separating loose materials into fractions in air classifiers with various designs of loose shelves is carried out. The main objective of the research was to establish a rational area of use for each type of shelves. The optimal value of the solid phase load and gas velocity for the shelf apparatuses under study is revealed. It is proved that the quality of the upper and lower separation products is also directly dependent on the design of the shelves. With the help of optimization criteria and parameters, the efficiency of separation of loose materials in the considered pneumatic classifiers is determined.

S.B. Belova, I.Yu. Starchikova

The Analysis of the MSW Management System Development in the Moscow Region

Keywords: environment; sociological survey; solid household waste; sustainable development; eco-socio-economic system.

Abstract. The article is devoted to the study of the issue of solid waste management on the basis of the sociological survey conducted among the population of the Moscow region in 2021. The purpose of the study is to survey the population of Moscow region; to analyze the level of motivation, eco-education and eco-culture of the respondents; to study the current experience of using to improve the management of MSW. The relevance of the problem is conditioned by the fact that in the conditions of the rubbish reform slowdown, the society shows lower interest in separate waste collection, which, in turn, affects the environmental consciousness of the population. The research material was the responses of about 1 500 respondents in forty-one districts of the Moscow region by filling out Google forms. Research methods: search, comparative, descriptive, method of dictionary definitions, method of analysis, systematization and generalization. The authors assumed that the analysis of the current situation with municipal solid waste will contribute to the improvement of the situation in the Moscow region at the present stage. Based on the analysis of the research on this issue and the survey of the population the authors have concluded that it is advisable to conduct more comprehensive outreach and educational work with the population in the field of eco-culture and eco-education, to interact with the Regional operator to address pressing issues, which will have a productive effect on the whole system of sustainability of the Moscow region.

I.A. Zhuravlev, I.A. Gusev, I.G. Skripnichenko, G.G. Kurasheva

An Algorithm for Calculation of Availability Factor of Railway Automation and Telemechanics Systems for Newly Designed Stations

Keywords: availability coefficient; modernization; automation and telemechanics; intensity of dangerous failures; algorithm.

Abstract. The paper deals with the calculation of one of the main indicators of the reliability of the functioning of a railway station – the readiness coefficient. When calculating the availability coefficient of railway automation and telemechanics systems, a large number of coefficients are used that take into account various aspects of the functioning of the railway automation and telemechanics system in specific operating conditions. The algorithm for calculating the availability coefficient will allow us to

investigate the functional efficiency of the railway system with varying its characteristics.

The purpose of the research is to create and implement an algorithm for calculating the availability coefficient based on the initial data to reduce operational errors. The tasks include a verbal description of the algorithm, the presentation of an example of the source data and the reduction of a part of the flowchart to understand the algorithm for finding the readiness factor. As a hypothesis, we highlight the statement that each new railway station is designed without known statistical data concerning the operation of the station with the resulting failures. It is impossible to create an absolutely safe and reliable device. Design and operation errors are random, which causes failures that have a negative impact on the operation of the railway complex. However, we are able to implement devices that will function properly with a given probability. To obtain such devices, objects or stations, a readiness factor is used. To calculate the readiness coefficient, a reference object with its own indicators is used, the pursuit of which is an important design task. As a research method, modeling of obtaining a readiness coefficient based on the analysis of initial data is used. The result of the article is an algorithm presented in the form of a flowchart that takes into account the specifics of the operation of the railway station and implies the possibility of multiple recalculation of the indicator with changes in the source data.

A.D. Kilimova

Threats and Opportunities of Using Artificial Intelligence in the Organization of Garment Industry Production

Keywords: garment industry; industrial revolution; artificial intelligence.

Abstract. The article discusses the threats and prospects of the use of artificial intelligence technologies in light industry from the point of view of their impact on human activity. As a result of the analysis of modern sources in comparison with the experience of previous years, it became clear that the introduction of AI can not only be the cause of job losses, but also the basis for the emergence of new professions, usually more high-tech and highly paid.

P.A. Nevarov, A.V. Istomin, A.V. Kosmodemyanova, T.S. Shchedrina

Principles of Stability Analysis of Main Production Processes in Railway Automation

Keywords: reliability; stability; railway automation; risk level; production process.

Abstract. The article highlights the issues of sustainability of the main production processes of the automation economy. The stability of railway transport is the most important condition for its functioning. The stability of the transportation process is the ability to withstand external and internal destabilizing factors, while maintaining the main indicators at a given level. The main criterion for assessing the stability of the transportation process on railways is the speed of its recovery after the termination of external and internal destabilizing factors. The purpose of the paper is to analyze the existing indicators of sustainability assessment and develop criteria for the sustainability of the main production processes. The tasks include carrying out risk assessments of the functioning of the infrastructure of the railway complex and criteria for the stability of the main processes, as well as advisory advice regarding the expansion of automation and telemechanics that affect the stability of the processes of the economy. The hypothesis of the study is that the level of stability of the transportation process as a complex dynamic system is higher the faster the system returns to its original state after the influence of destabilizing factors. The analysis, synthesis and generalization of scientific literature are used as a research method. The result of the article is an analysis of the stability of processes that reduce the level of risk of the functioning of railway systems.

The Development of Ways to Reduce Failures during the Operation of Passenger Cars

Keywords: analysis; quality; malfunctions; evaluation; passenger transportation; transport.

Abstract. In the railway industry, a large number of assets, including passenger cars, require detailed accounting of malfunctions and assessment of their technical condition. In the article, the main task is to study the malfunctions of passenger train cars. The purpose of the paper is to conduct an analysis that allows the transport company to obtain detailed information about the detection of cases of equipment failure of passenger cars. The main cause of breakdowns or failures is poor-quality equipment at the car repair plant, while the responsibility for malfunctions falls on the car repair plant. The article uses theoretical research methods: modeling, statistical methods and SWOT analysis. The results of the study are summarized as follows: improving the feedback mechanism with conductors and passengers of wagons and the data exchange mechanism between the repair plant and the fault detection department will reduce the time to receive information about possible failures and reduce the repair time.

E.S. Starchikova, A.S. Prilipov

On the Issue of Switching from Coal to Alternative Energy Sources

Keywords: alternative energy sources; gas; climate change; environment; coal industry.

Abstract. Russia is rich in fossil fuel reserves, and their amount is enough for both its own needs and for export. The purpose of this article is to consider the issue of the rational use of fossil fuels, minimizing its combustion and switching to alternative energy sources. The aim of the study was to identify the problems associated with the transition from coal to alternative energy sources. Research methods are search, comparison, description, methods of analysis and synthesis, generalization and systematization of the studied phenomena. The research hypothesis is as follows: a gradual transition to renewable energy simultaneously means a transition to a new, higher level of energy efficiency. As a result of the study, the issues of activating energy-saving policy and the implementation of state energy supervision at all levels in the Russian Federation were considered.

R.S. Fatullayev, G.G. Khubulov

Evaluation of the Correlation Dependence of the Productivity of Finishing Work in Russia and Spain

Keywords: organizational and technological modeling; standardization in construction; TSN-2001; BEDEC; borrowing of building codes; regulatory labor intensity.

Abstract. In the era of globalization, information about the latest technologies developed at one end of the world instantly scatters across the globe, but the speed of decision-making on integration and practical application is faced with the problem of the lack of mechanisms for adapting technologies to the conditions of the place in which it is planned to use. Exploring the potential for cross-country use of regulations requires many factors to be taken into account. To calculate the final result, a sequential study of the individual groups of elements is required. The task of this research is to analyse time planning of finishing works as a part of construction system in accordance with the fundamental management tools based on Russian and Spanish standard databases, in order to research the possibility of borrowing some technological processes.

A Model for Calculation of the Relevant Number of Tests to Ensure an Acceptable Level of Risks in the Evaluation of Deep Neural Network Solutions

Keywords: non-authentic products; counterfeit products; electronic component base; product quality.

Abstract. The current stage of development of interactive electronic technical manuals (IETM) as a means of competence support for the personnel operating aircraft is characterized by the introduction of artificial intelligence (AI) tools into their composition. Developers of modern and promising IETM with AI elements are faced with the need to make a decision on the use of one or another basic neural network solution for its integration into the electronic manual being created.

At the same time, the IETM developer should be guided not only by the indicators of the cost and application efficiency of the applied application, but also by the indicators of its applicability in the subject area of the IETM. The paper presents models for calculating the relevant number of tests to ensure an acceptable level of risk when evaluating the GTS application.

A.I. Gorobets, D.A. Gorobets

Quality Assurance of Tests Based on the Use of LIMS Software Systems by Accredited Laboratories

Keywords: laboratory; testing; accreditation; quality; IL.

Abstract. The article discusses the issue of ensuring the quality of tests based on the use of LIMS software systems by accredited laboratories. In this regard, the purpose of the presented article is to highlight all the elements that are aimed at ensuring the quality of tests in practice. This article was written using a wide range of scientific methods, among which methods of analysis and synthesis were of particular importance. The result of this article was the identification of factors and criteria that ensure the quality of tests in accredited testing laboratories. The author concludes that the set of modules of the LIMS Laboratory software system today is an effective information and technical, as well as a software solution for an accredited laboratory aimed at ensuring the quality of tests that are carried out in this laboratory.

M. Mabhesh, V.A. Tushavin

Problems of Modeling the Flow of Value Creation in Knowledge-Intensive Industries

Keywords: value creation flow; quality management; lean production.

Abstract. The purpose of this paper is to investigate the subject area related to the problems of modeling the flow of value creation of the production enterprise to solve the problem of transition to the value-oriented paradigm of quality management. The main problems associated with the subjectivity of existing approaches are considered. A descriptive model of the process of creating customer value and the methodology of increasing its effectiveness has been proposed.

I.A. Prokhoda, E.N. Myasnikova, R.V. Sinitsyn, V.V. Feshchenko

Quality Indicators of Food API Products

Keywords: API technology; API product; drone larvae; complete protein; quality; quality management.

Abstract. The purpose of the study was to develop methods for the protection and purification of API products from radioactive contamination for further use in human nutrition. A method has been developed for the purification of propolis and wax from radionuclides. By changing the location of the

apiary in such a way that there was no contaminated soil or forest within a radius of 2-3 km, it was possible to reduce the content of radionuclides in honey to the recommended levels. The developed measures make it possible to significantly reduce the radioactive contamination of API products, and in some cases even avoid it altogether. Analytical-synthetic, economic-statistical and computational-analytical methods, standard physical and chemical methods, organoleptic methods were used during the study.

D.N. Shabanova, L.M. Maluka

Information Support of the Company QMS as a Basis for Improving the Functioning of its Elements

Keywords: quality management system; information support; information technology; integration; documented information.

Abstract. The purpose of this paper is to improve the information support of the organization's QMS processes through the integration of quality management and information technology. The methodological basis of the research was scientific and practical work in the field of quality management, dedicated to the application of information technologies in the QMS, as well as modern concepts of production organization in the digital economy. In this article, the authors classify the main tasks faced by domestic enterprises in the construction of QMS, focused on the implementation of quality management principles, the effective and efficient solution of which requires the use of modern IT. An approach to creating and ensuring the functioning of the QMS based on the use of information technologies is proposed, and a standard list of QMS documents on information management in electronic and digital form is formed.

Berro Somar, A.N. Timofeev

Research and Development of a Rehabilitation System with Manipulator

Keywords: rehabilitation; upper-limb amputee; prosthesis; manipulator; micromovement.

Abstract. The purpose of this paper is to create a rehabilitation system that allows amputees to integrate into existing production facilities or organize individual enterprises for the maintenance and repair of appliances, as well as handicrafts. The rehabilitation system was developed in accordance with a new concept based on movement process separation of the instrument into phases of preliminary rough and final precise movement. To perform precise operations, the prosthesis is equipped with a micromanipulator with three degrees of mobility. A mathematical model of the movement of the working body of the prosthesis along one of the axes has been formed and investigated. As a result, study found that the rehabilitation system is stable, designed and controllable.

E.A. Rakshin, A.Yu. Kolesnikova, L.V. Podkolzina, A.N. Timofeev

Coordination of Working Mechanisms of the Gripping and Docking Devices

Keywords: mechatronics; cam mechanism; docking device; Arctic development; docking mechanism.

Abstract. The aim of the study was the problem of coordinating docking mechanisms with the manipulator and working bodies of a mobile robot for servicing hard-to-reach equipment in Arctic conditions. The operation of the gripping device and two docking mechanisms is controlled by one drive. Thus, a cam mechanism was chosen to operate. The research method was the synthesis of kinematics and the gripping and docking device model design. As a result of the work, a model of the device was built and an automated algorithm was written that calculates its geometric parameters.

A Robotic System for Repair and Monitoring of Hard-To-Reach Equipment

Keywords: mobile robotics; Arctic; manipulator; wheel-walking mover; docking.

Abstract. The aim of the paper is to describe the main aspects in the creation of autonomous robots to work in Arctic conditions. Promising robotic systems (RTS) can perform both research missions and complex manipulation operations. The problems of creating the Arctic RTS (A-RTS) for servicing equipment remote from the places of residence of specialists are analyzed. It is hypothesized that robotization can reduce the frequency and duration of people's stay in unfavorable climatic zones. As a result, an A-RTS layout with a wheel-walking mover and a multifunctional manipulator is proposed that implements automatic change of working bodies in the extreme climatic conditions of the Arctic.

I.M. Belenya

Innovative Materials in the Architecture of Facades of School Buildings: Current Domestic Experience

Keywords: school buildings; facade materials; facade solutions; innovations; perception features; innovative materials.

Abstract. The purpose of the article is to identify new trends in the design of facades of school buildings as the most important component of the formation of the architectural and artistic environment of educational facilities. Changes in the approach to the architectural design of schools in our country are dictated by new requirements for the organization of the educational process and the capabilities of school buildings. Changing architectural and planning requirements promotes the use of new materials in the facades of schools and educational centers. In the analysis of facade solutions of new school building projects, attention is paid to the characteristics of the materials and solutions use. The main architectural and artistic techniques characteristic of each of the solutions are revealed. The possibilities and prospects of further development of the use of innovative materials in the architecture of facades of school buildings are considered.

V.G. Belomestnov, L.N. Mansheeva, I.V. Belomestnov, I.Zh. Dambaeva

Adapting a Company Business Model to Innovative Changes under Economic Security Risks

Keywords: economic security; innovative changes; business model; adaptation; digital transformation.

Abstract. The objectives of the paper are to consider the problems of adapting the business model of an enterprise to innovative changes in the conditions of economic security risks. As a research hypothesis, it is accepted that the business model of an enterprise forms internal and external economic relations in an open system of an organization, establishing the principles and rules of a company's behavior in the market. The objectives of the article are to consider approaches to the formation of a business model of an enterprise; to consider the main stages of the formation of a business model; to consider the main approaches to the development of a business model.

The result of the study is that the proposed stages and approaches to the development of a business model make it possible to ensure its adaptation to innovative changes in the face of economic security risks, including digital transformation.

Modern Trends in the Air Transportation Market

Keywords: air transportation; aircraft industry; airports; civil Aviation; import substitution; pandemic; sanctions; airport services.

Abstract. The Russian air transportation market at the present stage is influenced by many negative factors – from the high import dependence of the aviation industry to the COVID-19 pandemic and foreign sanctions, which requires the aviation industry to reorient to new methods and directions of development.

M.V. Dubovik, S.G. Dmitriev, N.N. Obidovskaya

Exploratory Data Analysis of the Gross Regional Product of the Bryansk Region

Keywords: gross regional product; correlation analysis; regional development.

Abstract. The purpose of the research is to study the relationship between the value of the gross regional product of the Bryansk region and the output of the sectors of the economy of the named region. The objectives of the study are to analyze the correlation between the indicated macroeconomic indicators and to calculate the probability of a statistically significant relationship between the dynamics of GRP and the volume of the production of economic sectors in the Bryansk region. Our initial hypothesis was the assumption that the two most developed sectors of the economy (agriculture, trade, and construction) have the highest correlation with the gross regional product. We used statistical analysis and econometric methods to test the initial hypothesis. We carried out a correlation analysis of time series describing changes in the gross regional product and the output of economic sectors in the Bryansk region. We established a statistically significant correlation between most sectors of the region's economy and the GRP. However, such industries as hotel business, healthcare, financial services, which can hardly be called the leaders of the regional economy, have the highest correlation. Thus, our initial hypothesis was not confirmed. We consider it necessary to conduct further research using a wider statistical base, or resort to alternative indicators for measuring economic dynamics.

S.Yu. Ilyin

The economy of organizations of the AIC in the modern economic conditions

Keywords: agro-industrial complex; organizations; efficiency; intensification.

Abstract. The purpose of the study is consolidation into an integrated system of final (resulting) and daily (factorial) indicators for assessing the quality of functioning of organizations, engaged in AIC, according to unified static and dynamic criteria, that meet the nature of their activities. Objectives of the study: to combine the expenses of organizations, according to their affiliation to a certain link included in the structure of the AIC, and to group to them the calculated dependencies between the efficiency and intensification of the economy of these subjects (resulting indicators) and a set of logically interrelated factor elements. Hypothesis: the choice of the principle of constructing causal relationships in the methods of calculating performance indicators and intensification of the economy of organizations of the AIC. Research methods: computational and constructive method with elements of mathematical analysis. Research results: the author's methods have been formed and proposed for evaluating indicators of the efficiency and intensification of the economy of organizations of all agro-industrial units.

**On the Issue of Identifying the Determinants of Scientific Activity
of the Republic of Belarus: Structural Changes in Funding Research
and Development and Intersectoral Mobility in the Labor Market**

Keywords: intellectual economy; intellectual capital; research financing; inter-firm labor mobility; commercialization of research results.

Abstract. Generalization of foreign experience made it possible to designate as the purpose of this article the verification of the hypothesis that there is a connection between the effectiveness of research and development in the Republic of Belarus with structural changes in its funding and the number of employed people by type of economic activity. The task is to conduct an analysis to identify the presence (absence) of a connection between the scientific activity of the Republic of Belarus and certain factors (including structural changes in research funding, intersectoral labor mobility). General scientific research methods and methods of studying the dynamics and interrelations of socio-economic phenomena were used to conduct the corresponding analysis. According to the results of the analysis, it was revealed that structural changes in the financing of research and development by type of economic activity negatively affect their effectiveness, and intersectoral labor mobility affects the commercialization of only industrial designs and computer programs.

L.K. Lobodenko, A.B. Cherednyakova, O.V. Perevozova, O.Yu. Kharitonova

**The Analysis of the Communicative Effectiveness of Internet Media
in the Digital Era (Using Social Media Accounts of Regional
TV Channels as an Example)**

Keywords: web analytics; Internet media; communications; services; social networks; efficiency.

Abstract. The article examines the main indicators for assessing the effectiveness of social media of regional TV channels. The aim of the study is to identify the leading indicators of Internet media effectiveness. The key objectives of the study are to form a system to assess the communication effectiveness (five indicators) of TV channels in the concept of two-way communication of target audiences and media; to formulate the concept of communicative effectiveness through a system of responses and reactions of social network users; to determine the interdependence of the regional media system effectiveness with the digital indicators of their social network accounts. The main hypothesis presented in this article is that only based on the competent system of evaluating the effectiveness of Internet media through the identified indicators (indicators of subscriber dynamics; evaluation of feedback; evaluation of communication by SMM specialists; evaluation indicators of traffic and conversions; integrated media indicator - Engagement Rate) effective communication activity of Internet media is possible. The main research methods are analysis and comparison of the traditional and online media consumers' responses, monitoring activities, accounts and web analytics of the behaviour of online media users. The results of the study are the presented comparative analysis of Internet media performance over two periods, which demonstrates the galloping effect of the identified communication performance indicators on the qualitative and quantitative results of Internet media.

I.P. Firova, T.M. Redkina, V.N. Solomonova

New Opportunities for Companies in the Post-Pandemic Period

Keywords: pandemic; crisis; adaptation measures; competitiveness growth; new technological solutions.

Abstract. The purpose of the study is to determine the development trend of individual companies that are able to apply modern technologies in their activities in the post-pandemic period. The following tasks will contribute to achieving this goal: a study of state support measures during a pandemic, an analysis of the emerging potential of companies, a forecast of the prospects for the development of companies. The hypothesis of the study is manifested in the comparison of state support measures with

the ability of companies to adequately use the tools and business conditions offered by them. Such scientific research methods as analysis and synthesis, induction and deduction, modeling have been used in the work. The results achieved are to determine the trend of development of individual companies and the country's economy after the end of the pandemic.

N.A. Goncharova, O.L. Sokolova, Yu.N. Bagmut

Prospects for the Development of the Country's Banking System (the UK Experience)

Keywords: banking system; Bank of England; money turnover; specialized commercial banks; inflation; financial stability strategy.

Abstract. The article considers and identifies the key problems of the functioning of the UK banking system at the present stage, as well as the prospects for the development of the banking system in a changing environment. The purpose of the article is to analyze the principles of functioning of the banking system of Great Britain in modern conditions. The objectives of the article: to identify the problems and prospects for the development of the banking system in the UK. The research hypothesis is as follows: the authors consider the genesis and interaction of the functioning of money circulation and the banking system. The research methods are qualitative and quantitative analysis of the functioning of the UK banking system at the present stage. In conclusion, recommendations are given for the development of the country's financial system as a whole.

N.Yu. Yufanova, M.A. Drozdov

Real Estate Crisis

Keywords: real estate; crisis; secondary real estate market.

Abstract. The object of this study is residential objects of the secondary real estate market in Krasnoyarsk. The purpose of the study is to analyze the real estate market in the current crisis situation. In accordance with the purpose of the work, the research tasks are to carry out an analysis of the real estate market in Russia; to consider the dependence of the cost of apartments in the secondary market on the dollar exchange rate in Krasnoyarsk; to draw a conclusion about the possibility of further actions and behavior on the market. The hypothesis of the study is that the demand for residential properties will increase significantly, and then fall very sharply. The correlation analysis and analytical method were used in the work. The main results are as follows: a graph of the dynamics of the dependence of the cost of secondary real estate on the dollar exchange rate was built, as well as an analysis of the dynamics of average prices per square meter depending on the dollar for apartments in Krasnoyarsk.

N.Yu. Yufanova, M.A. Drozdov

The Development of a GIS Application for Calculation of the Price of Residential Real Estate

Keywords: immovable property; valuation model; geographic information system; GIS technology.

Abstract. The object of this study is residential objects of the secondary real estate market in Krasnoyarsk. The aim of the study is to develop a GIS application that allows real-time calculation of the cost of a residential facility. In accordance with the purpose of the research, the tasks are to form a database of real estate objects; to develop a GIS application that allows real-time calculation of the cost of an apartment; to develop a user interface for the convenience of working with a GIS application. The hypothesis of the study is that the cost of residential properties significantly depends on their location of the object and its physical characteristics. The study is based on the methods of spatial analysis, including the elementary spatial analysis to determine the location of objects, to determine objects based on their attributes, to make calculations with high-level geometric objects (linear, areal). The main results are as follows: a GIS application that allows real-time calculation of the cost of a residential facility of interest has been developed.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

List of Authors

Д.О. БУХОНОВ аспирант Ульяновского государственного технического университета, г. Ульяновск E-mail: d.buhonov@yandex.ru	D.O. BUKHONOV Postgraduate Student, Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk E-mail: d.buhonov@yandex.ru
И.А. ИМАНГУЛОВ магистрант филиала Уфимского государ- ственного нефтяного технического универ- ситета, г. Салават E-mail: edik211515@gmail.com	I.A. IMANGULOV Master's Student, Branch of Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: edik211515@gmail.com
А.М. ХАФИЗОВ кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: edik211515@gmail.com	A.M. KHAFIZOV 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: edik211515@gmail.com
Н.А. КОВАЛЕНКО магистрант филиала Уфимского государ- ственного нефтяного технического универ- ситета, г. Салават E-mail: nikita1998172011@mail.ru	N.A. KOVALENKO Master's student, Branch of Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: nikita1998172011@mail.ru
И.В. ПРАХОВ кандидат технических наук, доцент кафед- ры электрооборудования и автоматики про- мышленных предприятий филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: nikita1998172011@mail.ru	I.V. PRAKHOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises of the Branch of the Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: nikita1998172011@mail.ru
К.А. КРЫШКО ассистент кафедры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий фи- лиала Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: nikita1998172011@mail.ru	K.A. KRYSHKO Lecturer, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises, Branch of Ufa State Petroleum Technological University, Salavat E-mail: nikita1998172011@mail.ru
Э.И. АХМЕТШИНА магистрант филиала Уфимского государствен- ного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: nikita1998172011@mail.ru	E.I. AKHMETSHINA Master's Student, Branch of Ufa State Oil Technical University, Salavat E-mail: nikita1998172011@mail.ru

А.А. САФИКАНОВ магистрант филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: artur.safikanov@gmail.com	A.A. SAFIKANOV Master's Student, Branch of Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: artur.safikanov@gmail.com
С.Е. МИХАЙЛОВА доктор экономических наук, доцент, заведующий кафедрой системы информатики Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, г. Улан-Удэ E-mail: ssmihailova@mail.ru	S.E. MIKHAYLOVA Doctor of Economics, Associate Professor, Head of Department of Informatics Systems, East Siberian State University of Technologies and Management, Ulan-Ude E-mail: ssmihailova@mail.ru
Е.А. ХАЛМАКШИНОВ магистрант Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, г. Улан-Удэ E-mail: poebot3r@gmail.com	E.A. KHALMAKSHINOV Master's Student, East Siberian State University of Technologies and Management, Ulan-Ude E-mail: poebot3r@gmail.com
В.О. АРТЮШИН младший научный сотрудник кафедры систем автоматизированного проектирования и поискового конструирования Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград E-mail: artyushinvl@gmail.com	V.O. ARTYUSHIN Junior Researcher, Department of Computer-Aided Design and Exploratory Design, Volgograd State Technical University, Volgograd E-mail: artyushinvl@gmail.com
К.Ю. ДЕРЕГУЗОВ младший научный сотрудник кафедры систем автоматизированного проектирования и поискового конструирования Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград E-mail: dereguzov34@gmail.com	K.Yu. DEREGUZOV Junior Researcher, Department of Computer-Aided Design and Exploratory Design, Volgograd State Technical University, Volgograd E-mail: dereguzov34@gmail.com
М.О. РЯБИНIN магистрант Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград E-mail: sorbuscorp@gmail.com	M.O. RYABININ Master's Student, Volgograd State Technical University, Volgograd E-mail: sorbuscorp@gmail.com
В.П. ПЛОТНИКОВ магистрант Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград E-mail: vladplotnikov34@gmail.com	V.P. PLOTNIKOV Master's Student, Volgograd State Technical University, Volgograd E-mail: vladplotnikov34@gmail.com
В.Д. АСКРЕТКОВА студент Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Москва E-mail: valya.as@yandex.ru	V.D. ASKRETKOVA Student, National Nuclear Research University "MEPhI", Moscow E-mail: valya.as@yandex.ru

Р.И. АЮПОВ магистрант филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: aiupoff.ruslan2013@gmail.com	R.I. AYUPOV Master's Student, Branch of the Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: aiupoff.ruslan2013@gmail.com
А.С. ХИСМАТУЛЛИН кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: him5az@mail.ru	A.S. KHISMATULLIN Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises, Branch of Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: him5az@mail.ru
М.Р. МИНЛИБАЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и автоматики промышленных предприятий филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: muslimmr@rambler.ru	M.R. MINLIBAYEV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises of the Branch of the Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: muslimmr@rambler.ru
Д.А. ГРЕСЕВ студент филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: rbbs000@yandex.ru	D.A. GRESEV Student, Branch of Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: rbbs000@yandex.ru
И.А. ВОЛОСНИКОВА инженер-исследователь кафедры систем автоматизированного проектирования и поискового конструирования Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград E-mail: volo.inga@gmail.com	I.A. VOLOSNIKOVA Research Engineer, Department of Computer-Aided Design and Exploratory Design, Volgograd State Technical University, Volgograd E-mail: volo.inga@gmail.com
В.Н. ТРУБИЦИН младший научный сотрудник кафедры систем автоматизированного проектирования и поискового конструирования Волгоградского государственного технического университета, г. Волгоград E-mail: trubitsins@gmail.com	V.N. TRUBITSIN Junior Researcher, Department of Computer-Aided Design and Exploratory Design, Volgograd State Technical University, Volgograd E-mail: trubitsins@gmail.com
Д.С. ЗАЙЦЕВ аспирант Елецкого государственного университета имени И.А. Бунина, г. Елец E-mail: dimanz1997@bk.ru	D.S. ZAITSEV Postgraduate Student, Yelets State University named after I.A. Bunin, Yelets E-mail: dimanz1997@bk.ru
М.А. ОРЛОВ студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва E-mail: orlov.mikhail.alekseevich@mail.ru	M.A. ORLOV Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow E-mail: orlov.mikhail.alekseevich@mail.ru

К.А. НЕЧАЕВ студент Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва E-mail: knecaev1@gmail.com	K.A. NECHAEV Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow E-mail: knecaev1@gmail.com
Н.А. ИВАНОВ кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем, технологий и авто- матизации в строительстве Национального ис- следовательского Московского государствен- ного строительного университета, г. Москва E-mail: IvanovNA@mgsu.ru	N.A. IVANOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Systems, Technologies and Automation in Construction, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow E-mail: IvanovNA@mgsu.ru
А.А. ОСНАЧ магистрант филиала Уфимского государ- ственного нефтяного технического универ- ситета, г. Салават E-mail: alex89871000585@mail.ru	A.A. OSNACH Master's Student, Branch of Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: alex89871000585@mail.ru
А.А. НУРГАЛIEЕВ студент филиала Уфимского государствен- ного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: almir.nurgaliev.00@mail.ru	A.A. NURGALEEV Student, Branch, Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: almir.nurgaliev.00@mail.ru
Д.А. СИДОРОВ студент филиала Уфимского государствен- ного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: 9999danilfibuk@gmail.com	D. A. SIDOROV Student, Branch of the Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: 9999danilfibuk@gmail.com
Е.Г. РЫЖИКОВА кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий Брянского го- сударственного инженерно-технологического университета, г. Брянск E-mail: e-izumova@mail.ru	E.G. RYZHIKOVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Information Technology, Bryansk State University of Engineering and Technology, Bryansk E-mail: e-izumova@mail.ru
А.В. КРАСОВ кандидат технических наук, доцент, заве- дующий кафедрой защищенных систем связи Санкт-Петербургского государственного уни- верситета телекоммуникаций имени М.А. Бонч- Бруевича, г. Санкт-Петербург E-mail: krasov@inbox.ru	A.V. KRASOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Head of Department of Secure Communication Systems St. Petersburg State University of Telecommunications named after M.A. Bonch-Bruевич, St. Petersburg E-mail: krasov@inbox.ru
С.В. ТАРАНОВ кандидат технических наук, доцент кафедры факультета безопасности информационных технологий Национального исследовательского университета ИТМО, г. Санкт-Петербург E-mail: serg.tvc@gmail.com	S.V. TARANOV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Faculty of Information Technology Security, National Research University ITMO, St. Petersburg E-mail: serg.tvc@gmail.com

А.С. АБЕЛЯН доктор экономических наук, профессор кафедры машиностроения Армавирского механико-технологического института (фили- ала) Кубанского государственного техноло- гического университета, г. Армавир E-mail: abelyan26@mail.ru	A.S. ABELYAN Doctor of Economics, Professor, Department of Mechanical Engineering, Armavir Institute of Mechanics and Technology, Branch of Kuban State Technological University, Armavir E-mail: abelyan26@mail.ru
Н.В. РОДОМАНОВ инженер ООО «Стройкомплекс», г. Санкт- Петербург E-mail: abelyan26@mail.ru	N.V. RODOMANOV Engineer, ООО "Stroykompleks", St. Petersburg E-mail: abelyan26@mail.ru
Н.Ю. КОВЕЛЕНОВ кандидат технических наук, доцент Высшей школы машиностроения Санкт-Петербургского государственного политехнического универ- ситета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: kov54@mail.ru	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
А.А. ГРИБАНОВ магистрант Санкт-Петербургского государ- ственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: agribanov119@gmail.com	A.A. GRIBANOV Master's Student, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: agribanov119@gmail.com
М.Ю. ФЕОКТИСТОВ магистрант Санкт-Петербургского государ- ственного политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: maksim@yandex.ru	M.Yu. FEOKTISTOV Master's Student, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: maksim@yandex.ru
А.А. ФЕДОРОВ генеральный директор предприятия ИП Федоров Алексей Александрович, г. Челябинск E-mail: ttnpack@mail.ru	A.A. FEDOROV General Director, IP Fedorov Alexey Alexandrovich, Chelyabinsk E-mail: ttnpack@mail.ru
Э.М. АБДРАФИКОВ ведущий инженер лаборатории электро- энергетики Инженерной школы кафедры электромеханики и робототехники Санкт- Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт- Петербург E-mail: mr.konnny@gmail.com	E.M. ABDRAFIKOV Leading Engineer, Laboratory of Power Engineering, School of Engineering, Department of Electromechanics and Robotics, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg E-mail: mr.konnny@gmail.com
В.П. КУЗЬМЕНКО аспирант Санкт-Петербургского государствен- ного университета аэрокосмического при- боростроения, г. Санкт-Петербург E-mail: mr.konnny@gmail.com	V.P. KUZMENKO Postgraduate Student, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg E-mail: mr.konnny@gmail.com

С.В. СОЛЕНЬ кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой электромеханики и робототехники Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург E-mail: mr.konnny@gmail.com	S.V. SOLONY Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Head of Department of Electromechanics and Robotics, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg E-mail: mr.konnny@gmail.com
А.В. РЫСИН аспирант Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург E-mail: mr.konnny@gmail.com	A.V. RYSIN Postgraduate Student, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg E-mail: mr.konnny@gmail.com
М.Г. БАШИРОВ доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования и автоматизации промышленных предприятий филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: eapp@yandex.ru	M.G. BASHIROV Doctor of Engineering, Professor, Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises of the Branch of the Ufa State Petroleum Technological University, Salavat E-mail: eapp@yandex.ru
Н.Д. ДЮЛЬДИН магистрант филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: hukutko2014@gmail.com	N.D. DYULDIN Master's Student, Branch of Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: hukutko2014@gmail.com
И.С. ВАСИЛЬЕВ магистрант филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: igor_vasilev_1999_goga@mail.ru	I.S. VASILIEV Master's Student, Branch of Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: igor_vasilev_1999_goga@mail.ru
М.В. БОЕВ студент филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: bmwx4manuchehr@gmail.com	M.V. BOEV Student, Branch of Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: bmwx4manuchehr@gmail.com
С.А. МИРЗОЕВ кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электрооборудования и автоматизации промышленных предприятий филиала Уфимского государственного нефтяного технического университета, г. Салават E-mail: hism5az@mail.ru	S.A. MIRZOEV Candidate of Science (Physics and Mathematics), Associate Professor of the Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises, Branch of Ufa State Petroleum Technical University, Salavat E-mail: hism5az@mail.ru
В.А. КИРСАНОВ доктор технических наук, профессор кафедры химических технологий Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск E-mail: kirsanovi@rambler.ru	V.A. KIRSANOV Doctor of Engineering, Professor, Department of Chemical Technologies, M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk E-mail: kirsanovi@rambler.ru

В.М. БЕРДНИК кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения, технологических машин и оборудования Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск E-mail: berdnik_52@mail.ru	V.M. BERDNIK Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Mechanical Engineering Technology, Technological Machines and Equipment, M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk E-mail: berdnik_52@mail.ru
В.Г. ТАМАДАЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения, технологических машин и оборудования Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск E-mail: tamadaevVG@yandex.ru	V.G. TAMADAEV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Mechanical Engineering Technology, Technological Machines and Equipment, M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk E-mail: tamadaevVG@yandex.ru
С.Б. БЕЛОВА кандидат технических наук, доцент кафедры моделирования систем и информационных технологий Московского авиационного института (национального исследовательского университета), г. Ступино E-mail: belovamai@gmail.com	S.B. BELOVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Systems Modeling and Information Technologies, Moscow Aviation Institute (National Research University), Stupino E-mail: belovamai@gmail.com
И.Ю. СТАРЧИКОВА старший преподаватель кафедры экономики и управления Московского авиационного института (национального исследовательского университета), г. Ступино E-mail: irina.star4@gmail.com	I.Yu. STARCHIKOVA Senior Lecturer, Department of Economics and Management, Moscow Aviation Institute (National Research University), Stupino E-mail: irina.star4@gmail.com
И.А. ЖУРАВЛЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва E-mail: aistomin1998@mail.ru	I.A. ZHURAVLEV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (MIIT), Moscow E-mail: aistomin1998@mail.ru
И.А. ГУСЕВ аспирант Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва E-mail: aistomin1998@mail.ru	I.A. GUSEV Postgraduate Student, Russian University of Transport (MIIT), Moscow E-mail: aistomin1998@mail.ru
И.Г. СКРИПНИЧЕНКО аспирант Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва E-mail: aistomin1998@mail.ru	I.G. SKRYPNICHENKO Postgraduate Student, Russian University of Transport (MIIT), Moscow E-mail: aistomin1998@mail.ru
Г.Г. КУРАШЕВА аспирант Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва E-mail: aistomin1998@mail.ru	G.G. KURASHEVA Postgraduate Student, Russian University of Transport (MIIT), Moscow E-mail: aistomin1998@mail.ru

А.Д. КИЛИМОВА ассистент кафедры информационных технологий предпринимательства Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, преподаватель колледжа автоматизации лесопромышленного производства Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург E-mail: kilimovaa@bk.ru	A.D. KILIMOVA Assistant Lecturer, Department of Information Technologies of Entrepreneurship, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Lecturer, College of Automation of Forestry Production, St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov, St. Petersburg E-mail: kilimovaa@bk.ru
П.А. НЕВАРОВ кандидат технических наук, доцент кафедры систем управления транспортной инфраструктурой Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва E-mail: aistomin1998@mail.ru	P.A. NEVAROV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Transport Infrastructure Management Systems, Russian University of Transport (MIIT), Moscow E-mail: aistomin1998@mail.ru
А.В. ИСТОМИН аспирант Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва E-mail: aistomin1998@mail.ru	A.V. ISTOMIN Postgraduate Student, Russian University of Transport (MIIT), Moscow E-mail: aistomin1998@mail.ru
А.В. КОСМОДЕМЬЯНОВА аспирант Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва E-mail: aistomin1998@mail.ru	A.V. KOSMODEMYANOVA Postgraduate Student, Russian University of Transport (MIIT), Moscow E-mail: aistomin1998@mail.ru
Т.С. ЩЕДРИНА аспирант Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва E-mail: aistomin1998@mail.ru	T.S. SHCHEDRINA Postgraduate Student, Russian University of Transport (MIIT), Moscow E-mail: aistomin1998@mail.ru
В.А. РАХАЕВ аспирант Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва E-mail: v.rakhaev@gmail.com	V.A. RAKHAEV Postgraduate Student, Russian University of Transport (MIIT), Moscow E-mail: v.rakhaev@gmail.com
Е.Л. КУЗИНА доктор экономических наук, профессор кафедры менеджмента качества Российского университета транспорта (МИИТ), г. Москва E-mail: kyzina2008@yandex.ru	E.L. KUZINA Doctor of Economics, Professor, Department of Quality Management, Russian University of Transport (MIIT), Moscow E-mail: kyzina2008@yandex.ru
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	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

Е.С. СТАРЧИКОВА студент Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Москва E-mail: starchikova.e.s@gmail.com	E.S. STARCHIKOVA Student, Lomonosov Moscow State University, Moscow E-mail: starchikova.e.s@gmail.com
А.С. ПРИЛИПОВ студент Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Москва E-mail: andrei.prilipov@yandex.ru	A.S. PRILIPOV Student, Lomonosov Moscow State University, Moscow E-mail: andrei.prilipov@yandex.ru
Р.С. ФАТУЛЛАЕВ кандидат технических наук, доцент кафедры технологий организации строительного производства Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва E-mail: FatullaevRS@mgsu.ru	R.S. FATULLAYEV Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Technologies for Organization of Construction Production, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow E-mail: FatullaevRS@mgsu.ru
Г.Г. ХУБУЛОВ аспирант Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, г. Москва E-mail: FatullaevRS@mgsu.ru	G.G. KHUBULOV Postgraduate Student, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow E-mail: FatullaevRS@mgsu.ru
Ю.А. АНТОХИНА доктор экономических наук, профессор, ректор Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург E-mail: antoxina@guap.ru	Yu.A. ANTOHINA Doctor of Economics, Professor, Rector of St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg E-mail: antoxina@guap.ru
Я.А. ИВАКИН доктор технических наук, профессор кафедры инноватики и интегрированных систем качества Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург E-mail: yan_a_ivakin@mail.ru	Ya.A. IVAKIN Doctor of Engineering, Professor, Department of Innovation and Integrated Quality Systems, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg E-mail: yan_a_ivakin@mail.ru
В.А. ТУШАВИН доктор технических наук, профессор кафедры инноватики и интегрированных систем качества Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург E-mail: tushavin@gmail.com	V.A. TUSHAVIN Doctor of Engineering, Professor, Department of Innovation and Integrated Quality Systems, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg E-mail: tushavin@gmail.com
Е.А. ФРОЛОВА доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой инноватики и интегрированных систем качества Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург E-mail: frolovaelena@mail.ru	E.A. FROLOVA Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department of Innovation and Integrated Quality Systems, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg E-mail: frolovaelena@mail.ru

А.И. ГОРОБЕЦ кандидат технических наук, доцент кафедры конструирования и производства радиоэлектронных средств МИРЭА – Московского технологического университета, г. Москва E-mail: alexgor777@mail.ru	A.I. GOROBETS Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Department of Design and Production of Radioelectronic Means MIREA – Moscow Technological University, Moscow E-mail: alexgor777@mail.ru
Д.А. ГОРОБЕЦ аспирант МИРЭА – Московского технологического университета, г. Москва E-mail: dmitrygorobets@mail.ru	D.A. GOROBETS Postgraduate Student, MIREA – Moscow Technological University, Moscow E-mail: dmitrygorobets@mail.ru
М. МАБХЕШ аспирант Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, г. Санкт-Петербург E-mail: moammer1993@yandex.ru	M. MABHESH Postgraduate Student, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg E-mail: moammer1993@yandex.ru
И.А. ПРОХОДА доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии и управления на предприятиях общественного питания, менеджмента и торговли Брянского филиала Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Брянск E-mail: irina.proxoda@yandex.ru	I.A. PROKHODA Doctor of Agriculture, Professor, Department of Technology and Management at Public Catering, Management and Trade Enterprises, G.V. Plekhanov Bryansk Branch of Russian Economic University, Bryansk E-mail: irina.proxoda@yandex.ru
Е.Н. МЯСНИКОВА кандидат технических наук, доцент кафедры ресторанного бизнеса Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Москва E-mail: myasnikova.EN@rea.ru	E.N. MYASNIKOVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor, Department of Restaurant Business, G.V. Plekhanov Russian Economic University, Moscow E-mail: myasnikova.EN@rea.ru
Р.В. СИНИЦЫН кандидат экономических наук, доцент кафедры технологии и управления на предприятиях общественного питания, менеджмента и торговли Брянского филиала Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Брянск E-mail: fetschenko-val@mail.ru	R.V. SINITSYN Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Technology and Management at Public Catering, Management and Trade Enterprises, Bryansk Branch of G.V. Plekhanov Russian Economic University, Bryansk E-mail: fetschenko-val@mail.ru
В.В. ФЕЩЕНКО кандидат педагогических наук, доцент кафедры технологии и управления на предприятиях общественного питания, менеджмента и торговли Брянского филиала Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Брянск E-mail: fetschenko-val@mail.ru	V.V. FESHCHENKO Candidate of Science (Education), Associate Professor, Department of Technology and Management at Public Catering, Management and Trade Enterprises, Bryansk Branch of G.V. Plekhanov Russian Economic University, Bryansk E-mail: fetschenko-val@mail.ru

Д.Н. ШАБАНОВА кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии виноделия, броdistильных производств и управления качеством имени профессора А.А. Мерзжаниана Кубанского государственного технологического университета, г. Краснодар E-mail: shabanovadasha1989@mail.ru	D.N. SHABANOVA Candidate of Science (Engineering), Senior Lecturer, Department of Winemaking Technology, Fermentation Production and Quality Management named after Professor A.A. Merzhanian, Kuban State Technological University, Krasnodar E-mail: shabanovadasha1989@mail.ru
Л.М. МАЛУКА доктор химических наук, профессор кафедры технологии виноделия, броdistильных производств и управления качеством имени профессора А.А. Мерзжаниана Кубанского государственного технологического университета, г. Краснодар E-mail: lmmaluka@mail.ru	L.M. MALUKA Doctor of Chemical Sciences, Professor, Department of Winemaking Technology, Fermentation Production and Quality Management named after Professor A.A. Merzhanian, Kuban State Technological University, Krasnodar E-mail: lmmaluka@mail.ru
БЕРРО СОМАР аспирант Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: berro.somar@gmail.com	BERRO SOMAR Postgraduate Student, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: berro.somar@gmail.com
А.Н. ТИМОФЕЕВ доктор технических наук, профессор Высшей школы автоматизации и робототехники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: timofeevan@inbox.ru	A.N. TIMOFEEV Doctor of Engineering, Professor, Higher School of Automation and Robotics, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: timofeevan@inbox.ru
Е.А. РАКШИН магистрант Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: avemaria332@mail.ru	E.A. RAKSHIN Master's Student, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: avemaria332@mail.ru
А.Ю. КОЛЕСНИКОВА доктор технических наук, профессор Высшей школы автоматизации и робототехники Санкт-Петербургского государственного университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: avemaria332@mail.ru	A.Yu. KOLESNIKOVA Doctor of Engineering, Professor, Higher School of Automation and Robotics, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: avemaria332@mail.ru
Л.В. ПОДКОЛЬЗИНА кандидат психологических наук, доцент Высшей школы автоматизации и робототехники Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург E-mail: avemaria332@mail.ru	L.V. PODKOLZINA Candidate of Science (Psychology), Associate Professor, Higher School of Automation and Robotics, Peter the Great St. Petersburg State Polytechnic University, St. Petersburg E-mail: avemaria332@mail.ru

Н.В. ЗАРУЦКИЙ начальник сектора конструирования робототехнических систем космического назначения Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики E-mail: timofeevan@inbox.ru	N.V. ZARUTSKIY Head of Sector for Design of Space Robotic Systems of the Central Research and Development Institute of Robotics and Technical Cybernetics E-mail: timofeevan@inbox.ru
И.М. БЕЛЕНЯ старший преподаватель кафедры проектирования зданий и градостроительства Национального исследовательского университета Московского государственного строительного университета, Москва E-mail: ilya_project@mail.ru	I.M. BELENYA Senior Lecturer, Department of Building Design and Urban Planning, National Research University, Moscow State University of Civil Engineering, Moscow E-mail: ilya_project@mail.ru
В.Г. БЕЛОМЕСТНОВ доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики, организации и управления производством Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, г. Улан-Удэ E-mail: b_v_g02@list.ru	V.G. BELOMESTNOV Doctor of Economics, Professor, Head of Department of Economics, Organization and Management of Production, East Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude E-mail: b_v_g02@list.ru
Л.Н. МАНШЕЕВА кандидат экономических наук, профессор кафедры бухгалтерского учета и финансов Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, г. Улан-Удэ E-mail: office@esstu.ru	L.N. MANSHEEVA Candidate of Science (Economics), Professor, Department of Accounting and Finance, East Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude E-mail: office@esstu.ru
И.В. БЕЛОМЕСТНОВ заместитель руководителя по проектной деятельности Росгранстроя, г. Москва E-mail: ivanbelomestnov@gmail.com	I.V. BELOMESTNOV Deputy Head for Design Work of Rosgranstroy, Moscow E-mail: ivanbelomestnov@gmail.com
И.Ж. ДАМБАЕВА старший преподаватель кафедры систем информатики Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления, г. Улан-Удэ E-mail: www.dig92@mail.ru	I.Zh. DAMBAEVA Senior Lecturer, Department of Informatics Systems, East Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude E-mail: www.dig92@mail.ru
К.Л. ДЕНЕЖКИНА аналитик департамента неавиационной коммерции АО УК «Аэропорты регионов», г. Екатеринбург E-mail: ks80330277@gmail.com	K.L. DENEZHKINA Analyst, Non-Aviation Commerce Department of JSC Management Company "Airports of the Regions", Yekaterinburg E-mail: ks80330277@gmail.com

Е.В. РАДКОВСКАЯ кандадат экономических наук, доцент кафедры информационных технологий и статистики Уральского государственного экономического университета; заслуженный работник науки и образования; профессор Российской Академии Естествознания, г. Екатеринбург E-mail: rev_urgeu@mail.ru	E.V. RADKOVSKAYA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Information Technologies and Statistics, Ural State University of Economics; Honored Worker of Science and Education; Professor of the Russian Academy of Natural Sciences, Yekaterinburg E-mail: rev_urgeu@mail.ru
М.В. ДУБОВИК доктор экономических наук, профессор кафедры экономической теории Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Москва E-mail: mvdubovik@gmail.com	M.V. DUBOVIK Doctor of Economics, Professor, Department of Economic Theory, G.V. Plekhanov Russian University of Economics, Moscow E-mail: mvdubovik@gmail.com
С.Г. ДМИТРИЕВ кандадат экономических наук, доцент кафедры экономики, таможенного дела, информационных технологий и дисциплин естественнонаучного цикла Брянского филиала Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Брянск E-mail: sergey.g.dmitrieff@gmail.com	S.G. DMITRIEV Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Economics, Customs, Information Technology and Disciplines of the Natural Science Cycle, Bryansk Branch of G.V. Plekhanov Russian University of Economics, Bryansk E-mail: sergey.g.dmitrieff@gmail.com
Н.Н. ОБИДОВСКАЯ кандадат экономических наук, старший преподаватель кафедры гражданского, уголовного права и процесса и финансово-правовых дисциплин Брянского филиала Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Брянск E-mail: nata.obidovskaya@yandex.ru	N.N. OBIDOVSKAYA Candidate of Science (Economics), Senior Lecturer, Department of Civil, Criminal Law and Procedure and Financial and Legal Disciplines, Bryansk Branch of G.V. Plekhanov Russian, Bryansk E-mail: nata.obidovskaya@yandex.ru
С.Ю. ИЛЬИН кандидат экономических наук, доцент департамента управления бизнесом Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, г. Москва E-mail: i.sergey777@gmail.com	S.Yu. ILYIN Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Business Management, Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow E-mail: i.sergey777@gmail.com
В.А. КОРЖАК аспирант Белорусского государственного экономического университета, г. Минск (Белоруссия) E-mail: mavika09@mail.ru	V.A. KORZHAK Postgraduate Student, Belarusian State Economic University, Minsk (Belarus) E-mail: mavika09@mail.ru
Е.В. ГУТОРОВА аспирант Белорусского государственного экономического университета, г. Минск (Белоруссия) E-mail: gev2509@mail.ru	E.V. GUTOROVA Postgraduate Student, Belarusian State Economic University, Minsk (Belarus) E-mail: gev2509@mail.ru

Л.К. ЛОБОДЕНКО доктор филологических наук, доцент кафедры журналистики, рекламы и связи с общественностью Южно-Уральского государственного университета, г. Челябинск E-mail: lobodenkolk@susu.ru	L.K. LOBODENKO Doctor of Philology, Associate Professor, Department of Journalism, Advertising and Public Relations, South Ural State University, Chelyabinsk E-mail: lobodenkolk@susu.ru
А.Б. ЧЕРЕДНЯКОВА доктор педагогических наук, доцент кафедры журналистики, рекламы и связи с общественностью Южно-Уральского государственного университета, г. Челябинск E-mail: cheredniakovaab@susu.ru	A.B. CHEREDNYAKOVA Doctor of Pedagogy, Associate Professor, Department of Journalism, Advertising and Public Relations, South Ural State University, Chelyabinsk E-mail: cheredniakovaab@susu.ru
О.В. ПЕРЕВОЗОВА кандидат педагогических наук, доцент кафедры журналистики, рекламы и связи с общественностью Южно-Уральского государственного университета, г. Челябинск E-mail: perevozovaov@susu.ru	O.V.PEREVOZOVA Candidate of Science (Pedagogy), Associate Professor, Department of Journalism, Advertising and Public Relations, South Ural State University, Chelyabinsk E-mail: perevozovaov@susu.ru
О.Ю. ХАРИТОНОВА кандидат исторических наук, доцент кафедры журналистики, рекламы и связи с общественностью Южно-Уральского государственного университета, г. Челябинск E-mail: kharitonovaoi@susu.ru	O.Yu. KHARITONOVA Candidate of Science (History), Associate Professor of the Department of Journalism, Advertising and Public Relations, South Ural State University, Chelyabinsk E-mail: kharitonovaoi@susu.ru
И.В. ФИРОВА доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой инновационных технологий управления в государственной сфере и бизнесе Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург E-mail: irinafirova@yandex.ru	I.V. FIROVA Doctor of Economics, Professor, Head of Department of Innovative management technologies in the state sphere and business of the Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg E-mail: irinafirova@yandex.ru
Т.М. РЕДЬКИНА кандидат экономических наук, доцент кафедры инновационных технологий управления в государственной сфере и бизнесе Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург E-mail: tatjana_red@mail.ru	T.M. REDKINA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Innovative Management Technologies in the Public Sphere and Business, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg E-mail: tatjana_red@mail.ru
В.Н. СОЛОМОНОВА кандидат экономических наук, доцент кафедры инновационных технологий управления в государственной сфере и бизнесе Российского государственного гидрометеорологического университета, г. Санкт-Петербург E-mail: solomvn@yahoo.com	V.N. SOLOMONOVA Candidate of Science (Economics), Associate Professor, Department of Innovative Management Technologies in the Public Sphere and Business, Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg E-mail: solomvn@yahoo.com

Н.А. ГОНЧАРОВА кандидат исторических наук, доцент кафедры иностранных языков Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург E-mail: nadin1325x@yandex.ru	N.A. GONCHAROVA Candidate of Science (History), Associate Professor, Department of Foreign Languages, Ural State University of Economics, Yekaterinburg E-mail: nadin1325x@yandex.ru
О.Л. СОКОЛОВА кандидат филологических наук, доцент, заведующая кафедрой иностранных языков Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург E-mail: olgalsokol@mail.ru	O.L. SOKOLOVA Candidate of Science (Philology), Associate Professor, Head of Department of Foreign Languages, Ural State University of Economics, Yekaterinburg E-mail: olgalsokol@mail.ru
Ю.Н. БАГМУТ ассистент кафедры технологии питания Уральского государственного экономического университета, г. Екатеринбург E-mail: bagmut1980@gmail.com	Yu.N. BAGMUT Assistant Lecturer, Department of Nutrition Technology, Ural State University of Economics, Yekaterinburg E-mail: bagmut1980@gmail.com
Н.Ю. ЮФЕРОВА кандидат технических наук, доцент кафедры информационных экономических систем Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: nad.yuferowa@yandex.ru	N.Yu. YUFEROVA Candidate of Science (Engineering), Associate Professor of the Department of Information Economic Systems, Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk E-mail: nad.yuferowa@yandex.ru
М.А. ДРОЗДОВ аспирант Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск E-mail: misha_drozdov95@mail.ru	M.A. DROZDOV Postgraduate Student, Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk E-mail: misha_drozdov95@mail.ru

ДЛЯ ЗАМЕТОК

НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ
SCIENCE AND BUSINESS: DEVELOPMENT WAYS
№ 4(130) 2022
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Подписано в печать 23.04.2022 г.
Формат журнала 60×84/8
Усл. печ. л. 32,08. Уч.-изд. л. 16,92.
Тираж 1000 экз.