Сборник трудов XII Международной научной конференции «ИТ – СТАНДАРТ 2023»

Конференция о том, что является ИТ-стандартом или может стать ИТ-стандартом

Москва, 2023

УДК (063):[006.1:004]
ББК 30ц:65.39
С23

С23 Сборник трудов XII Международной научной конференции «ИТ-Стандарт 2023» - М.: Издательство «Проспект», 2023. – 408 с.

ISBN 978-5-98597-537-6

Представлены доклады участников XII международной научной конференции «ИТ Стандарт 2021», проходившей 18-19 апреля 2023г. в «МИРЭА – Российский технологический университет» (г. Москва проспект Вернадского, 78, с4). Основная направленность конференции:

- овершенствование технологий планирования и применения ИТ стандартов;
- умные (SMART) стандарты;
- подготовка кадров в области информационных технологий;
- стандартизация для обеспечения интероперабельности в современных условиях.

УДК (063):[006.1:004]
ББК 30ц:65.39

ISBN 978-5-98597-537-6

СОДЕРЖАНИЕ

О СТАНДАРТАХ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ ДЛЯ ВЕРОЯТНОСТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РИСКОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ Костогрызов А.И., Нистратов А.А. 6

СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК ДВИГАТЕЛЬ РАЗВИТИЯ САПР ЭЛЕКТРОНИКИ Шалумов А.С., Ильин С.А. 31

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ Олейников А.Я. 44

ЭВОЛЮЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ Козлов С.В. 57

О РАЗРАБОТКЕ ГОСТ Р «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ. ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТЬ» [1,2] Башлыкова А.А. 69

ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ОЦЕНКИ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ Олейников А.Я., Фомин И.А. 78

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ Дроговоз В.А. 89

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ И СТАНДАРТИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В СФЕРЕ ЦИФРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Бабенко Е.В.98

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТОВ И ЛУЧШИХ ПРАКТИК Тихомирова В.Д. 106

НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ Нестеров А.А. 113

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОРА И ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА МЕТОДАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРА И АГРЕГАЦИИ АНКЕТ СОИСКАТЕЛЕЙ Кужахметова А.С., Пензяков П.Д., Литвинов В.В. 121

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАЗУМА ЧЕЛОВЕКА И АЛГОРИТМОВ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ Коваленко С.М., Платонова О.В., Петушков Г.В. 137

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ Душкин Р.В., Контио С.В. Лелекова В.А. Фадеева С. 143

АНАЛИЗ ГРАФИЧЕСКОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ В МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ Маркевич Д.А., Паршин И.О. 151

КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ С УЧЕТОМ ИЗДЕРЖЕК В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ Демидова Л.А., Шыхыев А.А., Шаршатов М.А. 160

ТРЕБОВАНИЯ К ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОТБОРА АБИТУРИЕНТОВ ЭКВАДОРА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Гуаранда Олгин К.Э. 165

СИСТЕМА ГЕНЕРАЦИИ ШАБЛОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ Кубанцев В.А. 175

ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ КОНВЕЙЕРНОГО ТИПА Дуксин Н.А., Люлява Д.В., Долидзе И.И. 181

ОСОБЕННОСТИ ПОРЯДКА ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ [1]Гончаров И.В., [1]Гончаров Н.И., [2]Райков О.В. 194

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВТОРНОГО ВИЗИТА КЛИЕНТА НА ОСНОВЕ ТРАНЗАКЦИОННЫХ ДАННЫХ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ В КЛИЕНТСКОЙ АНАЛИТИКЕ Денисова В.М., Ледовская Е.В. 202

ПРОБЛЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ Королев А.С., Кировский О.М. 209

СИСТЕМАТИКА РИСКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АГЕНТНЫХ СИСТЕМ Мельников Д.А., Гриненко Е.А. 217

МЕСТО «СЕРВИСНОГО ИНЖЕНЕРА СЕРВЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ» В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ERP–СИСТЕМЫ Сакалкин Д.А., Степанов П.В. 226

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ИНТЕРЕСАХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММ НАЦИОНАЛЬНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ Гимранов Э.И. 232

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА АТРИБУТОВ ПРИ МНОГОФАКТОРНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ Быков А.Ю. 240

ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗАЦИИ КАТАЛОГИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ [1,2]Сорокин А.В., [2]Гайнаншина Л.А. 245

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ НАЗЕМНЫХ РОБОТОВ Ал-Хафаджи Исра М. Абдаламир 251

Оптимизация планирования числовых показателей корпоративных бизнес-процессов с использованием методов линейного программирования Андрианова Е.Г., Вишняков М.Е., Полторак А.В. 260

СИСТЕМА ВЕДЕНИЯ ОБЩЕРОССИЙСКИХ КЛАССИФИКАТОРОВ [1,2]Сорокин А.В., [2]Гайнаншина Л.А. 267

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ НА ПРЕДПРИЯТИИ Антипкин Ю.С., Масленников В.В. 272

ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ МАССИВОВ ДАННЫХ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА Потапова К.А., Андрианова Е.Г. 282

СТАНДАРТЫ И ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ ИТ-АУДИТА Габриелян Г.А., Исаева И.А., Трохаченкова Н.Н. 289

ГЕНЕРАЦИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ФАЙЛОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ Епифанов Ф.С., Бескин А.Л. 304

КАК БРАУЗЕРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ УЛУЧШАЮТ ПРОЦЕСС ТЕСТИРОВАНИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ Руденко В.Р., Бескин А.Л. 309

РЕАЛИЗАЦИЯ УНИФИЦИРОВАННОГО CI/CD-КОНВЕЙЕРА ДЛЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ И РАЗВЕРТЫВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ [1]Ижболдин А.Ф., [1'2]Съедин Д.Ю. 316

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СФЕРЕ ЛОГИСТИКИ Сельдин А.С., Бескин А.Л. 322

СИТУАЦИОННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТИ И ПРИНЦИПЫ ЕЁ РАБОТЫ Сорокин А.Б., Лащик Н.М. 332

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ВЕРСИОННОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ Нарушев Т. А., Жматов Д. В.339

УСКОРЕНИЕ РЕШЕНИЯ РЕГРЕССИИ: СРАВНЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕЖДУ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ВЫПОЛНЕНИЕМ НА МАССИВНЫХ НАБОРАХ ДАННЫХ Канте М.М. 347

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ПРОГРАММНЫХ ПЕРЕВОДЧИКОВ С КИТАЙСКОГО ЯЗЫКА Гамбаров А.А., Трохаченкова Н.Н. 355

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПАТТЕРНОВ В ИТ-СТАНДАРТАХ Митин Г.В., Панов А. В. 359

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОРА И ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА МЕТОДАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРА И АГРЕГАЦИИ АНКЕТ СОИСКАТЕЛЕЙ Бергер Е.Г., Морошкин Н.А., Пучкова М.А. 381

НАЦИОНАЛЬНЫЙ И МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» 398

ТК-МТК-22 398

НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПК ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ (ТК-22) «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» 408

УДК 681.3.06 (075.32)

О СТАНДАРТАХ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ ДЛЯ ВЕРОЯТНОСТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РИСКОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Костогрызов А.И., Нистратов А.А.

Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН» (ФИЦ ИУ РАН), 119333, Россия, г. Москва, ул. Вавилова 44, корп.2, e-mail: Akostogr@gmail.com, Andrey.nistratov@gmail.com

В интересах эффективной реализации стратегических национальных приоритетов согласно «Стратегии национальной безопасности РФ» определен перечень задач, для эффективного решения которых могут быть применены методы системной инженерии. Даны ссылки на типовые методы и модели, ограничения на допустимые риски и перечни методик для решения типовых задач системной инженерии. Стандартизованные методы и модели (изначально созданные и исследованные в авторских работах) предложены к использованию для вероятностного прогнозирования рисков и извлечения прагматических эффектов при решении задач обеспечения национальной безопасности.

Ключевые слова: анализ, безопасность, прогнозирование, риск, система, управление.

Настоящая работа посвящена краткому обзору стандартов системной инженерии, методические рекомендации которых применимы для вероятностного прогнозирования рисков при решении приоритетных задач по «Стратегии национальной безопасности РФ», утвержденной указом Президента РФ от 02.07.2021г. №400 (далее - Стратегии). Под системной инженерией понимается сосредоточение научно-технических усилий на том, как рациональным образом

построить и эффективно эксплуатировать различные искусственно создаваемые системы в условиях неопределенности. Согласно ISO/IEC/IEEE 15288 и его российскому аналогу – национальному стандарту ГОСТ Р 57193 «Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем» система определена как комбинация взаимодействующих элементов, упорядоченная для достижения одной или нескольких поставленных целей. Примерами рассматриваемых систем могут служить системы, создаваемые и функционирующие в интересах органов государственной власти и корпораций, энергетических, финансово-экономических, промышленных структур, топливно-энергетического комплекса, авиационно-космической отрасли, служб по чрезвычайным ситуациям, жилищно-коммунального хозяйства и пр. Тем самым понятие системы единообразно определено для исследований при решении разнородных приоритетных задач, определенных Стратегией.

В результате анализа всего множества приоритетных задач Стратегии определен нижеследующий перечень задач, для эффективного решения которых могут быть использованы методы системной инженерии [1-4] – см. рис. 1-9, нумерация соответствует нумерации в «Стратегии…».

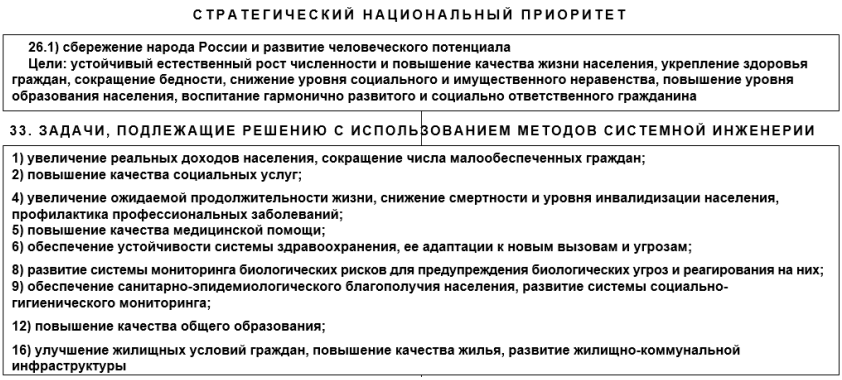


Рис. 1. Задачи в интересах сбережения народа России и развития человеческого потенциала

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРИОРИТЕТ

26.2) оборона страны
Цели: создание условий для мирного социально-экономического развития Российской Федерации и обеспечение ее военной безопасности

40. ЗАДАЧИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ РЕШЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

1) своевременное выявление существующих и перспективных военных опасностей и военных угроз;
2) совершенствование системы военного планирования в Российской Федерации, разработка и реализация взаимосвязанных политических, военных, военно-технических, дипломатических, экономических, информационных и иных мер, направленных на предотвращение применения военной силы в отношении России, защиту ее суверенитета и территориальной целостности;
3) поддержание на достаточном уровне потенциала ядерного сдерживания;
4) обеспечение заданной степени готовности к боевому применению Вооруженных Сил, других войск, воинских формирований и органов;

6) сбалансированное развитие компонентов военной организации, наращивание оборонного потенциала, оснащение Вооруженных Сил, других войск, воинских формирований и органов современными вооружением, военной и специальной техникой;
7) совершенствование планирования мер по обеспечению мобилизационной подготовки и мобилизации в Российской Федерации и их реализации в необходимом объеме, своевременное обновление и поддержание на достаточном уровне военно-технического потенциала военной организации государства;
8) своевременный учет тенденций изменения характера современных войн и вооруженных конфликтов, создание условий для наиболее полной реализации боевых возможностей войск (сил), выработка требований к перспективным формированиям и новым средствам вооруженной борьбы;
9) обеспечение технологической независимости оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации, его инновационное развитие, сохранение лидерства в разработке и производстве новых (перспективных) образцов (комплексов, систем) вооружений, военной и специальной техники;

11) планирование и проведение мероприятий по подготовке к защите и по защите населения, материальных и культурных ценностей на территории Российской Федерации от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов

Рис. 2. Задачи в интересах обеспечении обороны страны

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРИОРИТЕТ

26.3) государственная и общественная безопасность
Цели: защита конституционного строя Российской Федерации, обеспечение ее суверенитета, независимости, государственной и территориальной целостности, защита основных прав и свобод человека и гражданина, укрепление гражданского мира и согласия, политической и социальной стабильности в обществе, совершенствование механизмов взаимодействия государства и гражданского общества, укрепление законности и правопорядка, искоренение коррупции, защита граждан и всех форм собственности, традиционных российских духовно-нравственных ценностей от противоправных посягательств, защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

47. ЗАДАЧИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ РЕШЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

2) обеспечение безопасности проводимых на территории Российской Федерации общественно-политических и иных мероприятий;
3) обеспечение защиты и охраны государственной границы Российской Федерации, охраны территориального моря, исключительной экономической зоны и континентального шельфа Российской Федерации, а также модернизация пограничной инфраструктуры, совершенствование механизмов пограничного, таможенного, санитарно-эпидемиологического и иных видов контроля;
4) совершенствование системы общественного контроля, механизмов участия граждан и организаций в обеспечении государственной и общественной безопасности;

6) повышение уровня антитеррористической защищенности мест массового пребывания людей, объектов жизнеобеспечения населения, организаций оборонно-промышленного, атомного энергопромышленного, ядерного оружейного, химического, топливно-энергетического комплексов страны, объектов транспортной инфраструктуры, других критически важных и потенциально опасных объектов;
7) предупреждение и пресечение террористической и экстремистской деятельности организаций и физических лиц, попыток совершения актов ядерного, химического и биологического терроризма;
8) снижение уровня криминализации общественных отношений, развитие единой государственной системы профилактики правонарушений;

10) снижение уровня преступности в экономической сфере, в том числе в кредитно-финансовой, а также в сферах жилищно-коммунального хозяйства, использования земельных, лесных, водных и водных биологических ресурсов;
11) предупреждение и пресечение правонарушений и преступлений, совершаемых с использованием информационно-коммуникационных технологий;

18) повышение безопасности дорожного движения;
19) повышение эффективности мер по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
20) обеспечение защиты населения от опасных инфекционных заболеваний, способных вызвать чрезвычайную ситуацию в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения;
21) прогнозирование влияния последствий изменения климата на состояние опасных производственных объектов, гидротехнических сооружений, транспортного комплекса, объектов жизнеобеспечения населения;
22) комплексное развитие правоохранительных органов, специальных служб, подразделений пожарной охраны и аварийно-спасательных формирований

Рис. 3. Задачи в интересах обеспечения государственной и общественной безопасности

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРИОРИТЕТ

26.4) информационная безопасность
Цель: укрепление суверенитета Российской Федерации в информационном пространстве

57. ЗАДАЧИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ РЕШЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

1) повышение защищенности информационной инфраструктуры Российской Федерации и устойчивости ее функционирования;
2) развитие системы прогнозирования, выявления и предупреждения угроз информационной безопасности Российской Федерации, определения их источников, оперативной ликвидации последствий реализации таких угроз;
3) предотвращение деструктивного информационно-технического воздействия на российские информационные ресурсы, включая объекты критической информационной инфраструктуры Российской Федерации;
4) создание условий для эффективного предупреждения, выявления и пресечения преступлений и иных правонарушений, совершаемых с использованием информационно-коммуникационных технологий;
5) повышение защищенности и устойчивости функционирования единой сети электросвязи Российской Федерации, российского сегмента сети "Интернет", иных значимых объектов информационно-коммуникационной инфраструктуры;
6) снижение до минимально возможного уровня количества утечек информации ограниченного доступа и персональных данных, а также уменьшение количества нарушений установленных российским законодательством требований по защите такой информации и персональных данных;
7) предотвращение и (или) минимизация ущерба национальной безопасности, связанного с осуществлением иностранными государствами технической разведки;

10) развитие сил и средств информационного противоборства;

12) совершенствование средств и методов обеспечения информационной безопасности на основе применения передовых технологий, включая технологии искусственного интеллекта и квантовые вычисления

Рис. 4. Задачи в интересах обеспечения информационной безопасности

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРИОРИТЕТ

26.5) экономическая безопасность
Цели: укрепление экономического суверенитета страны, повышение конкурентоспособности российской экономики и ее устойчивости к воздействию внешних и внутренних угроз, создание условий для экономического роста Российской Федерации, темпы которого будут выше мировых

67. ЗАДАЧИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ РЕШЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

2) сохранение макроэкономической устойчивости, обеспечение сбалансированности бюджетной системы;

5) обеспечение устойчивого развития реального сектора экономики, создание высокотехнологичных производств, новых отраслей экономики, рынков товаров и услуг на основе перспективных высоких технологий;
6) повышение производительности труда путем модернизации промышленных предприятий и инфраструктуры, цифровизации, использования технологий искусственного интеллекта, создания высокотехнологичных рабочих мест;

8) укрепление достигнутых Российской Федерацией лидирующих позиций и конкурентных преимуществ в авиационной, судостроительной, ракетно-космической промышленности, двигателестроении, атомном энергопромышленном комплексе, а также в сфере информационно-коммуникационных технологий;

15) обеспечение энергетической безопасности Российской Федерации, в том числе обеспечение устойчивого тепло- и энергоснабжения населения и субъектов национальной экономики, повышение энергетической эффективности экономики и эффективности государственного управления в сфере топливно-энергетического комплекса;

19) развитие рыночной, энергетической, инженерной, инновационной и социальной инфраструктур;
20) обеспечение развития эффективной транспортной инфраструктуры и транспортной связанности страны;

23) повышение эффективности государственной макроэкономической политики путем развития системы стратегического планирования, внедрения риск-ориентированного подхода с учетом потенциальных внешних и внутренних вызовов и угроз экономической безопасности Российской Федерации;
24) совершенствование системы государственного контроля (надзора) в сфере экономической деятельности;

32) повышение эффективности использования бюджетных средств и управления принадлежащими государству активами

Рис. 5. Задачи в интересах обеспечения экономической безопасности

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРИОРИТЕТ

26.6) научно-технологическое развитие
Цель: обеспечение технологической независимости и конкурентоспособности страны, достижения национальных целей развития и реализации стратегических национальных приоритетов

76. ЗАДАЧИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ РЕШЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

1) выработка и реализация на федеральном, региональном, отраслевом и корпоративном уровнях согласованной политики, обеспечивающей переход российской экономики на новую технологическую основу;

3) создание единой государственной системы управления научной, научно-технической и инновационной деятельностью;

5) ускоренное внедрение в промышленное производство результатов научных исследований для обеспечения полного научно-производственного цикла в соответствии с приоритетами социально-экономического, научного и научно-технологического развития Российской Федерации;
6) совершенствование системы фундаментальных научных исследований как важнейшей составляющей устойчивого развития Российской Федерации;
7) модернизация и развитие научной, научно-технической и инновационной инфраструктуры;

9) создание и развитие на территории Российской Федерации сети научных установок класса "мегасайенс", крупных исследовательских инфраструктур, центров коллективного пользования научно-технологическим оборудованием, экспериментального производства и инжиниринга;

12) создание национальной системы оценки результативности научной, научно-технической и инновационной деятельности;

14) развитие перспективных высоких технологий (нанотехнологии, робототехника, медицинские, биологические, генной инженерии, информационно-коммуникационные, квантовые, искусственного интеллекта, обработки больших данных, энергетические, лазерные, аддитивные, создания новых материалов, когнитивные, природоподобные технологии), суперкомпьютерных систем;
15) развитие междисциплинарных исследований;

17) проведение научных и научно-технических исследований в интересах обороны страны и безопасности государства;
18) активизация научных исследований в области обеспечения биологической, радиационной и химической безопасности Российской Федерации;
19) обеспечение передачи знаний и технологий между оборонным и гражданским секторами экономики;

23) подготовка научных и научно-педагогических кадров, высококвалифицированных специалистов по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации

Рис. 6. Задачи в интересах обеспечения научно-технологического развития

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРИОРИТЕТ

26.7) экологическая безопасность и рациональное природопользование
Цели: обеспечение качества окружающей среды, необходимого для благоприятной жизни человека, сохранение и восстановление природной среды, сбалансированное природопользование, смягчение негативных последствий изменения климата

83. ЗАДАЧИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ РЕШЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

1) обеспечение экологически ориентированного роста экономики, стимулирование внедрения инновационных технологий, развитие экологически безопасных производств;
2) обеспечение рационального и эффективного использования природных ресурсов, развитие минерально-сырьевой базы;

4) формирование системы государственного регулирования выбросов парниковых газов, обеспечение реализации проектов по сокращению выбросов парниковых газов и увеличению их поглощения;

6) повышение эффективности обеспечения гидрометеорологической безопасности;

8) снижение объемов образования отходов производства и потребления, развитие индустрии их утилизации и вторичного использования;

12) решение экологических проблем и рациональное использование природных ресурсов Арктической зоны Российской Федерации;
13) повышение эффективности государственного экологического надзора, производственного и общественного контроля в сфере охраны окружающей среды;
14) развитие системы государственного экологического мониторинга и контроля за соблюдением экологических нормативов и природоохранных требований хозяйствующими субъектами, повышение эффективности прогнозирования опасных природных явлений и процессов, последствий влияния изменений климата на условия хозяйствования и жизнедеятельности человека;
15) развитие системы мониторинга биологических рисков для предупреждения биологических угроз и реагирования на них;
16) повышение технического потенциала и оснащенности сил, участвующих в мероприятиях по предотвращению и ликвидации негативных экологических последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

Рис. 7. Задачи в интересах обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРИОРИТЕТ

26.8) защита традиционных российских духовно-нравственных ценностей, культуры и исторической памяти
Цель: укрепление единства народов Российской Федерации на основе общероссийской гражданской идентичности, сохранения исконных общечеловеческих принципов и общественно значимых ориентиров социального развития

93. ЗАДАЧИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ РЕШЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

4) реализация государственной информационной политики, направленной на усиление в массовом сознании роли традиционных российских духовно-нравственных и культурно-исторических ценностей, неприятие гражданами навязываемых извне деструктивных идей, стереотипов и моделей поведения;
5) развитие системы образования, обучения и воспитания как основы формирования развитой и социально ответственной личности, стремящейся к духовному, нравственному, интеллектуальному и физическому совершенству;

11) формирование государственного заказа на проведение научных исследований, публикацию научно-популярных материалов, создание произведений литературы и искусства, кинематографической, театральной, телевизионной, видео- и интернет-продукции, оказание услуг, направленных на сохранение традиционных российских духовно-нравственных ценностей и культуры, защиту исторической правды и сохранение исторической памяти, а также обеспечение контроля качества выполнения этого государственного заказа;

13) защита российского общества от внешней идейно-ценностной экспансии и внешнего деструктивного информационно-психологического воздействия, недопущение распространения продукции экстремистского содержания, пропаганды насилия, расовой и религиозной нетерпимости, межнациональной розни

Рис. 8. Задачи в интересах защиты традиционных российских духовно-нравственных ценностей, культуры и исторической памяти

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРИОРИТЕТ

26.9) стратегическая стабильность и взаимовыгодное международное сотрудничество
Цели: создание благоприятных условий для устойчивого социально-экономического развития страны, укрепление национальной безопасности, упрочение позиций России как одного из влиятельных центров современного мира

101. ЗАДАЧИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ РЕШЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ

1) повышение устойчивости международно-правовой системы;
2) укрепление международного мира и безопасности, устранение предпосылок для развязывания глобальной войны и рисков применения ядерного оружия;
3) совершенствование механизмов обеспечения коллективной безопасности на глобальном и региональном уровнях, осуществление и при необходимости развитие мер доверия, предотвращение инцидентов в военной сфере;

11) содействие устранению и предотвращению возникновения очагов напряженности и конфликтов на территориях соседних с Российской Федерацией государств;

17) обеспечение интересов Российской Федерации, связанных с освоением космического пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики;

23) развитие сотрудничества в рамках международных организаций и институтов, расширение использования инструментов сетевой дипломатии;
24) развитие военно-политического и военно-технического сотрудничества с иностранными государствами;
25) развитие международного сотрудничества в области противодействия терроризму, экстремизму, коррупции, незаконному производству и обороту наркотических средств и психотропных веществ, нелегальной миграции, трансграничной преступности;
26) развитие международного сотрудничества в интересах формирования безопасного и равноправного глобального информационного пространства;
27) развитие взаимодействия с иностранными государствами в области охраны окружающей среды и предотвращения изменений климата;
28) содействие иностранным государствам в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в борьбе с биологическими угрозами, распространением опасных инфекционных заболеваний;

32) расширение сотрудничества с государствами - участниками СНГ в области укрепления биологической безопасности

Рис. 9. Задачи в интересах обеспечения стратегической стабильности и взаимовыгодного международного сотрудничества

Системы для решения задач обеспечения национальной безопасности, упомянутых на рис. 1-9 согласно Стратегии,

определяются непосредственно исследователем. В общем случае прогнозирование рисков в различных приложениях при решении приоритетных задач Стратегии может быть осуществлено с учетом рекомендаций множества международных, межгосударственных и национальных стандартов – например, ГОСТ IEC 61508-3, ГОСТ Р ИСО 2859-1, ГОСТ Р ИСО 2859-3, ГОСТ Р ИСО 3534-1, ГОСТ Р ИСО 3534-2, ГОСТ Р ИСО 7870-1, ГОСТ Р ИСО 7870-2, ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ Р ИСО 13379-1, ГОСТ Р ИСО 13381-1, ГОСТ Р ИСО 14258, ГОСТ Р ИСО/МЭК 15026, ГОСТ Р ИСО/МЭК 5026-4, ГОСТ Р ИСО/МЭК 16085, ГОСТ Р ИСО 17359, ГОСТ Р ИСО/МЭК 27002, ГОСТ Р ИСО 31000, ГОСТ Р 50779.41, ГОСТ Р 50779.70, ГОСТ Р 51901.1, ГОСТ Р 51901.5, ГОСТ Р 51901.16, ГОСТ Р 54124, ГОСТ Р 58771, ГОСТ Р 59343, ГОСТ Р МЭК 61069-2, ГОСТ Р МЭК 61069-4, ГОСТ Р МЭК 61069-5, ГОСТ Р МЭК 61069-6, ГОСТ Р МЭК 61069-7, ГОСТ Р МЭК 61069-8, ГОСТ Р МЭК 61508-5, ГОСТ Р МЭК 61508-7, ГОСТ Р МЭК 62264-1, ГОСТ Р МЭК 62508. При проведении исследований используются вероятностные показатели для прогнозирования рисков.

Примечание. Под риском понимается сочетание вероятности нанесения ущерба и тяжести этого ущерба (по ГОСТ Р 51898–2002).

Ниже более детально рассмотрены стандарты, рекомендующие вероятностное прогнозирование рисков применительно к 30 стандартизованным процессам системной инженерии. К стандартизованным отнесены следующие процессы системной инженерии:

- процессы соглашения: приобретения и поставки продукции и услуг для системы;
- процессы организационного обеспечения проекта: управления инфраструктурой, управления моделью жизненного цикла системы, портфелем проектов, человеческими ресурсами, качеством, знаниями;
- роцессы технического управления: планирования проекта, оценки и контроля проекта, управления решениями, управления рисками, управления конфигурацией, управления информацией, измерений и гарантии качества;
- технические процессы: анализа бизнеса или назначения, определения потребностей и требований заинтересованной стороны,

определения системных требований, определения архитектуры, определения проекта, системного анализа, реализации, комплексирования, верификации, передачи системы, аттестации, функционирования, сопровождения, изъятия и списания системы.

Содержательной основой системного прогнозирования рисков и обоснования эффективных предупреждающих мер по снижению этих рисков или их удержанию в допустимых пределах являются вероятностные методы и модели. В этом их научно - практическая роль. К примеру, основными целями применения риск-ориентированных методов и моделей для обеспечения гарантий качества системы согласно ГОСТ Р 59994-2022 являются:

- прогнозирование рисков, связанных с критичными сущностями рассматриваемой системы и характеризующих ее качество, интерпретация и анализ приемлемости получаемых результатов, включая сравнение достигаемых или прогнозируемых значений показателей с допустимым уровнем на предмет выполнения задаваемых ограничений;

- определение с использованием моделирования существенных угроз и условий, способных при том или ином развитии событий в жизненном цикле негативно повлиять на качество рассматриваемой системы (и/или ее элементов);

- определение и обоснование с использованием моделирования в жизненном цикле системы упреждающих мер противодействия угрозам и условий, обеспечивающих желаемые свойства качества рассматриваемой системы (и/или ее элементов) при задаваемых ограничениях в задаваемый период прогноза;

- обоснование с использованием моделирования предложений по обеспечению и повышению качества рассматриваемой системы (и/или ее элементов), включая совершенствование непосредственно самого системного анализа процесса гарантии качества для системы.

Примером прогностического моделирования процессов может служить авторский подход, разработанный в конце 90-х годов [1] и доведенный до реализации на уровне типовых требований к качеству функционирования информационных систем. Подход основан на выделении и формулировании общей цели функционирования

информационных систем различного назначения, а именно – обеспечение надежного и своевременного представления полной, достоверной и конфиденциальной информации для последующего использования – см. рис. 10, а также ГОСТ Р 58494-2019 «Оборудование горно-шахтное. Многофункциональные системы безопасности угольных шахт. Система дистанционного контроля опасных производственных объектов» и ГОСТ Р 59341-2021 «Системная инженерия. Защита информации в процессе управления информацией системы».

Рис. 10. Абстрактная иллюстрация качества функционирования информационных систем

В общем случае системный анализ заключается во взаимоувязанной оценке показателей надежности и своевременности представления, полноты, достоверности и конфиденциальности используемой информации. Этот подход применим к каждому элементу сложной структуры, формализуемому как «черный ящик». Пример декомпозиции и интеграции сложных систем, слагаемых из

технических и информационных систем, а также «умных» систем представлен на рис. 11. Интеграция рассматриваемой системы может быть логически интерпретирована как объединение двух последовательно соединенных систем (подсистем или элементов). Например, слева – рассматриваемая система без учета средств автоматизации, а справа – рассматриваемая информационная система, поддерживающая функции автоматизации. Логическая интерпретация элементарных состояний такова: интегрированная система находится в состоянии «отсутствия нарушений целостности», если «И» система слева, «И» система справа находятся в состоянии «отсутствия нарушений целостности» - более подробно см. ГОСТ Р 59341, [1-4].

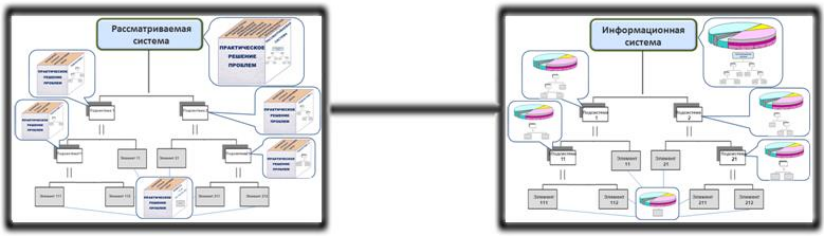


Рис. 11. Пример логического последовательного объединения двух разнородных сложных систем

Для прогнозирования рисков, связанных с реализацией системных процессов, и обоснования эффективных предупреждающих действий по снижению этих рисков или их удержанию в допустимых пределах используют устанавливаемые качественные и количественные показатели.

Качественные показатели для оценки рисков обусловливают необходимостью выполнения конкретных требований, задаваемых на вербальном уровне в техническом задании на систему и иных нормативно-правовых документах. Например, ряд качественных показателей в области обеспечения информационной безопасности определен в ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности».

Требования к количественным показателям в каком-либо стандартизованном процессе должны учитывать:

- критичные сущности процесса, иных учитываемых системных процессов, системы (и/или ее элементов) и/или проекта;
- требования заинтересованных сторон, выходные результаты и выполняемые действия процесса;
- потенциальные угрозы качеству системы (включая угрозы для выходных результатов и выполняемых действий процесса), а также возможные сценарии возникновения и развития этих угроз;
- практическую интерпретацию оцениваемых специальных показателей и вероятностных результатов прогнозирования рисков при планировании и реализации системных процессов, возможные предупреждающие меры по снижению рисков или их удержанию в допустимых пределах;
- способы дальнейшего использования результатов оценки специальных показателей и прогнозирования рисков;
- методы использования результатов для решения практических задач системной инженерии.

На практике при выполнении системных процессов помимо специальных показателей качества (например, показателей температуры, давления, производительности оборудования промышленной системы) используются показатели рисков, такие, как:

- риск нарушения надежности реализации рассматриваемого системного процесса как такового (для любого из рассматриваемых процессов соглашения, процессов организационного обеспечения проекта, процессов технического управления и технических процессов);
- риск нарушения рассматриваемого системного процесса с учетом дополнительных специфических системных требований;
- интегральный риск нарушения качества системы в течение задаваемого периода прогноза.

Примеры рекомендуемых показателей рисков, ссылки на типовые методы и модели, ограничения на допустимые риски и перечни методик для решения задач системной инженерии отражены в таблице.

Таблица. Ссылки на рекомендуемые показатели рисков, типовые методы и модели, ограничения на допустимые риски, перечни методик для решения задач системной инженерии

Системный процесс. Ссылки на типовые модели, методы, допустимые риски и перечень системных методик	*Вероятностные показатели риска*
Процессы приобретения и поставки продукции и услуг для системы. ГОСТ Р 59329–2021, методы, модели -приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс управления моделью жизненного цикла системы. ГОСТ Р 59330–2021, методы, модели -приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д ГОСТ Р 59992–2022, методы, модели -приложение В; допустимые риски – приложение Г ; перечень методик – приложение Д	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - обобщенный риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (в том числе на примере требований по защите информации)
Процесс управления инфраструктурой системы. ГОСТ Р 59331–2021, методы, модели -приложение В; допустимые риски –	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных

Системный процесс. Ссылки на типовые модели, методы, допустимые риски и перечень системных методик	*Вероятностные показатели риска*
приложение Д ; перечень методик – приложение Е ГОСТ Р 59993–2022, методы, модели -приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	требований (на примере требований по защите информации); - обобщенный риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (в том числе на примере требований по защите информации)
Процесс управления портфелем проектов. ГОСТ Р 59332–2021, методы, модели -приложение В; допустимые риски – приложение Г ; перечень методик – приложение Д	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс управления человеческими ресурсами системы. ГОСТ Р 59333–2021, методы, модели -приложение В; допустимые риски – приложение Д; перечень методик – приложение Е	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс управления качеством системы.	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового

Системный процесс. Ссылки на типовые модели, методы, допустимые риски и перечень системных методик	*Вероятностные показатели риска*
ГОСТ Р 59334–2021, методы, модели -приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д; ГОСТ Р 59989–2022, методы, модели -приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	(без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - обобщенный риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (в том числе на примере требований по защите информации)
Процесс управления знаниями о системе. ГОСТ Р 59335–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Д; перечень методик – приложение Е	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс планирования проекта. ГОСТ Р 59336–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных

Системный процесс. Ссылки на типовые модели, методы, допустимые риски и перечень системных методик	*Вероятностные показатели риска*
	требований (на примере требований по защите информации)
Процесс оценки и контроля проекта. ГОСТ Р 59337–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д, ГОСТ Р 59990–2022, методы, модели -приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	- для системных процессов риски по ГОСТ Р 59337–2021, 6.3 (с учетом дополнительных специфических системных требований на примере требований по защите информации) и ГОСТ Р 59990–2022, 6.3
Процесс управления решениями. ГОСТ Р 59338–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Д; перечень методик – приложение Е	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс управления рисками для системы. ГОСТ Р 59339–2021, методы, модели -приложение В; допустимые риски – приложение Д; перечень методик – приложение Е; ГОСТ Р 59991–2022, методы, модели - приложение В;	- для системных процессов риски по ГОСТ Р 59339–2021, 6.3 (с учетом дополнительных специфических системных требований на примере требований по защите информации); - интегральные риски нарушения качества системы в сценарных условиях комбинации используемых системных процессов в течение

Системный процесс. Ссылки на типовые модели, методы, допустимые риски и перечень системных методик	*Вероятностные показатели риска*
допустимые риски – приложение Д; перечень методик – приложение Е	задаваемого периода прогноза по ГОСТ Р 59991–2022, 6.3
Процесс управления конфигурацией системы. ГОСТ Р 59340–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс управления информацией системы. ГОСТ Р 59341–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Д; перечень методик – приложение Е	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примерах требований к надежности и своевременности представления, полноты и достоверности выходной информации, требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примерах требований к надежности и своевременности представления, полноты и достоверности выходной информации, требований по защите информации)

Системный процесс. Ссылки на типовые модели, методы, допустимые риски и перечень системных методик	*Вероятностные показатели риска*
Процесс измерений системы. ГОСТ Р 59342–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Д; перечень методик – приложение Е	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс гарантии качества для системы. ГОСТ Р 59343–2021 методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Д; перечень методик – приложение Е ГОСТ Р 59994–2022, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	по ГОСТ Р 59994–2022, п. 6.3
Процесс анализа бизнеса или назначения системы. ГОСТ Р 59344–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных

Системный процесс. Ссылки на типовые модели, методы, допустимые риски и перечень системных методик	*Вероятностные показатели риска*
	требований (на примере требований по защите информации)
Процесс определения потребностей и требований заинтересованной стороны для системы. ГОСТ Р 59345–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Д; перечень методик – приложение Е	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс определения системных требований (на примере требований по защите информации). ГОСТ Р 59346–2021, методы, модели - приложения В, Д; допустимые риски – приложение Е; перечень методик – приложение Ж	- частные показатели риска реализации угроз безопасности информации, направленных на нарушение функционирования системы, в условиях отсутствия мер защиты, предлагаемых к применению в ходе формирования системных требований, и в условиях их применения (показатели остаточного риска); - частные показатели риска реализации угроз утечки конфиденциальной информации в условиях отсутствия мер защиты, предлагаемых к применению в ходе формирования системных требований, и в условиях их применения (показатели остаточного риска нарушения требований по защите конфиденциальной информации);

Системный процесс. Ссылки на типовые модели, методы, допустимые риски и перечень системных методик	*Вероятностные показатели риска*
	- интегральные показатели риска реализации угроз, направленных на нарушение функционирования системы в течение ее жизненного цикла, в условиях отсутствия и применения мер защиты, предлагаемых в ходе формирования системных требований
Процесс определения архитектуры системы. ГОСТ Р 59347–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Д; перечень методик – приложение Е	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс определения проекта. ГОСТ Р 59348–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс системного анализа. ГОСТ Р 59349–2021,	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового

Системный процесс. Ссылки на типовые модели, методы, допустимые риски и перечень системных методик	*Вероятностные показатели риска*
методы, модели -приложение В; допустимые риски – приложение Д; перечень методик – приложение Е	(без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс реализации системы. ГОСТ Р 59350–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс комплексирования системы. ГОСТ Р 59351–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)

Системный процесс. Ссылки на типовые модели, методы, допустимые риски и перечень системных методик	*Вероятностные показатели риска*
Процесс верификации системы. ГОСТ Р 59352–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс передачи системы. ГОСТ Р 59353–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс аттестации системы. ГОСТ Р 59354–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Г ; перечень методик – приложение Д	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных

Системный процесс. Ссылки на типовые модели, методы, допустимые риски и перечень системных методик	*Вероятностные показатели риска*
	требований (на примере требований по защите информации)
Процесс функционирования системы. ГОСТ Р 59355–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Д ; перечень методик – приложение Е	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс сопровождения системы. ГОСТ Р 59356–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Д; перечень методик – приложение Е	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации); - риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)
Процесс изъятия и списания системы. ГОСТ Р 59357–2021, методы, модели - приложение В; допустимые риски – приложение Г; перечень методик – приложение Д	- риск нарушения надежности реализации процесса как такового (без учета дополнительных требований); - риск нарушения дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации);

Системный процесс. Ссылки на типовые модели, методы, допустимые риски и перечень системных методик	*Вероятностные показатели риска*
	- риск нарушения реализации процесса с учетом дополнительных специфических системных требований (на примере требований по защите информации)

Вышеупомянутые в таблице модели могут быть использованы для вероятностного прогнозирования рисков и извлечения прагматических эффектов при решении задач обеспечения национальной безопасности (см. рис. 1-9) методами системной инженерии. Так, задачи для обеспечения гарантий качества системы, при решении которых используются риск-ориентированные методы и модели, условно могут быть сгруппированы по критериям оценки и обоснования допустимых значений показателей, определения существенных угроз и условий, поддержки принятия решений в системной инженерии и совершенствования непосредственно самого системного анализа процесса. Например, с использованием упомянутых выше вероятностных моделей и методов прогнозирования рисков могут решаться задачи определения существенных угроз и условий для обеспечения качества рассматриваемой системы с использованием специальных показателей и прогнозируемых рисков, такие, как:

- задачи определения существенных факторов опасности, ─, например, природных и человеческого факторов, факторов, связанных с новыми технологиями и несовершенством применяемых технологий;

- задачи анализа рисков нарушения качества и безопасности для сложных конструкций, включая декомпозицию конструкции на составляющие элементы, детализацию и обобщение информации с учетом ее неполноты, и недостоверности, выбор критериев риска, диагностика и моделирование применения конструкции во времени с учетом случайных факторов в среде эксплуатации, а также интерпретацию получаемых результатов диагностики и моделирования;

- задачи системной инженерии при проектировании, испытаниях и

эксплуатации системы по показателям «эффективность ─ стоимость».

Кроме того, эти методы могут быть использованы для поддержки принятия решений при решении задач обеспечения национальной безопасности по Стратегии. Примерами таковых могут служить задачи обоснования требований к приемлемым условиям и мерам противодействия угрозам качеству системы по какому-либо из критериев оптимизации:

- задачи обоснования требований к приемлемым условиям и мерам противодействия угрозам качеству системы по критерию минимизации обобщенного риска нарушения реализации процесса управления качеством моделируемой системы с учетом дополнительных специфических системных требований в течение года при ограничениях на ресурсы, затраты и допустимые риски реализации отдельных существенных угроз, а также при иных корректных ограничениях;

- задачи обоснования требований к приемлемым условиям и мерам противодействия угрозам качеству системы по критерию минимизации общих затрат на реализацию кратко-, средне- и/или долгосрочных планов технического обслуживания системы при ограничениях на допустимый риск нарушения реализации процесса управления качеством моделируемой системы с учетом дополнительных специфических системных требований, а также при иных корректных ограничениях;

- комбинации перечисленных выше или иных оптимизационных задач применительно к системе или ее отдельным элементам.

Вышеизложенные идеи проиллюстрированы примерами решения прикладных задач в следующих стандартах системной инженерии: ГОСТ Р 58494, ГОСТ Р 59331, ГОСТ Р 59333, ГОСТ Р 59335, ГОСТ Р 59338, ГОСТ Р 59341, ГОСТ Р 59345, ГОСТ Р 59346, ГОСТ Р 59347, ГОСТ Р 59356.

Вместо заключения

В результате анализа стратегических национальных приоритетов согласно «Стратегии национальной безопасности РФ» определен перечень задач, для эффективного решения которых могут быть использованы методы системной инженерии. Сами системы для решения задач обеспечения национальной безопасности определяются

непосредственно исследователем.

С привязкой к стандартизованным системным процессам предоставлены ссылки на типовые модели, методы, допустимые риски и перечни системных методик, а также на вероятностные показатели рисков. С использованием этих ссылочных вероятностных моделей и методов прогнозирования рисков (изначально созданных и исследованных в авторских работах) приведены примеры задач, которые могут быть решены: задачи определения существенных факторов опасности, задачи анализа рисков нарушения качества для сложных конструкций, задачи системной инженерии при проектировании, испытаниях и эксплуатации системы по показателям «эффективность ─ стоимость».

Список литературы

1. Костогрызов А.И., Степанов П.В. Инновационное управление качеством и рисками в жизненном цикле систем / - М.: Изд-во ВПК, 2008. - 404 с.

2. Зацаринный А.А., Костогрызов А.И., Нистратов А.А. Приоритетные направления развития системной инженерии, предусматривающие применение риск-ориентированного подхода // ИТ-Стандарт – 2021. - №4(29). – С.23-37 https://clck.ru/34MofQ

3. Костогрызов А. И. К методам системной инженерии: вероятностные подходы к анализу процесса управления качеством системы // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2022. Т. 18, № 2. С. 227-240. doi: https://doi.org/10.25559/SITITO.18.202202.227-240

4. Костогрызов А. И. Обзор стандартизованных риск-ориентированных методов и моделей для обеспечения гарантий качества системы // Современные информацион¬ные технологии и ИТ-образование. 2022. Т. 18, № 3. С. 483-495. doi: https://doi.org/10.25559/SITITO.18.202203.483-495

УДК 621.396.6.019.3

СТАНДАРТИЗАЦИЯ КАК ДВИГАТЕЛЬ РАЗВИТИЯ САПР ЭЛЕКТРОНИКИ

Шалумов А.С., Ильин С.А.

Технический комитет по стандартизации ТК 165 «Системы автоматизированного проектирования электроники», 600017, Россия, г. Владимир, ул. Луначарского, д.16А, e-mail: als@asonika-online.ru

Уже более 30-и лет в России не разрабатываются национальные стандарты в области САПР электроники. В результате имеем низкий уровень российской электроники и дефицит российских САПР электроники. А, как следствие, большое число отказов российской электроники на важных объектах, приводящее к периодическим катастрофам с человеческими жертвами. Особенностью рассматриваемого подхода является то, что стандарты должны опережать создание самих САПР электроники. Они должны формировать вектор их развития и фактически являться двигателем их развития.

Ключевые слова: системы автоматизированного проектирования, виртуальные испытания, электроника, национальные стандарты.

На сегодняшний день имеет высокую значимость вопрос стандартизации систем автоматизированного проектирования и виртуальных испытаний (САПР ВИ) электроники – электронной аппаратуры (ЭА) и электронной компонентной базы (ЭКБ), составляющих основу цифровых двойников.

Электроника широко применяется в большинстве объектов. В мире участились катастрофы объектов, управляемых ненадёжной электроникой. Электроника, создаваемая без сквозного автоматизированного проектирования и без применения комплексного моделирования, обречена на низкую надёжность и отказы в процессе эксплуатации.

Уже более 30-и лет в России не разрабатываются национальные стандарты в области САПР электроники. Только лишь в 2020 году

создан технический комитет по стандартизации ТК 165 «Системы автоматизированного проектирования электроники», который должен восполнить этот большой пробел.

Результатом этого пробела является дефицит российских САПР электроники в части проектирования ЭКБ и ЭА, отсутствие баз данных spice-моделей отечественной ЭКБ. Исключение составляют только российские системы ВИ электроники, например, система АСОНИКА, которые во многом опередили аналогичные зарубежные системы.

В настоящее время на российских предприятиях почти в основном применяются импортные САПР для проектирования ЭКБ и ЭА. В условиях международных санкций это очень опасная тенденция.

Российские вузы также используют в основном импортные САПР электроники. Они также испытывают острый дефицит в преподавательском составе. Большинство высококлассных специалистов в области САПР электроники либо работают в иностранных компаниях, либо работают в частных компаниях, которые заняты прежде всего сбытом своей продукции на рынке. Возникла огромная пропасть между вузами и современным автоматизированным проектированием электроники. В результате на российские предприятия приходят молодые инженеры, не способные грамотно осуществлять сквозное автоматизированное проектирование ЭА и ЭКБ.

Поэтому сегодня как никогда важно разработать национальные стандарты в области САПР ВИ электроники, которые позволят:

- в кратчайшие сроки внедрить в учебный процесс вузов и в практику проектирования предприятий уже имеющееся и апробированное российское программное обеспечение (ПО) в области САПР ВИ электроники;

- форсировать создание отсутствующего российского ПО в составе САПР ВИ электроники, довести российские САПР ВИ до мирового уровня и поднять их выше мирового уровня;

- усилить взаимодействие российских разработчиков электроники и российских разработчиков САПР ВИ электроники с целью повышения надёжности и качества российских ЭА и ЭКБ при одновременном снижении материальных затрат и сроков проектирования.

До последнего времени в России господствовала позиция, что вначале нужно разработать САПР электроники, а потом выпускать стандарты. Это глубоко ошибочная позиция, которая и привела к дефициту российских САПР электроники. Мировой опыт показывает обратное. Разработчики САПР сами создают стандарты, которые позволяют им продвигать на рынке уже имеющееся ПО и создавать новое, принципы работы которого уже обозначены в изданных ими стандартах. Таким образом, стандарты продвигают САПР.Меры, направленные на снижение рисков:

1. Создание, стандартизация в техническом комитете по стандартизации ТК 165 «САПР электроники» и внедрение цифровых двойников электроники на базе отечественных САПР для своевременной выработки рекомендаций и управленческих решений с целью прогнозирования и предотвращения возможных отказов из-за влияния тепловых, механических, электромагнитных факторов и управления надёжностью в реальных условиях эксплуатации.

2. Создание и стандартизация системы подготовки и повышения квалификации специалистов в области прогнозирования и предотвращения возможных отказов электроники из-за влияния тепловых, механических, электромагнитных факторов и управления надёжностью в реальных условиях эксплуатации на базе Центра компетенций в области моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на внешние воздействия.

Как пример, для этих целей в настоящее время в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете «ЛЭТИ» создаётся Центр компетенций «АСОНИКА в ЛЭТИ» в области моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на внешние воздействия. Это будет первый подобный Центр компетенций в вузе России.

3. Включение в технические задания на разработку электроники по гособоронзаказу обязательного требования виртуальных испытаний на внешние воздействия с результирующей оценкой показателей надёжности с помощью отечественных САПР на ранних этапах проектирования (до изготовления опытного образца).

В 2022 году утверждены Росстандартом и введены в действие следующие 14 национальных стандартов, разработанных в ТК 165:

ООО «НИИ «АСОНИКА»:

1. ГОСТ Р 70201-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Оптимальное сочетание натурных и виртуальных испытаний электроники на надежность и внешние воздействующие факторы. Требования и порядок проведения при выполнении технического задания на НИОКР (Утвержден 07 июля 2022 г. Приказ № 579-ст Введен в действие с 01.08.22)

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 ноября 2021 г. № 3142-р [1], подписанным Председателем Правительства России М.В. Мишустиным, утверждено стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, в соответствии с которым запланировано создание национальной системы стандартизации и сертификации, базирующейся на технологиях виртуальных испытаний, в рамках проекта цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности «Цифровой инжиниринг».

В настоящее время при выполнении работ по государственным контрактам по разработке и постановке электроники на производство возникают непреодолимые препятствия при выполнении требований технических заданий на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) по испытаниям, указанным в ГОСТ 15.016. В результате при выполнении НИОКР большинство испытаний в принципе не может быть проведено, что чревато возникновением отказов при эксплуатации электроники в составе авиационной, космической, военной, железнодорожной, автомобильной, судовой и другой ответственной техники, приводящих к катастрофам и человеческим жертвам. Выходом из создавшегося положения может быть только оптимальное сочетание натурных и виртуальных испытаний электроники, информация о котором отсутствует в ГОСТ 15.016.

Разработка настоящего стандарта вызвана необходимостью автоматизированного проектирования ЭА и ЭКБ, включая создание схемы, топологии и конструкции, схемотехническое и конструкторское

моделирование и виртуальные испытания на внешние воздействующие факторы (ВВФ), создание карт рабочих режимов (КРР) ЭКБ, анализ показателей надежности ЭА и создание цифрового двойника ЭА, для снижения затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок.

Настоящий стандарт распространяется на САПР ЭА и ЭКБ. Его целью является автоматизация проектирования ЭА и ЭКБ с применением математического моделирования и виртуальных испытаний ЭА и ЭКБ на ВВФ на ранних этапах проектирования, снижение затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок.

Применение математического моделирования и виртуальных испытаний ЭА и ЭКБ на ВВФ на ранних этапах проектирования до изготовления опытного образца позволит избежать отказов ЭА и ЭКБ или значительно сократить отказы на этапе испытаний опытного образца, сокращая тем самым количество испытаний опытного образца, возможные итерации по доработке схем и конструкций, затраты на разработку ЭА и ЭКБ при одновременном повышении качества и надежности, в том числе в критических режимах работы, что делает ЭА и ЭКБ конкурентоспособными на отечественном и международном рынке [2]–[4].

Использование при создании ЭА и ЭКБ натурных испытаний на ВВФ невозможно, так как схему и конструкцию ЭА создают еще до изготовления опытного образца. Виртуализация испытаний ЭА и ЭКБ на ВВФ на ранних этапах проектирования является безальтернативной. Без применения математического моделирования невозможно определить показатели стойкости к ВВФ и надёжности. Такой подход является информативным, так как благодаря ему на этапе проектирования отслеживается большинство возможных отказов ЭА и ЭКБ по электрическим, тепловым, механическим, электромагнитным и другим характеристикам, и эффективным, так как из-за недоработок проектирования ЭА и ЭКБ, вскрытых уже путем натурных испытаний, возможно множество итераций: доработка проекта – испытания опытного образца – доработка проекта и т. д., что значительно увеличивает сроки и стоимость разработки.

Данный стандарт, подкреплённый единственным российским и советским программным обеспечением в области виртуальных испытаний электроники АСОНИКА (разработчик ООО «НИИ «АСОНИКА»), которому 43 года, не имеющим мировых аналогов, позволит создавать высоконадёжную отечественную электронику с минимальными затратами и в минимальные сроки и, тем самым, достичь технологического суверенитета России, курс на который обозначил Президент Российской Федерации Владимир Владимирович Путин.

2. ГОСТ Р 70290-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Термины и определения (Утвержден 18 августа 2022 г. Приказ № 782-ст Введен в действие с 01.10.22)

Настоящий стандарт устанавливает термины и определения понятий в области систем автоматизированного проектирования электроники.

Термины, установленные настоящим стандартом, обязательны для применения во всех видах документации и рекомендуются в научно-технической, учебной и справочной литературе в области систем автоматизированного проектирования электроники, входящих в сферу действия работ по стандартизации и/или использующих результаты этих работ.

Настоящий стандарт базируется на дорожной карте развития [2].

3. ГОСТ Р 70291-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Состав и структура системы автоматизированного проектирования электронной аппаратуры (Утвержден 18 августа 2022 г. Приказ № 783-ст Введен в действие с 01.10.22). Стандарт распространяется на САПР ЭА. Его целью является автоматизация проектирования ЭА с применением математического моделирования и виртуальных испытаний ЭА на ВВФ на ранних этапах проектирования, снижение затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок. Применение математического моделирования и виртуальных испытаний ЭА на ВВФ на ранних этапах проектирования до изготовления опытного образца позволит избежать отказов ЭКБ и ЭА или значительно сократить их на этапе испытаний опытного образца, уменьшая тем самым количество испытаний опытного образца, возможные итерации по доработке схем

и конструкций, затраты на разработку ЭА при одновременном повышении качества и надежности, в том числе в критических режимах работы, делая ЭА конкурентоспособной на отечественном и международном рынках [2] — [4].

4. ГОСТ Р 70292-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Подсистема автоматизированного создания карт рабочих режимов электронной компонентной базы (Утвержден 18 августа 2022 г. Приказ № 784-ст Введен в действие с 01.10.22). Причиной разработки стандарта является необходимость автоматизированного создания КРР ЭКБ на ранних этапах проектирования ЭА на основе математического моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на ВВФ для снижения затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок. Стандарт распространяется на КРР ЭКБ в составе ЭА. Его целями являются автоматизация создания КРР ЭКБ с применением математического моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на ВВФ на ранних этапах проектирования, снижение затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок. Применение математического моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на ВВФ при создании КРР ЭКБ на ранних этапах проектирования до изготовления опытного образца позволит избежать отказов ЭКБ и ЭА или значительно сократить их на этапе испытаний опытного образца, сокращая тем самым количество испытаний опытного образца, возможные итерации по доработке схем и конструкций, затраты на разработку ЭКБ и ЭА при одновременном повышении качества и надежности, в том числе в критических режимах работы, делая ЭКБ и ЭА конкурентоспособными на отечественном и международном рынке [3] — [5].

Использование при создании КРР ЭКБ натурных испытаний ЭКБ и ЭА на ВВФ невозможно, так как КРР создаются еще до изготовления опытного образца. Виртуализация испытаний ЭКБ и ЭА на ВВФ при создании КРР ЭКБ является безальтернативной. Без применения математического моделирования нельзя определить параметры «В схеме», которые должны сравниваться с параметрами «По НТД». Такое сравнение является информативным, так как благодаря ему на этапе

проектирования отслеживается большинство возможных отказов ЭКБ и ЭА по электрическим, тепловым и механическим характеристикам, и эффективным, так как из-за недоработок проектирования ЭКБ и ЭА, вскрытых уже путем натурных испытаний, возможно множество итераций: доработка проекта — испытания опытного образца — доработка проекта и т. д., что значительно увеличивает сроки и стоимость разработки. Настоящий стандарт определяет требования к подсистеме автоматизированного создания КРР ЭКБ в составе ЭА на основе математического моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на ВВФ при проектировании.

5. ГОСТ Р 70293-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Подсистема автоматизированного анализа показателей надёжности электронной аппаратуры (Утвержден 18 августа 2022 г. Приказ № 785-ст Введен в действие с 01.10.22)

Причиной разработки стандарта является необходимость автоматизированного анализа показателей надёжности ЭА на ранних этапах проектирования ЭА на основе математического моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на ВВФ и КРР ЭКБ для снижения затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок. Стандарт распространяется на показатели надежности ЭА. Его целью является автоматизация анализа показателей надёжности ЭА с применением математического моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на ВВФ и КРР ЭКБ, снижение затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок.

Применение математического моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на ВВФ и КРР ЭКБ на ранних этапах проектирования до изготовления опытного образца позволит избежать отказов ЭКБ и ЭА или значительно сократить их на этапе испытаний опытного образца, сокращая тем самым количество испытаний опытного образца, возможные итерации по доработке схем и конструкций, затраты на разработку ЭКБ и ЭА при одновременном повышении качества и надежности, в том числе в критических режимах работы, делая ЭКБ и ЭА конкурентоспособными на отечественном и международном рынке [3] – [5].

Использование при анализе показателей надёжности ЭА натурных испытаний ЭА на ВВФ невозможно, так как анализ показателей надёжности ЭА проводится еще до изготовления опытного образца. Виртуализация испытаний ЭКБ и ЭА на ВВФ при анализе показателей надёжности ЭА является безальтернативной. Без применения математического моделирования нельзя определить температуры ЭКБ и другие параметры моделей надёжности. Такой подход является информативным, так как благодаря ему на этапе проектирования отслеживается большинство возможных отказов ЭКБ и ЭА по электрическим, тепловым и механическим характеристикам, и эффективным, так как из-за недоработок проектирования ЭКБ и ЭА, вскрытых уже путем натурных испытаний, возможно множество итераций: доработка проекта – испытания опытного образца – доработка проекта и т. д., что значительно увеличивает сроки и стоимость разработки.

Настоящий стандарт определяет требования к подсистеме автоматизированного анализа показателей надёжности ЭА на основе математического моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ и ЭА на ВВФ при проектировании и КРР ЭКБ.

6. ГОСТ Р 70607-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Состав и структура системы автоматизированного проектирования печатных узлов (Утвержден 27 декабря 2022 г. Приказ № 1673-ст Введен в действие с 01.02.23)

Причиной разработки настоящего стандарта является необходимость автоматизированного проектирования печатных узлов (ПУ) ЭА, включая создание схемы, топологии и конструкции, схемотехническое и конструкторское моделирование и виртуальные испытания на ВВФ, создание КРР ЭКБ, анализ показателей надёжности ЭА и создание цифрового двойника ПУ ЭА, для снижения затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок.

Стандарт распространяется на САПР ПУ ЭА. Его целью является автоматизация проектирования ПУ ЭА с применением математического моделирования и виртуальных испытаний ПУ ЭА на ВВФ на ранних этапах проектирования, снижение затрат на разработку, производство и

обслуживание за счет повышения качества разработок. Применение математического моделирования и виртуальных испытаний ПУ ЭА на ВВФ на ранних этапах проектирования до изготовления опытного образца позволит избежать отказов ЭКБ и ПУ ЭА или их значительно сократить на этапе испытаний опытного образца, сокращая тем самым количество испытаний опытного образца, возможные итерации по доработке схем и конструкций, затраты на разработку ПУ ЭА при одновременном повышении качества и надёжности, в том числе в критических режимах работы, делая ЭА конкурентоспособной на отечественном и международном рынке ([2] — [4], ГОСТ Р 70201—2022, ГОСТ Р 70290—2022, ГОСТ Р 70291—2022, ГОСТ Р 70292—2022, ГОСТ Р 70293—2022, ГОСТ Р 60.0.7.2—2020, ГОСТ Р 60.0.7.3—2020, ГОСТ Р 60.0.7.4—2020, ГОСТ Р 60.0.7.5—2020).

Использование при создании ПУ ЭА натурных испытаний на ВВФ невозможно, так как схема и конструкция ПУ ЭА создаются еще до изготовления опытного образца. Виртуализация испытаний ПУ ЭА на ВВФ на ранних этапах проектирования является безальтернативной. Без применения математического моделирования нельзя определить показатели стойкости к ВВФ и надежности. Такой подход является информативным, так как благодаря ему на этапе проектирования отслеживается большинство возможных отказов ЭКБ и ПУ ЭА по электрическим, тепловым, механическим, электромагнитным и другим характеристикам, и эффективным, так как из-за недоработок проектирования ПУ ЭА, выявленных уже путем натурных испытаний, возможно множество итераций: доработка проекта – испытания опытного образца – доработка проекта и т.д., что значительно увеличивает сроки и стоимость разработки.

Настоящий стандарт определяет требования к составу и структуре САПР ПУ ЭА на основе математического моделирования и виртуальных испытаний ПУ ЭА на ВВФ при проектировании.

7. ГОСТ Р 70608-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Состав и структура системы автоматизированного проектирования электронной компонентной базы (Утвержден 27 декабря 2022 г. Приказ № 1674-ст Введен в действие с 01.02.23)

Причиной разработки настоящего стандарта является необходимость автоматизированного проектирования ЭКБ, включая создание схемы, топологии и конструкции, схемотехническое и конструкторское моделирование и виртуальные испытания на ВВФ и создание цифрового двойника ЭКБ, для снижения затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок.

Стандарт распространяется на САПР ЭКБ. Его целью является автоматизация проектирования ЭКБ с применением математического моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ на ВВФ на ранних этапах проектирования, снижение затрат на разработку, производство и обслуживание за счет повышения качества разработок.

Применение математического моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ на ВВФ на ранних этапах проектирования до изготовления опытного образца позволит избежать отказов ЭКБ или их значительно сократить на этапе испытаний опытного образца, сокращая тем самым количество испытаний опытного образца, возможные итерации по доработке схем и конструкций, затраты на разработку ЭКБ при одновременном повышении качества и надёжности, в том числе в критических режимах работы, делая ЭКБ конкурентоспособной на отечественном и международном рынке ([2] — [4], ГОСТ Р 70201—2022, ГОСТ Р 70290—2022, ГОСТ Р 70291—2022, ГОСТ Р 70292—2022, ГОСТ Р 70293—2022, ГОСТ Р 60.0.7.2—2020, ГОСТ Р 60.0.7.3—2020, ГОСТ Р 60.0.7.4—2020, ГОСТ Р 60.0.7.5—2020).

Использование при создании ЭКБ натурных испытаний на ВВФ невозможно, так как схема и конструкция ЭКБ создаются еще до изготовления опытного образца. Виртуализация испытаний ЭКБ на ВВФ на ранних этапах проектирования является безальтернативной. Без применения математического моделирования нельзя определить показатели стойкости к ВВФ и надежности. Такой подход является информативным, так как благодаря ему на этапе проектирования отслеживается большинство возможных отказов ЭКБ по электрическим, тепловым, механическим, электромагнитным и другим характеристикам, и эффективным, так как из-за недоработок проектирования ЭКБ, выявленных уже путем натурных испытаний, возможно множество итераций: доработка проекта – испытания

опытного образца – доработка проекта и т.д., что значительно увеличивает сроки и стоимость разработки.

Настоящий стандарт определяет требования к составу и структуре САПР ЭКБ на основе математического моделирования и виртуальных испытаний ЭКБ на ВВФ при проектировании.

ФГБУ «ВНИИР»:

8. ГОСТ Р 59988.00.0-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Информационное обеспечение. Технические характеристики электронных компонентов. Общие положения (Утвержден 13 июля 2022 г. Приказ № 622-ст Введен в действие с 01.08.22)

9. ГОСТ Р 59988.02.1-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Информационное обеспечение. Технические характеристики электронных компонентов. Микросхемы интегральные. Спецификации декларативных знаний по техническим характеристикам (Утвержден 13 июля 2022 г. Приказ № 623-ст Введен в действие с 01.08.22)

10. ГОСТ Р 59988.02.2-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Информационное обеспечение. Технические характеристики электронных компонентов. Микросхемы интегральные. Перечень технических характеристик (Утвержден 13 июля 2022 г. Приказ № 624-ст Введен в действие с 01.08.22)

11. ГОСТ Р 59988.03.1-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Информационное обеспечение. Технические характеристики электронных компонентов. Приборы и модули полупроводниковые. Спецификации декларативных знаний по техническим характеристикам (Утвержден 27 декабря 2022 г. Приказ № 1669-ст Введен в действие с 01.01.23)

12. ГОСТ Р 59988.03.2-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Информационное обеспечение. Технические характеристики электронных компонентов. Приборы и модули полупроводниковые. Перечень технических характеристик (Утвержден 27 декабря 2022 г. Приказ № 1670-ст Введен в действие с 01.01.23)

13. ГОСТ Р 59988.04.1-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Информационное обеспечение. Технические характеристики электронных компонентов. Приборы оптоэлектронные. Спецификации декларативных знаний по техническим характеристикам (Утвержден 27 декабря 2022 г. Приказ № 1671-ст Введен в действие с 01.01.23)

14. ГОСТ Р 59988.04.2-2022 Системы автоматизированного проектирования электроники. Информационное обеспечение. Технические характеристики электронных компонентов. Приборы оптоэлектронные. Перечень технических характеристик (Утвержден 27 декабря 2022 г. Приказ № 1672-ст Введен в действие с 01.01.23)

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 6 ноября 2021 г. № 3142-р «Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности».

2. Шалумов А.С. Дорожная карта развития «САПР электроники выше мирового уровня». Ковров: ООО «НИИ «АСОНИКА», 2020. 24 с. — Режим доступа: https://asonika-online.ru/news/432/

3. Автоматизированная система АСОНИКА для моделирования физических процессов в радиоэлектронных средствах с учетом внешних воздействий/ Под ред. А.С. Шалумова. М.: Радиотехника, 2013. 424 с.

4. Шалумов М.А., Шалумов А.С. Виртуальная среда проектирования РЭС на основе комплексного моделирования физических процессов. – Владимир: Владимирский филиал РАНХиГС, 2016. 87 с.

5. Шалумов А.С., Шалумов М.А. Опыт применения автоматизированной системы АСОНИКА в промышленности Российской Федерации: монография. Владимир: Владимирский филиал РАНХиГС, 2017. 422 с.

УДК 004.77

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Олейников А.Я.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук, (ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН), 125009, Россия, г. Москва, ул. Моховая 11 к.7, e-mail: olein39@gmail.com

Рассмотрены особенности планирования, разработки и применения стандартов для обеспечения интероперабельности в современных условиях. Отмечено, что обеспечение интероперабельности представляет в настоящее время одно из ключевых направлений ИТ-стандартизации. Приведен взгляд на современные условия. Описан подход к обеспечению интероперабельности, предложенный ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, на который возложено ведение подкомитета ПК206/ТК22 «Интероперабельность», разработанные стандарты и трудности, с которыми пришлось столкнуться на пути реализации данного подхода. В заключение даны предложения по форсированию решения проблемы интероперабельности.

Ключевые слова: интероперабельность, ключевая информационная технология, стандартизация, современные условия, единый подход, сетецентрические информационно-управляющие системы.

Введение

Напомним общепринятое определение понятия «интероперабельность». Интероперабельность - способность двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена (ISO/IEC/IEEE 24765 - 2010, ГОСТ Р 59796 - 2021). В основе обеспечения интероперабельности лежит использование профилей –

наборов стандартов информационно-коммуникационных стандартов - ИКТ-стандартов. Ниже будет показано, что в современных условиях в первую очередь вследствие тенденции глобальной цифровизации, обеспечение интероперабельности представляет ключевое или, по крайней мере, одно из ключевых направлений информационных технологий (ИТ), а, следовательно, и ИТ-стандартизации. Глобальная цифровизация представляет первое, но не единственное современное условие, и в статье отражен взгляд автора на другие аспекты современных условий для развития стандартизации для обеспечения интероперабельности (стандарты интероперабельности). Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН занимается стандартизацией ИТ-технологий с 1998 г., а с 2007 г. ведет систематизированные работы по стандартизации для обеспечения интероперабельности. На Институт приказом Росстандарта возложено ведение подкомитета ПК206 «Интероперабельнность» в составе технического комитета ТК22, по инициативе ПК206/ТК22 Институтом с участием специалистов других организаций разработано более 10 национальных стандартов, направленных на обеспечение интероперабельности. Поэтому в статье описан накопленный опыт по планированию, разработке и применению стандартов интероперабельности. На основании этого опыта сделаны предложения по мероприятиям, направленным на увеличение эффективности ИТ-стандартизации для обеспечения интероперабельности как одного из ключевых направлений ИТ-технологий.

Интероперабельность - одна из ключевых информационных технологий

Начиная, примерно с двухтысячных годов в ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН под руководством директора Института академика Ю.В. Гуляева начались систематизированные работы по проблеме интероперабельности, они были начаты с анализа состояния работ за рубежом.

Было показано, что обеспечение интероперабельности выступает необходимым условием практически во всех областях экономики (см.рис.1). Было показано также, что проблема интероперабельности имеется для информационных систем любого масштаба - от наносистем

и до сверхсложных систем, таких как «системы систем» («system of systems» (см. рис.2).

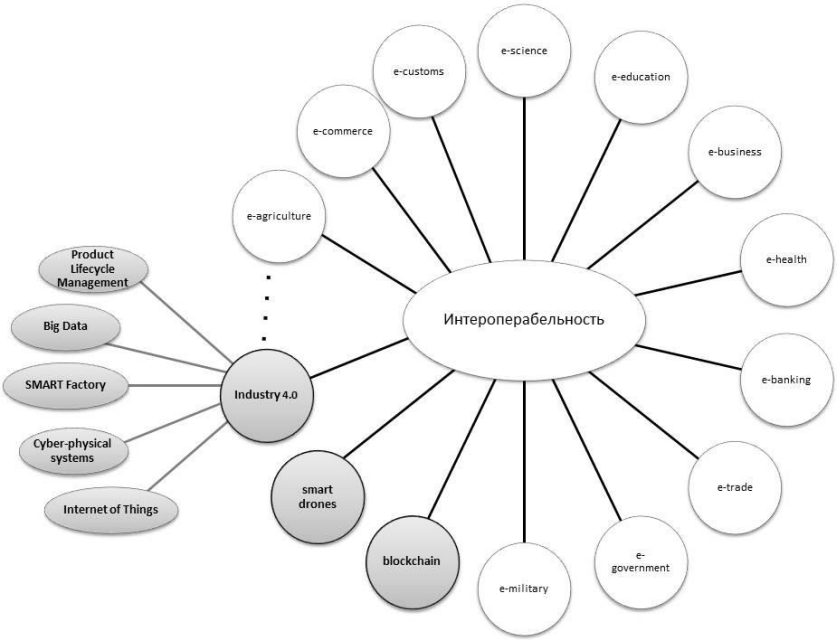


Рис. 1. Интероперабельноть как необходимое требование к различным областям экономики

Поэтому в большинстве развитых стран, а также во многих развивающихся странах (включая, например, Эфиопию) имеются документы, определяющие обеспечение интероперабельности как обязательную часть государственной политики по информатизации. Эти документы носят назвние «Концепция интеропрабельности в упрвлении государством» (e-Goverrnment Interoperability Framework). Более того, в Евросоюзе много лет существут документ Европейская Концепция Интероперабельности (Europen Interoperability Framework).

К сожалению следует отметить, что в РФ пока нет документов такого уровня. В Программе «Цифровая экономика Российской Федерации» термин «интероперабельность» упомиантся дважды. Этот

термин употребляется также в Распоряжении Правительства РФ от 19 августа 2020 г. № 2129-р «Об утверждении Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники на период до 2024 г» и Распоряжении Правительства РФ от 21.12.2021 N 3759-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации науки и высшего образования». Необходимость обеспечения интероперабельности содержится и и Распоряжени Правительства РФ от 29 декабря 2021 г. «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации здравоохранения».

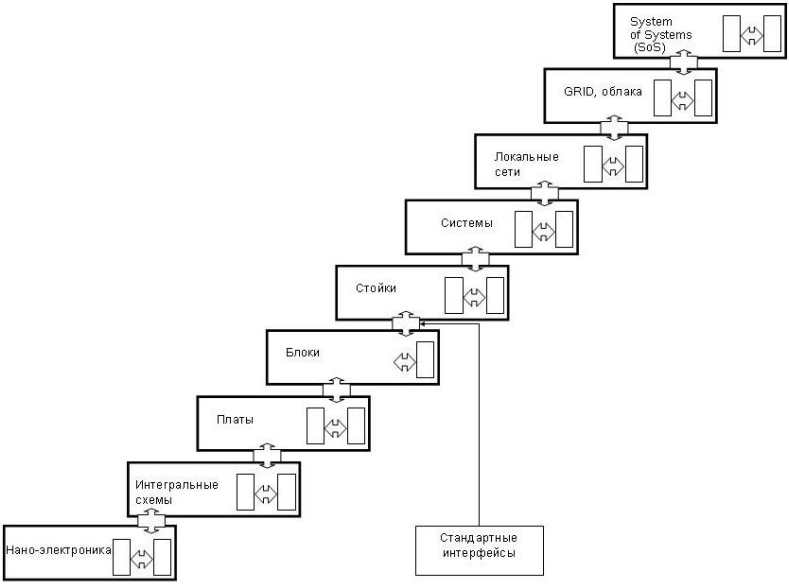


Рис. 2. Интероперабельность систем разного масштаба

Отсюда можно сделать вывод, что, во-первых, важность обеспечени интероперабельности признается на правительственном уровне, в основном, лишь в одельных областях экономики и, во-вторых, на декларативном уровне без методических рекомендаций о ее

достижении, как это сделано, например, в цитированном выше документе Евросоюза – Europen Interoperability Framework.

Современные условия стандартизации для обеспечения интероперабельности

Для обсуждения современных условий следует отметить, что Международная организация по стандартизации (International Standardization Organization – ISO) была создана в 1947 г., т.е. практически тогда же, когда была начата «холодная война». В 1946 году советские специалисты, наряду с представителями национальных организаций по стандартизации из 24 других стран, собрались в Лондоне, который был еще полуразрушен в результате бомбардировок. Конференция имела целью создание новой международной организации по стандартизации, которая бы помогла преодолеть разногласия, поспособствовала развитию международной торговли и помогла восстановить страны после войны. И участие отечественных специалистов в работе ISO продолжается до настоящего времени. Отметим, что ISO отказалась накладывать санкции на участие российских экспертов в деятельности технических комитетов, 22 марта 2022 года генеральный секретарь ISO опубликовал письмо, в котором уведомил членов ISO о том, что с учетом нейтрального международного статуса ISO принято решение не использовать санкции, все эксперты и участники технических комитетов ISO, представляющие Россию, продолжат свою работу в своих комитетах [7].

В момент образования ISO в нее входили 67 технических комитетов, их число постепенно увеличивалось по мере возникновения новых инновационных технологий. Понятия «информационные технологии» тогда не существовало, и объединений технический комитет ISO/IEC JTC 1, зеркалом которого является ТК22 Росстандарта, возник только в 1987 г. По нашему мнению, современные условия стандартизации для обеспечения интероперабельности в настоящее содержат следующие составляющие:

1 Глобальная цифровизация для всех областей экономики. В нашей стране вопросы цифровизации решаются в рамках программы «Цифровая экономика Российской Федерации»;

2. Интеграция локальных систем из различных секторов экономики в Единое Информационное Пространство (ЕИП). Это обусловлено тем, что все сектора экономики взаимосвязаны.

3. Создание гетерогенной (разнородной) ИКТ-среды. Большинство систем, водящих в ЕИП, неизбежно реализованы на различных программно-аппаратных платформах, что составляет гетерогенную среду.

4. Необходимость обеспечения взаимодействия разнородных систем – обеспечение интероперабельности на основе использования стандартных интерфейсов.

5. Переход к сетецентрической архитектуре в ИКТ-среде. Существует мировая тенденция к переходу в архитектуре ИКТ- среды от иерархической, где соединение осуществляется по схеме «точка с точкой», к сетецентрической, где соединение осуществляется по схеме «каждый с каждым» [2].

Рис. 3. Соотношение основных понятий, связанных с интероперабельностью

6. Неотъемлемым компонентом в ЕИП с сетецентрической архитектурой становятся роботы, включая беспилотники разного базирования, в первую очередь, наиболее распространенные авиационные беспилотники (дроны) [5].

7. Повышенные требования к интерфейсам. Естественно, что в сетецентрической системе при соединении по схеме «каждый с каждым» требования к интерфейсам гораздо выше (см. рис 4).

8. Особая актуальность для военной области. Нынешние военные действия на Украине подтверждают использование сетецентрических принципов, а, следовательно, необходимость обеспечения интероперабельности [6].

Из описанных современных условий следует повышенная актуальность развития работ по стандартизации для обеспечения интероперабельности, но следует учесть, что обеспечение интероперабельности, требует не только технических стандартов, но и т.н. семантических стандартов и нормативно-правовых документов на организационном уровне. (см. рис 3 и 5.)

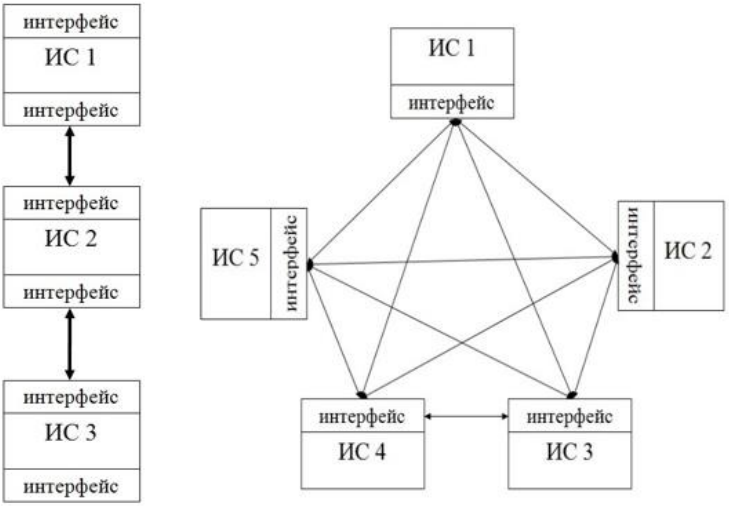


Рис. 4. Повышение требований к интерфейсам, обеспечивающим интероперабельность, при переходе к сетецентрической архитектуре

Планирование, разработка и применение стандартов для обеспечения интероперабельности

Планирование. Как известно, планирование работ в РФ по ИТ-

стандартизации осуществляется в рамках Программы национальной стандартизации (ПНС), которая ежегодно обновляется. В начале каждого года предлагается представить заявку через ТК-22 на включение в программу разработку стандарта по определенной форме с обоснованием. При этом разработка может вестись как за счет бюджета, так и за средства разработчика Разработка стандарта за счет средств разработчика дает практически 100% -ю гарантию включения в ПНС.

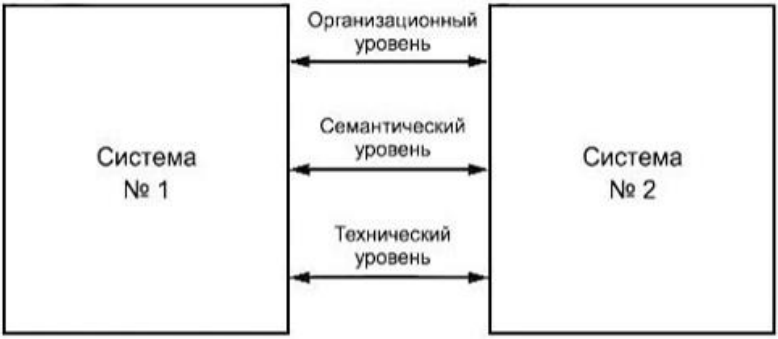


Рис. 5 Эталонная трехуровневая модель интероперабельности [1]

Законодательством предусмотрена по окончании разработки стандарта возможность со стороны Росстандарта компенсация сделанных разработчиком затрат. Однако, как выяснилось, это постановление Правительства от 17 декабря 2016 г. № 1394 не распространяется на бюджетные организации, к которым относится ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН.

Если бы в РФ существовал документ общегосударственного уровня о важности интероперабельности типа приведенных выше, вероятность включения разработку стандарта в ПНС за счет средств бюджета была бы более высокой.

Учитывая, что интероперабельность должна обеспечиваться не только на техническом уровне, но и на более высоких – семантическом и организационном уровнях, т.е. проблема носит межотраслевой характер, планирование работ по стандартизации интероперабельности должно осуществляться не только Росстандартом, а межведомственным

органом, каким, например, в Евросоюзе выступает Техническая комиссия.

Разработка стандартов по обеспечению интероперабельности.

Согласно ФЗ «О стандартизации» (глава 4, статья 17) национальные стандарты разрабатываются на основе:

1) результатов научных исследований (испытаний) и измерений;

2) положений международных стандартов, региональных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств, сводов правил иностранных государств, стандартов организаций и технических условий, которые содержат новые и (или) прогрессивные требования к объектам стандартизации и способствуют повышению конкурентоспособности продукции (работ, услуг);

3) приобретенного практического опыта применения новых видов продукции, процессов и технологий.

ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН в партнёрстве с рядом других организаций разработал более 10 национальных стандартов по интероперабельности. И если первые документы предстставляли прямой перевод англоязычных стандартов, то последние стандарты явились результатом научных исследований, проводимых в рамках плановых заданий (госздадания) либо в результате выполнения полученных грантов, например, грантов Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ). Таким образом разработанные стандарты не имеют прямых зарубежных аналогов, а лишь содержат, согласно процитированной выдержке из ФЗ «О стандартизации» отдельные положения из международных и других зарубежных стандартов. Таким образом, их разработку можно рассматривать как импортозамещение в области ИТ-стандартизации.

Основным достижением ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН следует считать создание единого подхода к обеспечению интероперабельности информационных систем всех классов, т.е. всех областей применения и любого масштаба [3]. Таким образом предложенный единый поход, можно считать своего рода мета технологией. На рис 6 приведена методика обеспечения интероперабельности для информационных систем всех классов. Указанный подход был оформлен в виде национального стандарта ГОСТ Р 55062- 2012. Стандарт можно считать

признанным научной общественностью по числу цитирований. Впоследствии этот стандарт был пересмотрен, как предусмотрено правилами стандартизации и с некоторыми изменениями, учитывающими новые данные, получил номер ГОСТ Р 55062-2021. Этот стандарт следует считать рамочным, то есть он является основой для разработки соответствующего стандарта конкретного применения.

На основе этого рамочного стандарта ГОСТ Р 55062-2012 (пересмотрен в 2021 г) был разработан стандарт ГОСР Р 59797— 2021 «Сложные системы. Интероперабельность. Основные положения». Логическим продолжением этого стандарта стала разработка ГОСТ Р 70569 «Информационные технологии. Сетецентрические информационно-управляющие системы. Интероперабельность» с датой введения в действие 30 марта 2023 г.

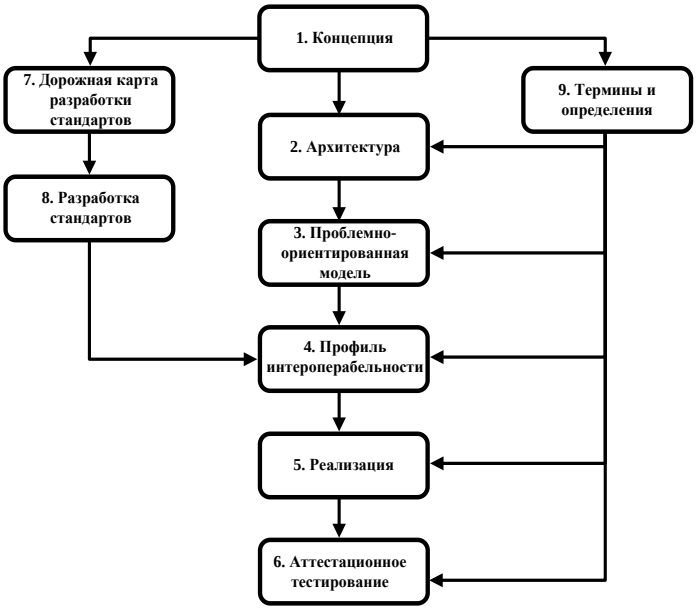


Рис. 6 Методика обеспечения интероперабельности [1].

Данный стандарт в соответствии с ФЗ «О стандартизации» разработан на основе исследований, проведенных в рамках проекта

РФФИ № 19-07-00774, и содержит положения из нормативных документов международного консорциума Network Centric Operations Industry Consortium – NCOIC, образованного в 2004 году [8]. Деятельность данного консорциума направлена на развитие интероперабельности и ускорение глобального применения сетецентрических принципов и систем. К сожалению, следует отметить, что в этой области - стандартизации сетецентрических систем наша страна имеет отставание примерно в 15 лет. Поэтому нам очень хочется рассчитывать, что данный стандарт позволит сократить разрыв. Тем более, что он заведомо относится к стандартам двойного назначения и может быть применим в области обеспечения обороноспособности, как в ВС РФ, так и оборонно-промышленном комплексе [4].

При разработке ГОСТ Р 70569, как и при разработке других стандартов, мы столкнулись со следующей трудностью. Согласно принятым правилам, национальный стандарт разрабатывается в два этапа: сначала разрабатывается первая редакция, и о ней размещается уведомление на сайте Росстандарта. Имеется ввиду, что заинтересованные в данном стандарте организации запросят у разработчика текст первой редакции, напишут отзыв с замечаниями, и эти замечания будут разработчиком обобщены, рассмотрены и учтены. Так вот, по нашему опыту, как правило, приходит один запрос. Видимо, в каждом ведомстве есть служба, условно назовем «отдел стандартизации», и в функции этого отдела входит отслеживание уведомлений, что и происходит. Что происходит дальше, нам неизвестно. Но если отзывов не поступает, следовательно, существует большое опасение, что стандарт не будет востребован, и тут комментарии излишни. Разработчику приходится обращаться к «дружественным» организациям, Так в случае этого стандарта, исходя из того, что идет переход к сетецентрической архитектуре, в которой крайне важно обеспечить интероперабельность, особенно в интересах обороноспособности, нам пришлось обратиться к авторитетным организациям, относящимся к МО РФ и ОПК: Военная академия Генерального штаба ВС РФ, Военная академия связи им. С.М. Буденного, 27 Центральный научно-исследовательский институт МО РФ, АО Концерн «Созвездие», АО «Радио-технический

Институт». Всего поступило 95 замечаний, большинство из которых было учтено на втором этапе при подготовке окончательной редакции стандарта. Представляется, что система уведомлений должна быть каким-то образом усовершенствована, возможно, введена классификация.

Применение стандартов интероперабельности

Что следует понимать под применением стандарта? Под реальным применением стандарта следует понимать включение требований к его применению в соответствующий раздел документации на разработку конкретного изделия или системы. Тогда, естественно, должна быть возможность провести аттестационное тестирование на соответствие данному стандарту (см. этап 6 рис.6). К сожалению, такого примера по примененюю стандартов интероперабельности мы привести пока не можем. Более слабым применением следует считать ссылку на данный стандарт в нормативном документе, разработанном другим разработчиком. Тут мы можем привести документ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации «Методическое пособие. Обеспечение интерперабельности при информационном моделировании объектов строительства». Нам этот факт представляется важным, поскольку строительство относится к основным отраслям экономики.

Заключение

На основе изложенного можно сделать следующие выводы и предложения:

1) Показано, что обеспечение интероперабельности в основе которой лежит использование ИТ-стандартов, в настоящее время представляет одно из ключевых направлений информационных технологий. Технология, охватывает самый широкий класс информационных систем, составляет «фундамент» цифровизации, представляет технологию двойного назначения и может быть отнесена к метатехнологиям.

2) Отмечено, что до настоящего времени работы по обеспечению интероперабельности в Российской Федерации далеко не достигли масштаба, соответствующего важности проблемы.

3) Приведен взгляд автора на современные условия для повышения

эффективности планирования, разработки и применения стандартов интероперабельности, основанный на опыте подкомитета ПК206/ТК22. «Интероперабельность».

4) С учетом того, что проблема обеспечения интероперабельности носит межотраслевой характер, необходимо сделать ее решение частью государственной политики РФ по цифровизации экономики.

5) Издать соответствующий акт, определить межведомственный государственный орган, ответственный за решение проблемы и план необходимых мероприятий.

Список литературы

1. ГОСТ Р 55062-2021 Информационные технологии. Интероперабельность. Основные положения. 2022.

2. Башлыкова А.А., Козлов С.В., Макаренко С.И., Олейников А.Я., Фомин И.А. Подход к обеспечению интероперабельности в сетецентрических системах управления. Журнал радиоэлектроники. 2020. №6.

3. Гуляев Ю. В., Журавлев Е. Е., Олейников А. Я., Методология стандартизации для обеспечения интероперабельности информационных систем широкого класса. Аналитический обзор. // Журнал Радиоэлектроники. - 2012. - Выпуск № 3. - ISSN 1684-1719.

4. Киселев В.Д., Рязанцев О.Н., Данилкин Ф.А., Губинский А.М. Информационные технологии в оборонно-промышленных комплексах России и стран НАТО. Москва. Издательство «Знание» 2017. 256 с.

5. Олейников А.Я., Обеспечение интероперабельности авиационных беспилотных летательных аппаратов, ИТиВС, 2021, № 4, С.3–11 https://doi.org/10.14357/20718632210401.

6. Бирюков В. Современная сетецентрическая война и военная операция на Украине. — Режим доступа: https://topwar.ru/211525-sovremennaja-setecentricheskaja-vojna-i-voennaja-operacija-na-ukraine.html (дата обращения 28.02.2023).

7. ISO отказалось накладывать санкции на Россию — Режим доступа: https://ajaregistrars.ru/blog/rossiya-v-iso/ (дата обращения 13.03.2023).

8. Network Centric Operations Industry Consortium, From Wikipedia, — Режим доступа: https://clck.ru/34Mp4w (дата обращения 16.03.2023).

УДК 519.876.2

ЭВОЛЮЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Козлов С.В.

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, 119333, Россия, город Москва, ул. Вавилова, д.44 к.2, e-mail: sv_kozlov@mail.ru

Проблема интероперабельности автоматизированных систем часто ассоциируется с совместимостью их элементов. Для категории интероперабельности в докладе приводится ретроспектива (совместимость) и перспектива (интеграция), расширенное на процессной основе представление ее предметной области, эволюция предметной области интероперабельности, включающей полную группу целевых процессов, характеризующих взаимодействие органов, пунктов и средств управления как структурных элементов системы управления, а также процессов системной инженерии, обеспечивающих реализацию и поддержание целевых процессов по стадиям жизненного цикла интегрированных систем управления.

Ключевые слова: интегрированная система управления; интероперабельность; процессная основа интероперабельности; полная группа целевых процессов; взаимодействие процессов; процессы системной инженери.

В теории интероперабельности автоматизированных систем управления (АСУ) и создания на их основе интегрированных систем управления (ИСУ), относящихся к классу сложных организационно-технических систем, важная роль отводится анализу условий ее обеспечения на организационном, семантическом и техническом уровнях. При этом основные системотехнические и технологические решения по их созданию и развитию определяются руководящими и нормативно-методическими документами, которые регламентируют, в

первую очередь, деятельность заказчиков и разработчиков на стадиях их проектирования, разработки и создания. Указанные субъекты государственного заказа руководствуются при этом системным подходом. Вместе с тем, объективно заметить, что возможности такого подхода по мере роста сложности систем и изменения условий их применения сталкиваются с ограничениями, обусловленными неполной определенностью предметной области интероперабельности перспективных ИСУ, противоречивостью и целостностью задач по их реализации, изменением условий применения ИСУ и потребностей их пользователей [1].

Оценивая в целом современные подходы к обеспечению интероперабельности, целесообразно отметить, что с точки зрения менеджмента они в своей основе используют функциональные методы, которые в условиях проводимой автоматизации управленческих задач и функций по их реализации вполне соответствуют особенностям обеспечения интероперабельности функциональных подсистем в составе ИСУ. Вместе с тем функциональная интеграция в развитии автоматизированных систем по мере расширения их масштабов и сложности исчерпывает резервы повышения эффективности объединения разнородных функциональных подсистем. С другой стороны, на фоне смены парадигмы развития организационных систем и переходом от тектоцентрической к холистической парадигме [2] одновременно с «размыванием» границ организационных систем и расширением виртуализации процессов взаимодействия органов управления и исполнительных систем в их рамках наблюдается рост неопределенности в части установления ответственности и полномочий должностных лиц и персонала органов управления за реализацию качественного выполнения управленческих задач. В этой связи представляется обоснованным переход от функциональной интеграции с автоматизацией управленческих задач и функций органов управления по их выполнению в рамках жестко централизованной структуры системы управления к автоматизации процессов управления [3] и рациональному распределению ответственности и полномочий должностных лиц и специалистов органов управления за их реализацию. Поэтому представляется своевременным рассмотреть

процессную основу обеспечения интероперабельности перспективных ИСУ.

В стандартах сертификации системы качества ИСО 9000 одним из важнейших составляющих достижения качества сложных организационно-технических систем является принцип процессного подхода к выполнению любых работ. Как отмечено в межгосударственном стандарте ГОСТ ISO 9000-2011 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь», желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельностью и соответствующими ресурсами управляют как процессом. Так, например, в стандарте ГОСТ Р ИСО 9001-2008 «Системы менеджмента качества. Требования» указано, что он отстаивает применение принципа процессного подхода при разработке, внедрении и улучшении результативности системы менеджмента качества с целью повышения удовлетворенности потребителей посредством выполнения их требований. Для успешного функционирования организация должна определить и осуществлять менеджмент многочисленных взаимосвязанных видов деятельности. Деятельность по выполнению функций, использующая ресурсы и управляемая в целях преобразования входов в выходы, является процессом, требующим определенных затрат ресурсов и времени. Именно процессный подход к менеджменту позволил увидеть взаимосвязь и взаимозависимость функций управления. Обычно выход одного процесса образует непосредственно вход следующего. Применение в организации системы процессов наряду с их идентификацией, а также менеджмент процессов, направленный на получение желаемого результата, могут быть определены как процессный подход. Преимущество процессного подхода состоит в непрерывности управления, которое он обеспечивает на стыке отдельных процессов в рамках их системы, а также при их комбинации и взаимодействии. Базовым понятием такого подхода является процесс, который в зависимости от его масштабов и места в циклограмме управления может быть элементарным, комплексным и сквозным. Элементарный процесс с его основными атрибутами, а также комбинирование взаимодействующих элементарных процессов, обеспечивающих их укрупнение, представляет комплексный процесс,

реализуемый на основе координации управления элементарными процессами и образования общего контура управления ими, а также взаимоувязанного обеспечения процессов необходимыми ресурсами (рис. 1). Комбинированные процессы, реализующие цикл управления или его составляющие на всем его протяжении, можно называть сквозными процессами.

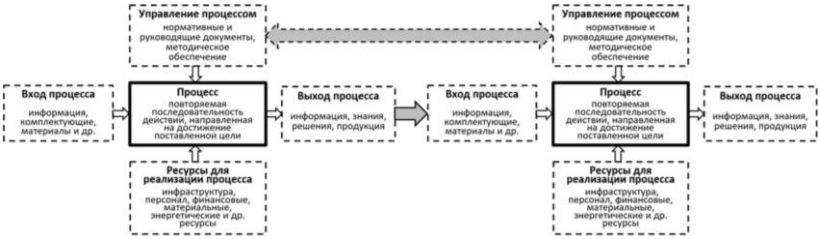


Рис. 1. Основные направления взаимодействия смежных процессов

Многообразие взаимодействующих процессов в циклограмме управления организационной системы предопределяет необходимость обеспечения их интероперабельности как многоаспектной совместимости, обеспечивающей возможность реализации сквозного процесса обеспечения управленческой деятельности. При формировании сквозных процессов функционирования ИСУ потребуется обеспечить интероперабельность смежных процессов на уровне следующих их атрибутов:

- выход одного процесса, являясь входом смежного процесса, должен предоставить необходимую номенклатуру и объем исходных данных (информация, комплектующие, материалы и др.) для запуска другого процесса;

- управление процессами должно обеспечивать взаимоувязанное (по месту, времени, используемым ресурсам) и согласованное выполнение смежных процессов;

- номенклатура и количество ресурсов для реализации смежных процессов должны быть достаточными для взаимоувязанного и качественного выполнения смежных процессов.

В этой связи условием качественного взаимодействия смежных процессов становится обеспечение интероперабельности на следующих уровнях: выход – вход процессов и управление смежными процессами, включая рациональное распределение и использование ресурсов для реализации процессов. Надо полагать, что сквозной процесс функционирования ИСУ может включать несколько комплексных процессов, которые, в свою очередь, формируются на основе объединения элементарных процессов. При этом интероперабельность должна обеспечиваться на уровне не только сквозных и комплексных процессов, но также и элементарных процессов. В отличие от функционального подхода к интеграции подсистем в составе АСУ, при котором вопросы планирования, реализации и поддержания их интероперабельности осуществляются централизованно на уровне вертикали органов управления, при процессном подходе такие вопросы заблаговременно прорабатываются и реализуются по горизонтали на уровне смежных процессов в рамках сквозных и комплексных процессов. Такой подход создает условия для автоматизации управленческих процессов на основе поддерживаемых на должном уровне функционирования сквозных и комплексных процессов.

Таким образом, традиционная проблема обеспечения интероперабельности функциональных подсистем в составе ИСУ должна рассматриваться в аспектах обеспечения интероперабельности процессов: элементарных процессов при их объединении в комплексные, а комплексных процессов в рамках сквозных процессов.

Анализ и обобщение подходов отечественных и зарубежных специалистов по системотехнике создания и развития многофункциональных АСУ свидетельствует о том, что проблема их совместимости должна рассматриваться в развитии. Так, например, взгляды на обеспечение совместимости АСУ как сложных организационно-технических систем в 70-90-е годы XX века и в настоящее время в значительной мере отличаются по технологическому уровню объединяемых систем и сложности выполнения обеспечиваемых ими управленческих задач. В настоящее время в плане обеспечения взаимодействия разнородных систем проблема совместимости становится многоаспектной и многонаправленной. При

этом с учетом качественного отличия от свойства совместимости используется и ее новая категория - интероперабельность, которая отражает не только функциональную возможность обеспечения взаимодействия разнородных систем, но и сформированный процесс ее реализации и обеспечения в динамике функционирования АСУ. Ускорение сроков смены поколений аппаратно-программных средств для создания АСУ обусловливает повышение гетерогенности систем управления, когда в любой период времени может использоваться широкий перечень разнородных систем различных поколений разработки с различным технологическим уровнем их реализации. В то же время интенсивное изменение перечня управленческих задач требует поиска рациональных вариантов их комплексирования с последующей интеграцией на уровне системотехнических и технологических решений. Прогнозируя развитие проблемы создания перспективных многофункциональных АСУ, можно с достаточной уверенностью полагать, что интероперабельность систем на основе формирования функциональной возможности и процессной реализации совместимости должна в дальнейшем перерасти в их интеграцию. Рассматривая терминологию в рамках эволюции содержания указанных выше сущностей, целесообразно представить их в следующем виде, как показано в [4-7]: совместимость, интероперабельность, интеграция.

Достижение целей функциональной совместимости, как указано в ГОСТ Р 58538-2019 (Системы промышленной автоматизации и интеграции. Спецификация требований к организации информационного взаимодействия), требует обязательного выполнения трех этапов стандартизации, обеспечивающих интеграцию, начиная от приборных разъемов и заканчивая базовыми системными функциями:

- сосуществование автоматизированных систем, при котором различные системы эффективно работают в разных средах, не препятствуя друг другу, а взаимодействие между ними минимальное или полностью отсутствует;
- взаимодействие автоматизированных систем, при котором протоколы взаимодействия систем двух типов приводят во взаимное соответствие, при этом обеспечивается совместное использование ресурсов для реализации конкретного приложения;

- функциональная совместимость (интероперабельность) автоматизированных систем, при которой несколько автоматизированных систем функционируют совместно и при этом совместно используют ресурсы.

Различные функции приложений могут согласованным образом использовать общую информацию. Это требует, как взаимодействия структурных элементов между собой, так и их сосуществования, а также введения новых бизнес-правил, процессов и требований информационной безопасности, которые позволят объединять различные приложения.

Таким образом, ретроспектива (сосуществование, совместимость) и перспектива (интеграция) категории «интероперабельность», рассматриваемые одновременно с развитием технологической основы развития АСУ, свидетельствуют о необходимости исследования процессных аспектов обеспечения интероперабельности при создании и развитии интегрированных систем.

Система процессов, как новая сущность в онтологии ИСУ, рассматривается в качестве системной основы для интеграции разнородных функциональных подсистем. При этом необходимо выделить, с одной стороны, целевые процессы, отражающие взаимодействие органов, пунктов и средств управления в динамике функционирования ИСУ [8], и процессы системной инженерии, рассматриваемые по стадиям жизненного цикла ИСУ и определяющие, в основном, отношения субъектов государственного заказа в ходе разработки, создания, испытаний, ввода в эксплуатацию и обеспечения применения ИСУ по их предназначению, с другой стороны. В современных условиях интенсивного развития АСУ в направлении создания ИСУ как материально-технической основы перспективных организационных систем в направлении расширения их функциональных возможностей путем интеграции в рамках существующих и разрабатываемых АСУ новых высокотехнологичных функциональных подсистем непропорционально резко возрастает их сложность, а реальный эффект обеспечения оперативности, непрерывности и устойчивости управления зачастую оказывается ниже ожидаемого. Основной причиной такого состояния являются издержки

сугубо вертикальной иерархии управления с принятием решений по обеспечению взаимодействия подсистем преимущественно на верхних уровнях иерархии, связанные с обеспечением взаимоувязанного функционирования всех подсистем в составе АСУ. В этой связи представляется целесообразным проводить координацию взаимодействия функциональных подсистем по горизонтали на уровне управленческих процессов по реализации задач управления. Важным условием реализации процессного подхода к созданию и развитию ИСУ является взаимоувязанное управление взаимодействием указанных в таблице 1 групп процессов. Целевые процессы, составляющие полную группу процессов реализации предназначения ИСУ, должны поддерживаться на всех стадиях ее жизненного цикла процессами системной инженерии (процессы соглашения, организационного обеспечения проекта, технического управления и технические процессы) [9, 10].

Вопросы интероперабельности процессов системной инженерии в настоящее время проработаны на достаточном уровне и в нормативно-методическом плане регламентированы в ГОСТ Р ИСО 11354-1-2012 «Требования к установлению интероперабельности процессов промышленных предприятий. Часть 1. Основа интероперабельности предприятий». В то же время применительно к созданию ИСУ как высокотехнологичных объектов разработки важно рациональным образом применить процессы системной инженерии к реализации целевых процессов ИСУ. Содержание взаимодействия указанных выше групп процессов по стадиям жизненного цикла должно определяться в ходе разработки замысла создания ИСУ.

Интероперабельность процессов возникает тогда, когда:

- конкретный процесс способен получать и использовать необходимую информацию и другие информационные объекты, предоставляемые внешним процессом, или наоборот;
- внешний процесс способен получать и использовать необходимую информацию и другие информационные объекты из процессов, выполняемых в системе управления.

Несовместимость процессов может возникать между взаимодействующими или сотрудничающими организациями,

обладающими различными моделями процессов, различными режимами контроля или различным распределением ответственностей и прав доступа к информационным системам, управлением работой и внесением изменений. Проблемы относительно несовместимости процессов, используемых при любом обмене между автоматизированными системами, должны описываться перед началом любого активного взаимодействия между ними, если не будет определено, что это взаимодействие будет осуществляться с применением каких-либо дополнительных мер (например, использованием агента или любым другим аналогичным способом).

С учетом множества вариантов взаимодействия целевых процессов и процессов системной инженерии в жизненном цикле АСУ, развиваемой в направлении интеграции в ее составе разнородных функциональных систем, определяется перечень групп уязвимостей в планировании и обеспечении взаимоувязанного функционирования создаваемых ИСУ.

Обобщая изложенное, целесообразно отметить, что с процессной точки зрения предметная область интероперабельности ИСУ определяется системой процессов в их жизненном цикле, которая объединяет:

- целевые процессы, отражающие взаимодействие органов, пунктов и средств управления в динамике функционирования ИСУ и составляющие полную группу основных и обеспечивающих процессов взаимодействия органов, пунктов и средств управления;
- процессы системной инженерии в соответствии с их классификацией в соответствии с ГОСТ Р 57193-2016 «Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем», рассматриваемые по стадиям жизненного цикла ИСУ и реализуемые в ходе выполнения работ по стадиям (НИР, ОКР по разработке системы, испытания, ввод в действие и применение по предназначению).

Применительно к системе процессов их интероперабельность представляет собой способность процессов взаимодействовать между собой без каких-либо ограничений доступа к ним и реализации взаимодействия. Руководствуясь требованиями ГОСТ Р 55062-2021 «Информационные технологии. Интероперабельность. Основные

положения», и, рассматривая три уровня интероперабельности (организационную, семантическую и техническую), целесообразно определить следующий порядок ее обеспечения при организации взаимодействии процессов.

1. На уровне стыка «выход» одного процесса – «вход» другого процесса интероперабельность должна обеспечиваться:

- на организационном уровне (с учетом сопряжения границ смежных процессов и своевременного принятия решений по зонам принадлежности к тому или иному процессу с нерегламентированной ответственностью);

- на семантическом уровне (контекстные параметры взаимодействия смежных процессов);

- на техническом уровне: согласованные параметры на стыке технических средств, реализующих смежные процессы (параметры совместимости форматов данных и сообщений, сетевых протоколов, интерфейсов и требований по качеству обслуживания, параметры информационной безопасности и др.).

2. На уровне управления смежными процессами интероперабельность должна обеспечиваться:

- на организационном уровне (определение границ смежных процессов, уточнение ответственности по обеспечению взаимодействия смежных процессов и распределение ответственности при организации выполнения процессов, согласованное использование (пополнение) ресурсов для реализации смежных процессов и контроль качества их взаимодействия);

- на семантическом уровне (контекстные параметры взаимодействия смежных процессов);

- на техническом уровне: согласованные параметры на стыке технических средств, реализующих смежные процессы (параметры совместимости форматов данных и сообщений, сетевых протоколов, интерфейсов и требований по качеству обслуживания, параметры информационной безопасности и др.).

Представленный в докладе новый подход к определению предметной области интероперабельности на процессной основе находится в створе основных тенденций развития автоматизированных

систем в направлении их интеграции и расширения функциональных возможностей интегрированных систем. Обоснована система процессов в жизненном цикле ИСУ, которая должна составить основу предметной области их интероперабельности:

- полная группа целевых процессов, отражающих взаимодействие органов, пунктов и средств управления в процессе выполнения задач управленческой деятельности;
- процессы системной инженерии (процессы соглашения, организационного обеспечения проекта, технического управления и технические процессы), обеспечивающие разработку, реализацию и выполнение целевых процессов по стадиям жизненного цикла ИСУ.

Таким образом, предложено рассматривать интероперабельность высокотехнологичных систем управления не только как функциональную возможность обеспечения взаимодействия разнородных систем, но и как сформированный процесс ее реализации и обеспечения в динамике функционирования автоматизированных систем.

Список литературы

1. Пригожин, А. И. Методы развития организаций. (Приложение к журналу «Консультант», 9-2003). – М.: МЦФЭР, 2003. – 864 с.

2. Ефремов, В. С. Концепция стратегического планирования в бизнес-системах. Дис. ... докт. экон. наук. – М.: 2001. – 328 с.

3. Забегалин, Е. В. Концептуальная схема организации процессной автоматизации больших военных организаций // Системы управления, связи и безопасности. – М.: 2020. – Т. 4. – С.1-43.

4. Башлыкова А.А., Козлов С.В., Макаренко, Олейников А.Я., Фомин И.А. Подход к обеспечению интероперабельности в сетецентрических системах управления. Журнал Радиоэлектроники, N6, 2020

5. Козлов С.В. Эволюция требований по комплексированию функциональных подсистем АСУ: совместимость, интероперабельность, интеграция. Военная безопасность России: Взгляд в будущее. Материалы 7-й Международной межведомственной

научно-практической конференции научного отделения № 10 Российской академии ракетных и артиллерийских наук. В 3-х томах. Том 1. Москва, 2022 Издательство: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) (Москва). 2022: С. 291-296

6. Интеграция. URL: https://clck.ru/34ShoW (дата обращения 25.03.2023).

7. Что такое интеграция? https://habr.com/ru/post/676088/.

8.Козлов С.В. Основные направления интеграции интеллектуальных систем управления на процессной основе реализации сетецентрических принципов. В сборнике: Радиолокация, навигация, связь. Сборник трудов XXVIII Международной научно-технической конференции, посвященной памяти Б.Я. Осипова, Т. 1. Воронеж, 2022. С. 325-335.

9. Батоврин В.К. Стандарты системной инженерии: серия докладов (зеленых книг) в рамках проекта «Промышленный и технологический форсайт Российской Федерации» / В.К. Батоврин; под ред. М.С. Липецкой, К.А. Ивановой; Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад». — СПб., 2012. — Вып. 4. — 64 с

10. Баданов А.Ю., Рызванов Р.А. Процессы системной инженерии для поддержания жизненного цикла сложных технических систем. [электронный ресурс] — Режим доступа: https://clck.ru/34Shob

УДК 004.77, 006.03

О РАЗРАБОТКЕ ГОСТ Р «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ. ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТЬ»

[1,2] Башлыкова А.А.

[1]МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: bashlykova@mirea.ru

[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук, (ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН), 125009, Россия, г. Москва, ул. Моховая 11 к.7, e-mail: bashlykova_a_a_mirea@mail.ru

Целью международной стандартизации промышленного оборудования является гармонизация концепций в глобальном масштабе. Перечень разрабатываемых стандартов в области цифровизации промышленности растет. В России решение проблемы интероперабельности робототехнических комплексов и рост суверенитета самостоятельно создаваемых программных продуктов.

Ключевые слова: интероперабельность, стандарт, робототехнические комплексы, информационная безопасность.

Введение

В настоящая время в РФ важно направление цифровой трансформации промышленности. Четвертая промышленная революция предполагает новый подход к производству, основанный на массовом внедрении информационных технологий в промышленность, масштабной автоматизации бизнес-процессов. Гетерогенность аппаратно-программной среды, применение искусственного интеллекта в системе управления, интеграция технологий больших данных и блокчейна, Интернета сущностей, киберфизические системы (рис.1.),

ускоряют темпы технологической трансформации в формирующей отрасли. Нейротехнологии и технологии VR (рис.1.) – позволяют реализовывать прикладные задачи, создание цифровых двойников – моделирование опасного производства, условий цеха, для отработки навыка и исполнения инструкции ответственными сотрудниками, но без риска для жизни. Чтобы обеспечить беспрепятственное сотрудничество в области инноваций, наличие технологий цифровой трансформации промышленности в сочетании с традиционными мерами доверия может использоваться для формирования цифрового доверия между заинтересованными сторонами [4].

По данным РБК (за 2020) – 74% продаж промышленной робототехники приходится на пять стран — Китай, Японию, Южную Корею, США и Германию. По объединенным данным за 2020 год РБК, PwC, SAP, «Ростех», Intel, «Яндекс», IDC, Telenor, «Лаборатория Касперского», Technavio Research, Bloomberg, The Economist, уровень роботизации Российской промышленности составляет пять роботов на 10 тыс. сотрудников предприятий промышленности. Средний показатель по миру — 99 роботов на 10 тыс. рабочих. Россия занимает 6-е место в мире по потенциалу роботизации и автоматизации. Опережают Китай, Индия, США, Бразилия и Индонезия [7].

В реализации Национальной программы «Цифровая платформа» заявлен Ведомственный проект «Цифровая промышленность». Требуется координация в интересах развития промышленности [3].

Проекты реализации могут быть отнесены к трем областям действия, заявленным в рамках Миссии 2030: интероперабельность (функциональная совместимость), автономность (суверенитет) и устойчивость.

Миссия 2030 цифровой трансформации промышленности (от 2019 года) поддерживает создание цифровых экосистем глобально. Совместное решение международных вопросов и проблем цифровизации является основной идеей в стандартизации. Целью успешной международной стандартизации промышленного оборудования является гармонизация концепций в глобальном масштабе.

Перечень разрабатываемых стандартов на 2022 год составляли [3]:

–Промышленность РФ 4.0 Цифровое предприятие и умное производство. Основные положения.

–Промышленность РФ 4.0 Цифровое предприятие и умное производство. Термины и определения.

–Промышленность 4.0. Цифровое предприятие и умное производство. Интеграция и интероперабельность систем автоматизации.

–Промышленность РФ 4.0 Цифровое предприятие и умное производство. Руководство по применению модели RAMI 4.0 (IEC 63088:2017).

–Enterprise modelling and architecture — Requirements for enterprise referencing architectures and methodologies.

–Enterprise modelling and architecture — Constructs for enterprise modelling 8. Industrial-process measurement, control and automation - Digital factory framework - Part 1: General principles.

–Reliability of industrial automation devices and systems - Part 1: Assurance of automation devices reliability data and specification of their source [3].

В Программе «Цифровая экономика Российской Федерации» [2] термин «интероперабельность» упоминается дважды.

Этот термин употребляется также в Распоряжении Правительства РФ от 19 августа 2020 г. № 2129-р «Об утверждении Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники на период до 2024 г» и Распоряжении Правительства РФ от 21.12.2021 N 3759-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации науки и высшего образования».

Для продвижения проблемы интероперабельности приказом Росстандарта от 22 апреля 2016 года N 463 О техническом комитете по стандартизации "Информационные технологии" определены структура ТК022 и перечень входящих организаций.

Среди них ПК206 «Интероперабельность» ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН. На сегодняшний день ПК 206, в сотрудничестве с партнерами, разработано более 10 национальных стандартов по интероперабельности.

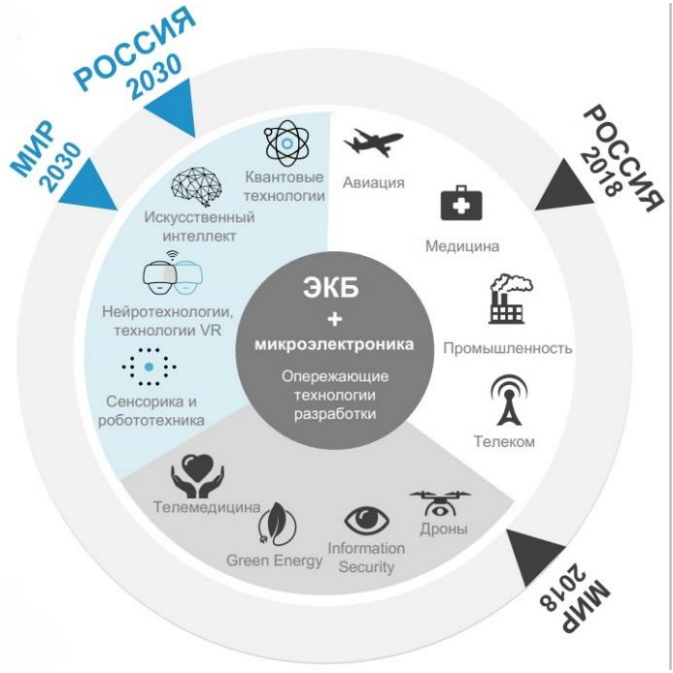


Рис.1. Визуализация переход к формирующей отрасли, сопровождение стандартами – серьезная необходимость [7].

Вопросы интероперабельности в Интернете вещей решаются и в рамках другого технического комитета Росстандарта 194 «Кибер-физические системы» (ТК 194). Структура ТК 194: ТК 194/РГ 1 «Интернет вещей»; ТК 194/РГ 2 «Умные города»; ТК 194/РГ 3 «Большие данные»; ТК 194/РГ 4 «Умное производство»; ТК 194/РГ 5 «Искусственный интеллект»; ТК 194/РГ 6 «Умная энергетика». Среди приоритетов в области регулирования — интеграционные тематики: умная промышленность и Индустрия 4.0 (технологии TechNet, UrbanTech) [6].

В стандартизации робототехники большую роль занимает создание в 2016 году технического комитета ТК 141 «Робототехника». В стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010 Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программных средств (SQuaRE). Модели качества систем и программных продуктов

ГОСТ Р 55062 Информационные технологии. Интероперабельность. Основные положения.

ГОСТ Р 59505 Измерение, управление и автоматизация промышленного процесса. Основные принципы обеспечения функциональной безопасности и защиты информации.

ГОСТ Р 59796 Информационные технологии, Интероперабельность. Термины и определения.

ГОСТ Р 60.0.0.2 Роботы и робототехнические устройства. Классификация.

ГОСТ Р 60.0.0.4 Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения.

ГОСТ Р 70569-2022 Информационные технологии. Сетецентрические информационнно-управляющие системы. Интероперабельность.

В комплексе стандартов ГОСТ Р 60.0. целью является повышение интероперабельности роботов и их компонентов, а также снижение затрат на их разработку, производство и обслуживание за счет стандартизации и унификации процессов, интерфейсов и параметров. В введении ГОСТ Р 60.0.0.2— 2016 определено отношение к тематической группе «Общие положения, основные понятия, термины и определения» и распространяется на все роботы и робототехнические устройства наземного применения", но не даются рекомендации по интероперабельности.

Разработка ГОСТ Р «Информационные технологии. Робототехнические комплексы. Интероперабельность»

В условиях всеобщей цифровизации промышленных производств, интероперабельность играет ключевую роль при создании, развитии и объединении роботов в робототехнические комплексы, ячейки и линии. Обеспечение интероперабельности роботехнических комплексов (РТК) является одной из главных основ формирования и развития информационного общества, цифровой промышленной экономики,

оборонно-промышленных комплексов.

Перед разработчиками стандартов по интероперабельности РТК, на основе единого подхода ГОСТ Р 55062-2021, стоят задачи по получению итогов на этапах, таких как: разработка концепции, построение архитектуры, построение проблемно-ориентированной модели интероперабельности, построение в терминах этой модели профиля интероперабельности, программно-аппаратная реализация РТК в соответствии со стандартами, входящими в профиль, и аттестационное тестирование. Необходима также разработка документа, содержащего план (дорожную карту) разработки стандартов, разработка необходимых национальных стандартов, также глоссария по проблеме интероперабельности.

Проблемно-ориентированная модель может иметь больше уровней интероперабельности за счет «расщепления» уровней эталонной модели в зависимости от вида интероперабельности. К этим видам могут относиться: динамическая, концептуальная, интеграционная интероперабельность (см. ГОСТ Р 55062).

Для обеспечения интероперабельности РТК окончательные технические решения по их построению должны выбираться с учетом проблемно-ориентированной модели интероперабельности, которая представлена на рисунке 2

Совместное решение проблем интероперабельности и информационной безопасности

Востребованным остается направление промышленного интернета вещей как современная альтернатива систем АСУТП: перспективные разработки используются промышленниками. В тренде сейчас находятся решения мониторинга оборудования ЧПУ как с точки зрения их работоспособности, так и эффективности производственных процессов и технологий. Это, в свою очередь, стимулирует развитие таких направлений, как большие данные: машинное обучение, предиктивная аналитика, решения на базе дополненной и виртуальной реальности. Но все это возможно только в производительной, безопасной и устойчивой ИТ-инфраструктуре предприятия. Поэтому сотрудникам необходимо дополнительное обучение, а предприятиям – выработка методик и политик

безопасности с учетом усиления внешний атак и поиска уязвимостей систем. С состав профилей интероперабельности должны входить и стандарты информационной безопасности [4]. При этом к этим стандартам относятся как стандарты, разработанные на базе международных, так и отечественные стандарты, разрабатываемые Федеральной службой по техническому и экспертному контролю (ФСТЭК).

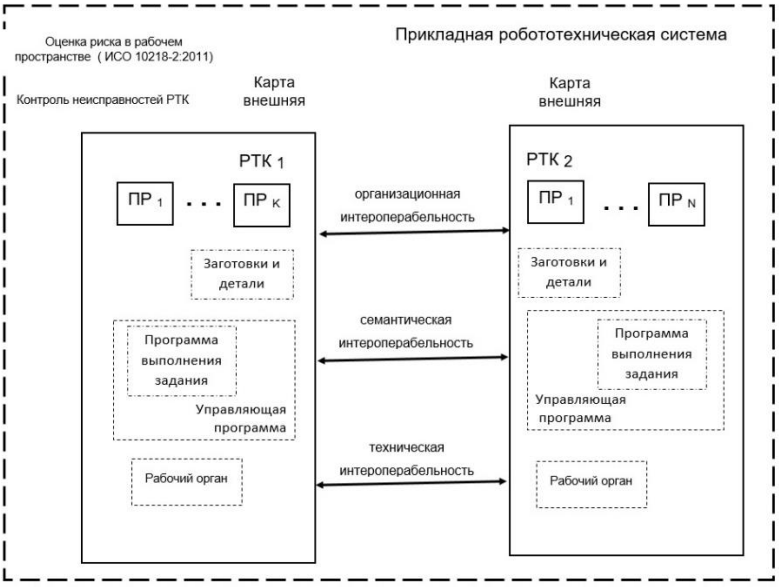


Рис. 1. Проблемно-ориентированная модель интероперабельности робототехнических комплексов

Большинство промышленных предприятий и особенно ОПК относят к Критической информационной инфраструктуре (КИИ), поэтому выполнение требований ИБ и интероперабельности должны реализовываться обязательно.

На состояние ИБ и устойчивость функционирования РТК влияет даже расположение системы АСУ РТК и всего технопарка, поэтому применение технологии BIM (Building Information Modeling)

позволяет учесть все требования к помещениям еще на этапе строительства объектов.

Заключение

На основании изложенного можно сделать следующее заключение:

– реализовать концепцию и проекты цифровой трансформации промышленности невозможно без обеспечения интероперабельности, в основе которой лежит использование ИКТ-стандартов;

– необходимо интервьюирование экспертов отрасли и активное привлечение к круглому столу для ускорения выработки решений и стандартов.

– основным способом решения проблемы интероперабельности РТК, как гетерогенной среды, выступает апробация общепризнанной методики обеспечения интероперабельности, зафиксированной в ГОСТ Р 55062-2021, не имеющей зарубежных аналогов, с учетом специфики РТК.

–обеспечение интероперабельности – сложная научно-техническая и организационно методическая проблема, нерешенная до конца во всем мире, поскольку использование ИКТ-стандартов обеспечивает лишь нижний, т.н. «технический уровень».

– на базе МИРЭА, СТАНКИН [5], и других технических ВУЗов необходимо проводить подготовку кадров и повышение квалификации сотрудников промышленных предприятий и ОПК, в направлении «Интероперабельность» и «Информационная безопасность».

Список литературы

1. ГОСТ Р 55062-2021 Информационные технологии. Интероперабельность. Основные положения. 2022.

2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации», 2018.

3. Головин С.А. О стратегии формирования программы «Промышленность 4.0», XI Международная научная конференция «ИТ-Стандарт 2022», 2022.

4. Башлыкова А.А. Интероперабельность и безопасность функционирования вычислительных и интеллектуальных систем Монография / А.А. Башлыкова. – М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2022. – 137с.

5. Позднеев Б.М., Бушина Ф., Левченко А.Н, Шароватов В.И., Бабенко Е.В., Интеграция и интероперабельность информационных систем в промышленности на основе стандартов, Сборник трудов X Международной научной конференции «ИТ – Стандарт 2020» — М.: Издательство «Проспект», 2020. – С.51-58.

6.Быкова Н. Стандарты и качество. Работа ТК по стандартизации, май 2021 Режим доступа: https://ria-stk.ru/stq/adetail.php?ID=199174 (дата обращения 13.03.2023).

7. Клейменова Л. Индустрия 4.0 в 40 цифрах и фактах, 2020. Режим доступа: https://trends.rbc.ru/trends/industry/5daef6429a7947c1bfe43006 (дата обращения 13.03.2023)

УДК 004.77

ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ОЦЕНКИ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Олейников А.Я., Фомин И.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова Российской академии наук» (ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН), 125009, Россия, г. Москва, улица Моховая, дом 11, корпус 7, e-mail olein39@gmail.com, fomin-for-job@yandex.ru

Приведены основные положения по обеспечению и оценке интероперабельности в сетецентрических информационно-управляющих системах, закрепленные в ГОСТ Р 70569-2022 «Информационные технологии. Сетецентрические информационнно-управляющие системы. Интероперабельность». Учтены положения актуальных зарубежных и отечественных документов по обеспечению интероперабельности информационно-управляющих систем. Применение данного стандарта в практику создания и модернизации автоматизированных систем управления различного назначения позволит значительно повысить качество их совместного функционирования.

Ключевые слова: сетецентрические информационно-управляющие системы, интероперабельность, обеспечение и оценка качества, барьеры интероперабельности.

Введение

В течение приблизительно последних 20 лет одной из основных тенденций в области развития и применения информационных технологий выступает переход от «классической» иерархической архитектуры информационно- управляющих систем к сетецентрической архитектуре, то есть к созданию сетецентрических информационно-управляющих систем (СЦИУС).

Первостепенной, можно сказать, ключевой характеристикой качества СЦИУС служит интероперабельность – способность двух или более информационных систем или их компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена ISO/IEC/IEEE 24765:2017, ГОСТ Р 59796—2021).

За рубежом вопросами интероперабельности в СЦИУС занимаются многие исследователи и организации. Одной из основных таких организаций следует считать международный консорциум Network Centric Operations Industry Consortium (NCOIC), созданный в 2004 г. в целях обеспечения межотраслевой интероперабельности ИУС. В рамках деятельности NCOIC был разработан ряд руководящих документов по оценке и обеспечению интероперабельности, в частности документ NCOIC Interoperability Framework. Отечественный подход к обеспечению интероперабельности был предложен и зафиксирован в ГОСТ Р 55062-2012, разработанным институтом радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН. Кроме того, относительно недавно в нашей стране рекомендована для использования серия стандартов обеспечения качества систем и программных средств ИСО/МЭК 25010, 25012, 25024, которая предоставляет широкие возможности по формированию и использованию набора метрик параметров для измерения качества функционирования информационных систем, в том числе в интересах интероперабельности и выявления ее барьеров.

Наличие проблемы интероперабельности определило необходимость разработки и внедрения отечественного стандарта ГОСТ Р 70569-2022 «Информационные технологии. Сетецентрические информационнно-управляющие системы. Интероперабельность».

Основные положения ГОСТ Р 70569-2022 по обеспечению интероперабельности

Целью разработки стандарта ГОСТ Р 70569-2022 являлось представление руководителям, заказчикам и разработчикам информационно-управляющих систем набор общих правил, принципов и рекомендаций по обеспечению интероперабельности, как ключевой характеристики качества СЦИУС [1, 2]. Стандарт основан на подходе, зафиксированном в общепризнанном ГОСТ Р 55062- 2012, пересмотренном в 2021 г. В данном стандарте учтены:

- требования к оценке качества систем и программных средств, содержащихся в ГОСТ Р ИСО/МЭК 25000;
- положения из нормативных документов международного консорциума Network Centric Operations Industry Consortium – NCOIC;
- особенности обеспечения и оценки интероперабельности на

разных стадиях жизненного цикла в ходе создания и развития систем.

Стандарт ГОСТ Р 70569-2022 определил:

1. Основные термины и определения, связанные с понятием «интероперабельность» и «сетецентрическая информационно-управляющая система».

2. Основные принципы обеспечения интероперабельности.

3. Методику обеспечения интероперабельности СЦ ИУС, включающую рекомендации по:

формированию концепции обеспечения интероперабельности;

- построению архитектуры;
- построению проблемно-ориентированной модели;
- построению профиля;
- организации жизненного цикла;
- аттестационному тестированию интероперабельности.

Проведенные до разработки стандарта исследования в рамках проекта Российского фундаментальных исследования № 19-07-00774 показали, что независимо от сферы функционирования в СЦ ИУС всегда протекает два основных вида процессов, – информационные и управляющие [3].

Информационные процессы, обеспечивают сбор, обработку, доведение и представление в удобном для пользователя виде информации о состоянии объекта управления, ходе процесса управления и складывающейся ситуации в целом. Качество выполнения данных процедур в совокупности с дальнейшими расчетами позволяют обеспечить лицо, принимающее решения, необходимой информацией для выработки наиболее рациональных управляющих воздействий. Предоставляемые пользователям информационные услуги и ресурсы – результат информационных процессов служат основой для принятия решений и формирования управляющих воздействий.

Управляющие процессы обеспечивают формирование управляющих воздействий и доведение их до объектов управления. В большинстве случаев формирование управляющих воздействий осуществляется на основе данных, полученных в результате выполнения информационных процессов.

Объединение СЦ ИУС в рамках единого информационного пространства позволяет обеспечить следующие положительные эффекты для информационных и управляющих процессов в СЦ ИУС:

- повышение своевременности информационного обмена за счет наличия прямых информационных связей между элементами, вследствие чего обеспечивается повышение полноты и актуальности информации о состоянии системы и окружающей среды, а также

повышение оперативности управления;

- повышение осведомленности лиц, принимающих решения, за счет получения информации от множества источников с последующим ее комплексированием, вследствие чего обеспечивается адекватность принимаемых решений и возможность самоорганизации;

- повышение устойчивости информационного обмена за счет возможности многократного дублирования путей передачи информации, вследствие чего обеспечивается устойчивость и непрерывность управления;

- повышение эффективности управления в целом.

Для СЦ ИУС важной является способность к беспрепятственному информационному взаимодействию, позволяющему органам управления обращаться к нужным информационными ресурсам и функциональным возможностям объектов управления вне зависимости от их географического положения и иерархической и организационной принадлежности [4].

При устранении значимых барьеров интероперабельности взаимодействие СЦ ИУС и их элементов повышает адекватность принимаемых решений, оперативность, непрерывность и устойчивость управления объектами, объединенными общей целью.

Попытки организовать совместное функционирование систем, не достигших минимально необходимого уровня интероперабельности (в западной литературе – «зрелости») дают обратный эффект [3,6]. Преодоление барьеров интероперабельности в ходе совместного функционирования нескольких (не готовых к этому) СЦ ИУС и их элементов усилиями персонала может существенно снизить качество управления и повысить издержки достижения цели управления.

Решение проблемы интероперабельности СЦ ИУС необходимо осуществлять по следующим основным направлениям:

- использование проблемно-ориентированной модели интероперабельности, построенной на основе конкретных особенностей предназначения, при проектировании и испытаниях

СЦ ИУС;

- обоснование и скоординированная реализация автоматизируемых процессов в СЦ ИУС с достижением приемлемого уровня качества и соблюдением основных принципов обеспечения интероперабельности;

- унификация и стандартизация правил организационного, информационного и технического взаимодействия СЦ ИУС.

Принципы обеспечения интероперабельности являются фундаментальными правилами для разработчиков СЦИУС в части обеспечения организационной, семантической и технической

интероперабельности разрабатываемых (модернизируемых) систем. К основным принципам обеспечения интероперабельности СЦ- ИУС относятся [4]:

- открытость;
- прозрачность;
- модульность и автономность;
- возможность повторного использования;
- технологическая нейтральность и переносимость данных;
- ориентация на пользователя;
- административное упрощение;
- оценка результативности;

Обеспечение интероперабельности СЦ ИУС должно строиться на основе единого методического подхода, приведенного в ГОСТ Р 55062. Методика содержит ряд основных и вспомогательных этапов. К основным относятся этапы 1-6, а к вспомогательным – этапы 7-9. Для обеспечения интероперабельности должны быть выполнены все этапы, приведенные на рисунке 1 с учетом специфики предметной области СЦ ИУС [3,4].

Концепция создания СЦ ИУС (элемента СЦ ИУС) обязательно [3,5,6] должна отражать:

- описание целей функционирования СЦ ИУС и каждого из ее элементов;
- описание потребностей и ожиданий всех заинтересованных сторон, в интересах которых функционирует СЦ ИУС и каждый из ее элементов;
- описание условий и ограничений функционирования СЦ ИУС (элемента СЦ ИУС), определяемых контекстом предметной области;
- описание ключевых ресурсов, необходимых для функционирования СЦ ИУС (элемента СЦ ИУС);
- описание режимов работы;
- функциональные требования к системе и ее элементам, отражающие, что именно каждый из элементов должен выполнять в интересах системы;
- требования, отражающие необходимые и достаточные значения параметров быстродействия, надежности и т.д.
- общее описание сценариев совместного функционирования элементов СЦ ИУС и результаты анализа рисков и возможностей [3,5,6];
- критерии интероперабельности как модель оценки зрелости СЦ ИУС. Моделью оценки зрелости является шкала/набор шкал, позволяющий определить уровень качества интероперабельности [3,5,6].

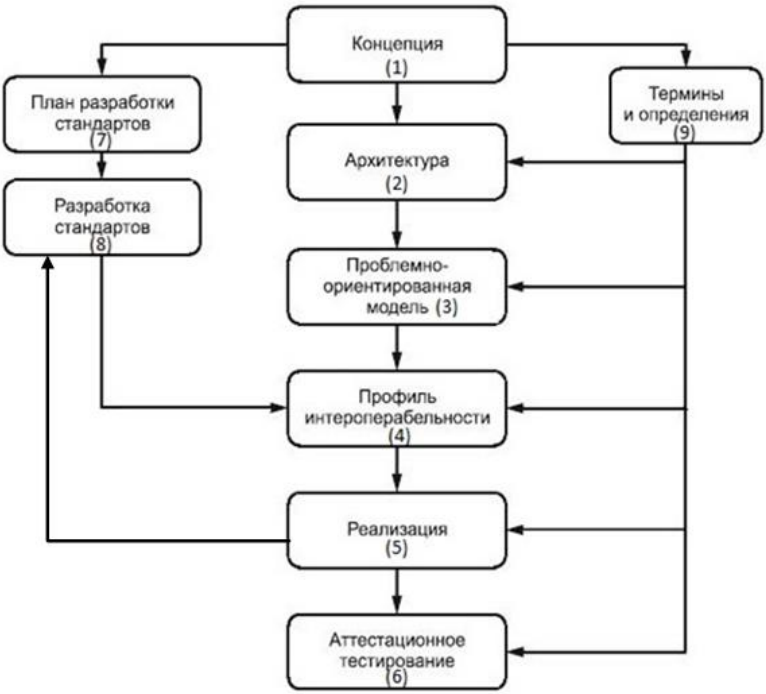


Рис. 1. Методика обеспечения интероперабельности СЦ ИУС

Архитектура СЦ ИУС с точки зрения интероперабельности представляет собой структуру [10], отражающую:

- множество отдельных СЦ ИУС, взаимодействующих между собой;
- множество подсистем и элементов, входящих в каждую СЦ ИУС включая программно-технические модули;
- функции и сервисы (службы) различных элементов и подсистем, составляющих СЦ ИУС;
- виды и характеристики связи между элементами.

Проблемно-ориентированная модель

Проблемно-ориентированная модель представляет собой развитие эталонной модели, приведенной в ГОСТ Р 55062 с учетом документов NCOIC. Технический уровень рассматривает барьеры, связанные с обеспечением единых стандартов формирования, передачи, хранения, поиска, обработки и представления информации, программно-аппаратной реализацией элементов СЦ ИУС, их надежностью и

производительностью, удобством эксплуатации и обслуживания. Техническая интероперабельность достигается, главным образом, за счет использования стандартов и достаточно надежных и производительных компонентов, открытых технических и программных решений.

Рис. 2. Проблемно-ориентированная модель интероперабельности СЦ ИУС

Семантический уровень описывает информационно-лингвистические, смысловые аспекты взаимодействия, т.е. содержательную сторону обмениваемой информации и ее качество. Семантическая интероперабельность позволяет системам комбинировать полученную информацию с другими информационными ресурсами и обрабатывать ее смысловое содержание. Семантические барьеры интероперабельности систем должны преодолеваться за счет построения стека открытых протоколов для каждого типа системы (комплекса). Разработанные правила включения различных систем и комплексов в общую среду закрепляются профилем, доступным для всех разработчиков. Семантическая интероперабельность достигается за счет применения стандартов типа XML, XSD, RDF, OWL и т.д.

Организационный уровень описывает прагматические (деловые и стратегические) аспекты взаимодействия и организационные барьеры интероперабельности. На этом уровне достигаются соглашения о сотрудничестве между административными органами и согласуются цели информационного взаимодействия систем. Организационная интероперабельность достигается за счет единого понимания и применения нормативно-правовых документов (соглашений, конвенций, договоров о сотрудничестве), согласованностью целей и отношений между взаимодействующими системами, учетом текущих стадий жизненного цикла систем, достижением.

Интероперабельность считается обеспеченной, если устранены барьеры взаимодействия на трех уровнях: техническом, семантическом и организационном. Для обеспечения и оценки интероперабельности необходимо формировать отдельные спецификации на основе моделей качества, например, предложенных в ГОСТ ИСО/МЭК 25010 с учетом проблемно-ориентированной модели.

Профиль интероперабельности

Профиль представляет собой согласованный набор стандартов и других нормативно-технических и нормативно-правовых документов. распределенных по уровням проблемно-ориентированной модели (см. рис.2). Проблема интероперабельности при создании СЦ ИУС наиболее эффективно решается на ранних стадиях их жизненного цикла. Поэтому для обеспечения совместного функционирования разнородных систем в рамках СЦ ИУС, наиболее предпочтительным является спиральный (итерационный) подход к разработке систем.

Преимуществами спирального (итерационного) подхода являются:

- раннее выявление рисков возникновения барьеров интероперабельности;

- поддержка изменений функционала взаимодействующих систем;
- достижение высокого качества за счет возможности исправления ошибок на следующей итерации;
- увеличение возможности повторного использования программных средств и данных.

Разработчикам рекомендуется сформировать и иметь в распоряжении на каждой итерации следующий набор документов или их аналогов [6]:

- концепцию СЦ ИУС;
- перечень (процессов) функций, выполняемых системами и их элементами, включая потоки данных между процессами (функциями) системы;
- перечень пользователей системы, включающий их функциональные и информационные потребности;
- интегрированный словарь данных;
- инфологическую модель данных
- реализацию объектов логической модели данных в виде форматов сообщений, структур данных и т.д.;
- матрицу обмена оперативной информацией между системами и их элементами;
- матрицу обмена служебной информацией между системами и их элементами;
- описание системных интерфейсов доступа к данным и службам;
- описание системы связи, включающей характеристики каналов и сетей.

Указанные документы должны своевременно уточняться в случае внесения значимых функциональных или структурных изменений во взаимодействующие системы и их элементы.

Ведение указанных документов должно быть направлено на поддержание достаточности программного и информационно-лингвистического обеспечения СЦ ИУС и ее элементов для поддержания всех автоматизируемых процессов.

Оценка интероперабельности

Интероперабельность может быть оценена как в ходе аттестационного тестирования в рамках отраслевых систем сертификации и оценки качества, так и в ходе эксплуатации СЦ ИУС (см. этап 6 рис. 1).

Аттестационное тестирование программных и аппаратных комплексов и средств СЦ ИУС должно быть направлено на оценку: достигнутого качества интероперабельности, соответствия СЦ ИУС стандартам профиля, а также на выявление имеющихся в СЦ ИУС

барьеров интероперабельности.

Оценка качества интероперабельности СЦ ИУС и их элементов заключается также в установлении соответствия показателей интероперабельности требуемым значениям в соответствии с критериями интероперабельности.

При выборе анализируемых показателей интероперабельности при формировании проблемно-ориентированной модели, важно отдавать предпочтения тем, которые характеризуют наиболее вероятные барьеры интероперабельности. Оценка качества интероперабельности СЦ ИУС должна быть направлена на поиск и устранение таких барьеров.

Для оценки численных значений показателей интероперабельности на ранних этапах проектирования системы целесообразно применять методы имитационно-статистического моделирования. При этом имитационные модели удобно строить и уточнять параллельно с развитием разрабатываемой СЦ ИУС

Аттестационное тестирование СЦ ИУС в интересах оценки качества и преодоления барьеров интероперабельности необходимо проводить регулярно, на каждой итерации создания (модернизации) системы.

Заключение

На основании изложенного можно сделать следующее заключение:

1. Изложены основы обеспечения и оценки интероперабельности сетецентрических информационно-управляющих систем.

2. Названные основы зафиксированы в национальном стандарте ГОСТ Р 70569-2022 «Информационные технологии. Сетецентрические информационнно-управляющие системы. Интероперабельность», разработанном информационнно-управляющие системы. Интероперабельность», разработанном Институтом радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН и введенном в действие 30 марта 2023 г.

3. Данный стандарт не имеет прямых зарубежных аналогов, основан на ГОСТ Р 55062- 2021, содержит положения ряда отечественных документов, а также положения документов международного концерна Network Centric Operations Industry Consortium (NCOIC).

Список литературы

1. ГОСТ Р 55062-2012. Информационные технологии (ИТ). Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность.

Основные положения. / - М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.

2. Олейников А.Я., Растягаев Д.В., Фомин И.А. Основные положения концепции обеспечения интероперабельности сетецентрических информационно-управляющих систем / - М.: Вестник Российского нового университета №3, 2020. - 122 с.

3. Башлыкова А.А., Козлов С.В., Макаренко С.И., Олейников А.Я., Фомин И.А. Подход к обеспечению интероперабельности в сетецентрических системах управления / - М.: Журнал радиоэлектроники, ISSN 1684-1719, 2020. – 56 с.

4. The New European Interoperability Framework | ISA2 [Электронныйресурс]. URL: https://ec.europa.eu/isa2/eif_en (дата обращения: 21.06.2018)

5. Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. Version 1.0. – NCOIC, 2008. – 154 с.

6. NCOIC Interoperability Framework (NIF v. 2.1) and NIF Solution Description Reference Manual (NSD-RM v. 1.2). – NCOIC, 2008. – 125 p.

УДК 004.05, 006.03

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

Дроговоз В.А.

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, 119333, Россия, город Москва, ул. Вавилова, д.44 к.2, e-mail: vdrog@mail.ru

Рассмотрено текущее состояние обеспечения интероперабельности электронного здравоохранения в условиях цифровой трансформации экономики России. Проанализирован мировой опыт обеспечения интероперабельности в электронном здравоохранении. Показано, что актуальность проблемы интероперабельности постоянно увеличивается. Описан подход к обеспечению интероперабельности в электронном здравоохранении на основе ГОСТ Р 55062-2021. Предложено создание национального стандарта по интероперабельности в области здравоохранения.

Ключевые слова: цифровая трансформация здравоохранения, интероперабельность, электронное здравоохранение, профиль интероперабельности, семантическая интероперабельность.

Введение

Цифровая трансформация является одной из целей национального развития России до 2030 года [13].

Текущие проблемы, которые должны быть решены в ходе цифровой трансформации здравоохранения [11, 9]:

- слабое управление данными из-за отсутствия интегрированных приложений, а также единой среды управления справочной и нормативной информацией;
- повышенная нагрузка на медицинских работников как следствие работы с несколькими информационными системами, большой объем

ручного ввода данных;

- длительные сроки, сложности разработки и реализации «сквозных» сервисов и бизнес-процессов вследствие необходимости интеграции нескольких информационных систем, реестров и регистров;

- низкие показатели доступности приложений и информационной среды как следствие использования различных вычислительных ресурсов на федеральном и региональном уровнях;

- разобщенность информационных систем в сфере здравоохранения, отсутствие единых стандартов информационного взаимодействия, отсутствие структурированных электронных медицинских документов;

- ограниченность межведомственного электронного взаимодействия.

К вызовам цифровой трансформации здравоохранения, в том числе относятся:

- обеспечение высокого качества, необходимой полноты и достоверности информации о состоянии здоровья пациента;

- создание условий для обмена данными пациентов между медицинскими организациями с обеспечением защиты персональных данных;

На данный момент времени утверждены и реализуются ведомственные программы цифровой трансформации Министерства здравоохранения Российской Федерации, Федерального медико-биологического-агентства России [1, 10], направленные на реализацию стратегического направления цифровой трансформации здравоохранения, в том числе на решение задач информационного взаимодействия и достижения единства нормативно-справочной информации.

Состояние проблемы за рубежом

В США офисом национального координатора по информационным технологиям здравоохранения подготовлена и реализуется дорожная карта интероперабельности [15] на период 2015-2024 годы.

Некоммерческой организацией Health Level 7 International (HL7) были подготовлен ряд основных стандартов для обеспечения информационного взаимодействия в здравоохранении. Большая часть из этих стандартов была утверждена ANSI (Американским

национальным институтом стандартов) и принята в качестве международных ISO (Международной организацией по стандартизации).

Другие подходы по достижению интероперабельности в здравоохранении, предлагаемые организациями NEHTA и IHE, также используют согласованные наборы стандартов. В случае с NEHTA стандарты располагаются по трем уровням интероперабельности (технический, семантический, организационный), а по подходу IHE на основе стандартов разрабатываются технические руководства по автоматизации [5].

Состояние проблемы в Российской Федерации

Положения концепции и плана разработки единой системы нормативно-справочной информации в сфере здравоохранения на период 2019–2024 годов [7] увеличивают актуальность проблемы обеспечения интероперабельности электронного здравоохранения:

- важнейшим приоритетом построения электронного здравоохранения на период 2019 – 2024 годов в Российской Федерации, реализуемого в рамках национального проекта «Здравоохранение» и соответствующих федеральных проектов является обеспечение совместимости (интероперабельности) информационных систем в сфере здравоохранения всех уровней (государственных информационных систем, информационных системы в сфере здравоохранения ФОМС и ТФОМС, государственных информационных систем в сфере здравоохранения субъектов Российской Федерации, медицинских информационных систем государственных и муниципальных медицинских организаций);

- главным условием реализации совместимости (интероперабельности) любых информационных систем, включая информационные системы в сфере здравоохранения, является соблюдение единых подходов и форматов электронного взаимодействия, что, в свою очередь, предполагает ведение унифицированных справочников;

- обеспечение функционирования, совместимости и способности к взаимодействию (интероперабельности) информационных систем, указанных в частях 1 и 5 статьи 91 Федерального закона от 21 ноября

2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», на основе единства объектов нормативно-справочной информации, используемых в сфере здравоохранения.

Отметим, что интероперабельность более широкое понятие, чем совместимость [2].

Аналитический отчет Счетной палаты РФ [8] также подтверждает, что важнейшим приоритетом является обеспечение совместимости (интероперабельности) информационных систем в сфере здравоохранения всех уровней, а в качестве предложений (рекомендаций) предлагается провести в том числе разработку:

- требований к обмену информацией в информационных системах в сфере здравоохранения исключительно на основе разработанных и утвержденных Минздравом России стандартов информационного взаимодействия, в том числе структурированных электронных медицинских документов как залога достоверности и непротиворечивости агрегируемой информации;
- механизма внедрения лучших практик реализации информационных систем в сфере здравоохранения посредством внесения изменений в методические рекомендации и требования по функционалу информационных систем в сфере здравоохранения

Отечественный подход к обеспечению интероперабельности

Отечественный подход по обеспечению интероперабельности зафиксирован в ряде государственных стандартов [2-4] и предусматривает в общем виде реализацию алгоритма, представленного на рисунке 1.

Анализ реализации международных подходов (NEHTA, IHE) и практический пример отечественного подхода по построению проблемно-ориентированной модели и профиля интероперабельности медицинских учреждений Российской академии наук описаны в работе [6].

Информационное взаимодействие между участниками электронного здравоохранения является взаимодействием системы из гетерогенных систем, а значит сложной системой, что позволяет применить положения ГОСТ Р 59797-2021 [3] для достижения интероперабельности.

Согласно ГОСТ Р 59797-2021 [3] достижение интероперабельности заключается в устранении значимых барьеров в ходе создания и развития сложной системы, сформулированы вероятные барьеры интероперабельности для каждого из трех уровней эталонной модели и предложены способы их преодоления.

В ГОСТ Р 59797-2021 [3] сформулированы вероятные барьеры интероперабельности для каждого из трех уровней эталонной модели и предложены способы их преодоления.

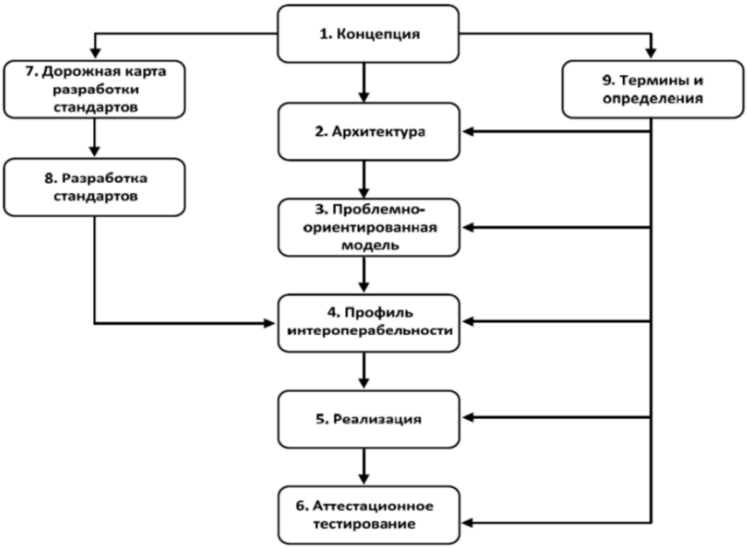


Рис. 1. Основные этапы обеспечения интероперабельности согласно ГОСТ Р 55062-2021 [2]

Ряд мероприятий концепции и плана разработки единой системы нормативно-справочной информации в сфере здравоохранения на период 2019 - 2024 гг [7] направлены на преодоление барьеров интероперабельности и создание единого информационного пространства:

- обеспечение унификации и контроля над справочниками позволяет создавать непротиворечивое информационное пространство,

обеспечивать семантическую интероперабельность всех компонентов Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ), сохранять целостность и достоверность передаваемой информации, а, следовательно, качество и безопасность медицинской помощи, а также имеет определяющую ценность в сфере анализа и принятия решений;

- унификация и контроль над справочниками (объектами НСИ) позволяет создавать единое непротиворечивое информационное пространство, обеспечивать семантическую интероперабельность федеральных и региональных компонентов ЕГИСЗ;

С учетом положений концепции и плана разработки единой системы нормативно-справочной информации в сфере здравоохранения на период 2019 - 2024 гг [7] и типовых барьеров согласно ГОСТ Р 59797-2021 [3] большая часть барьеров для обеспечения интероперабельности электронного здравоохранения будет находиться на семантическом уровне и потребует создания и ведения в актуальном состоянии следующих сущностей:

онтологии – описания предметных областей, формы знаний о реальном мире с помощью графических схем;

словари – наборы терминов, имеющие одинаковое определение внутри словаря;

глоссарии – узкоспециализированные термины, применительно к определенным подсистемам;

таксономии – иерархически упорядоченные термины, имеющие древовидную форму представления;

тезаурусы – разновидности словарей с семантическими отношениями (антонимы, синонимы и т.д.) между лексическими единицами.

Барьеры в целом на техническом, организационном и семантическом уровне преодолеваются в том числе созданием профиля интероперабельности, как документа, содержащего согласованные наборы стандартов и других нормативных документов, ориентированных по соответствующим уровням интероперабельности.

Ожидаемые результаты

Обеспечение интероперабельности повысит качество

информационного обмена как внутри экосистемы электронного здравоохранения Российской Федерации, так и с другими государственными информационными системами (ГИС), ориентированными на решение медико-биологических задачи, например, ГИС в области обеспечения биологической безопасности [14].

Развитие платформы «ГосТех» и создание архитектуры домена «Здравоохранение» [12] свидетельствуют об актуальности проблемы обеспечения интероперабельности и для облачных вычислений.

Заключение

На основании изложенного можно сделать следующее заключение.

Преодоление барьеров на всех трех уровнях эталонной модели интероперабельности является необходимым условием в области цифровой трансформации здравоохранения.

На основе существующих отечественных подходов по обеспечению интероперабельности целесообразно разработать проблемно-ориентированную модель, профиль интероперабельности электронного здравоохранения, провести аттестационное тестирование.

Совместно с Министерством здравоохранения Российской Федерации и другими заинтересованными ведомствами, и организациями разработать на основе ГОСТ Р 55062-2021 национальный стандарт по интероперабельности электронного здравоохранения.

Список литературы

1. Ведомственная программа цифровой трансформации Министерства здравоохранения Российской Федерации на 2022 год и на плановый период 2023 и 2024 годов [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/34Mpk9 (дата обращения: 16.03.2023).

2. ГОСТ Р 55062-2021.Информационные технологии. Интероперабельность. Основные положения.

3. ГОСТ Р 59797-2021 Информационные технологии. Сложные системы. Интероперабельность. Основные положения.

4. ГОСТ Р 70569-2022 Информационные технологии. Сетецентрические информационно-управляющие системы. Интероперабельность.

5. Каменщиков А.А. Интероперабельность в области ehealth // Информационные технологии и вычислительные системы, 2009, N5. стр. 61 -71.

6. Каменщиков, А.А. Исследование и разработка методов и средств обеспечения и управления интероперабельностью в здравоохранении: диссертация кандидата технических наук: 05.13.10 / Каменщиков А.А. [Место защиты: Рос. нов. ун-т]. - Москва, 2011. - 112 с.

7. "Национальный проект "Здравоохранение". Федеральный проект "Создание единого цифрового контура в здравоохранении на основе единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ)". Концепция и план разработки единой системы нормативно-справочной информации в сфере здравоохранения на период 2019 - 2024 гг. (Версия: 1.0)" (утв. Минздравом России 16.10.2019, ФГБУ "ЦНИИОИЗ" Минздрава России 01.10.2019) [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/34MpkL (дата обращения: 16.03.2023).

8. Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ современного состояния информатизации здравоохранения в условиях концепции создания единого цифрового контура в здравоохранении». Утвержден Коллегией Счетной палаты Российской Федерации 31 мая 2022 года [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/34MpkX (дата обращения: 16.03.2023).

9. Паспорт Стратегии цифровой трансформации отрасли «Здравоохранение» до 2024 года и на плановый период до 2030 года " [Электронный ресурс]. URL: https://goo.su/sMpzu (дата обращения: 16.03.2023).

10. Приказ ФМБА России от 21.04.2021 N 71 "Об утверждении ведомственной программы цифровой трансформации Федерального медико-биологического агентства на 2021 - 2023 годы" [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/34Mpjr (дата обращения: 16.03.2023).

11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29.12.2021 № 3980-р [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/34Mpji (дата обращения: 16.03.2023).

12. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.10.2022 № 3102-р [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/34Mpja (дата обращения: 16.03.2023).

13. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 "О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года" [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/PoPes (дата обращения: 16.03.2023).

14. Федеральный закон от 30.12.2020 № 492-ФЗ "О биологической безопасности в Российской Федерации" [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/34MpjW (дата обращения: 16.03.2023).

15. A Shared Nationwide Interoperability Roadmap FINAL Version 1.0 [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/34Mpj6 (дата обращения: 16.03.2023).

.

УДК 006:002 (075)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ И СТАНДАРТИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В СФЕРЕ ЦИФРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Бабенко Е.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «Станкин», 127055, Москва, Вадковский пер.,1, e-mail: e.babenko@stankin.ru

В статье представлена модель интероперабельности систем цифровой промышленности, используемая для управления технологическим оборудованием, производственными площадками, умными производствами и предприятиями. Модель включает четыре уровня интероперабельности: юридический, организационный, семантический и технический. На основе применения модели должно обеспечиваться управление функциональной совместимостью организаций и систем при их взаимодействии.

Ключевые слова: цифровая промышленность, интероперабельность, семантическая интероперабельность, автоматизированные системы управления, модель, умное производство.

В настоящее время цифровизация затрагивает практически все сферы деятельности и направлена, в первую очередь, на цифровую трансформацию и повышение цифровой зрелости выполняемых процессов с использованием широкого класса новых цифровых технологий.

Сегодня мир стоит на пороге нового шестого технологического уклада, его контуры только начинают складываться в наиболее

развитых странах мира. Шестой технологический уклад характеризуется направленностью на развитие и индустриальное применение наукоемких технологий («высоких технологий») и обеспечение глобальной конкурентоспособности региональных объединений, отдельных государств, отраслевых структур и др. в условиях глобализации товарных рынков. В промышленной сфере это обусловило появление и развитие новой концепции Индустрии 4.0 (Industry 4.0), оказывающей все большее влияние на развитие и принципы цифрового взаимодействия национальных экономик, отраслей и предприятий в рамках формирования цепочек добавленной стоимости [6].

Развитие и практическое применение концепции Industry 4.0 на региональном уровне (в рамках ЕС) обусловило разработку документа New European Interoperability Framework (Европейская платформа интероперабельности) [1], в которой определена структура модели интероперабельности (см. рис. 1), состоящая из 12 основополагающих принципов (фундаментальных поведенческих аспектов, определяющих действия по совместимости), которые сгруппированы в четыре категории.

Концепция интероперабельности основана на 12 принципах, объединенных в 4 базовые категории:

- Контекст действий в области интероперабельности.

В данной категории содержатся рекомендации по обеспечению соответствия государственных концепций и стратегии интероперабельности Концепции интероперабельности, адаптации и расширению их с учетом государственного контекста и потребностей.

- Основные принципы интероперабельности.

Основными рекомендациями категории являются публикация информации в формате открытых данных; обеспечение равных условий для использования программного обеспечения с открытым исходным кодом; выбор открытых спецификаций; обеспечение внутренней видимости и создание внешних интерфейсов; повторное и совместное использование решений; обмен информацией и данными при внедрении; обеспечение переносимости данных; избежание

навязывания гражданам, предприятиям и администрациям технологических решений

- Потребности и ожидания потребителей.

Представлены рекомендации по использованию нескольких каналов для предоставления услуги; обеспечению единой справочной службы; привлечению пользователей к анализу, проектированию, оценке и дальнейшему развитию государственных услуг; представление актуальной информации; доступности услуг для всех граждан; определении общей структуры безопасности и конфиденциальности для надежного и безопасного обмена данными; использование многоязычных информационных систем.

- Сотрудничество между государственными органами.

Важными рекомендациями категории являются быстрое и качественное реагирование на запросы пользователей и снижение административной нагрузки на государственные органы, предприятия и граждан; формулировка долгосрочной политики сохранения информации, связанной с государственными службами; оценка эффективности и результативности решений в области интероперабельности с учетом потребностей пользователей, пропорциональности и сбалансированности затрат и выгод.

Необходимость обеспечения внутренней и внешней интероперабельности систем управления требует развития в сфере нормативно-технического регулирования, реализации новых подходов к стандартизации и управлению нормативно-справочной информацией [4]. Независимо от назначения и функциональных свойств применяемых систем, цифровая инфраструктура промышленности должна обладать интероперабельностью – способностью различных компонентов, систем, технологий и/или предприятий активно взаимодействовать для определенной цели. Свойство интероперабельности должно быть обеспечено нормативным правовым (юридическим), организационным, семантическим и техническим уровнями. На рис. 2 нормативные правовые и нормативно-технические документы, регулирующие выполнения требований интероперабельности в соответствии законодательной базой Российской Федерации.

Рис. 1. Структура Европейской модели интероперабельности

Рис. 2. Обеспечение уровней интероперабельности с учетом действующей законодательной базы

Правовая (юридическая) интероперабельность – это обеспечение возможности различным организациям, действующим в различных правовых рамках, политиках и стратегиях, работать вместе. Для этого может потребоваться, чтобы законодательство не блокировало создание государственных служб, а также, чтобы существовали четкие соглашения о том, как справляться с различиями в законодательстве, существующими в разных странах, включая возможность принятия новых законов.

При решении проблемы юридической интероперабельности необходимо проведение «проверок на интероперабельность» путем оценки действующего законодательства для выявления барьеров на пути к обеспечению интероперабельности.

Организационная интероперабельность означает документирование и интеграцию или согласование бизнес-процессов и соответствующей информации, которой они обмениваются. Организационная интероперабельность также нацелена на удовлетворение требований потребителей путем предоставления услуг, легко идентифицируемых, доступных и ориентированных на пользователя. Для того чтобы различные административные органы могли эффективно и действенно работать вместе для предоставления государственных услуг, им, возможно, потребуется согласовать свои существующие бизнес-процессы или определить и установить новые.

Важной рекомендацией для успешной реализации организационной интероперабельности является документирование бизнес-процессов, используя общепринятые методы моделирования, и приведение этих процессов в соответствие с государственной службой.

Систематизация и стандартизация основных принципов, понятий, моделей, терминов и определений должна быть основой для обеспечения семантической интероперабельности систем и инфраструктуры цифровой промышленности. Семантическая интероперабельность обеспечивает сохранение и понимание точного формата и смысла обмениваемых данных и информации на протяжении всего обмена между сторонами.

Рекомендации, которых нужно придерживаться для организации семантической интероперабельности:

– восприятие данных и информации как общественное достояние, которое должно надлежащим образом генерироваться, собираться, обрабатываться, распространяться, защищаться и сохраняться;

– внедрение стратегии управления информацией на максимально высоком уровне, чтобы избежать фрагментации и дублирования; управление метаданными, основными данными и справочными данными должно быть приоритетным;

– поддержание создания отраслевых и межотраслевых сообществ, ориентированных на создание открытых спецификаций, поощрение соответствующих сообществ к обмену результатами своей работы на национальных платформах.

Отправной точкой для улучшения семантической интероперабельности является восприятие данных и информации как ценного общественного достояния.

Аспекты технической интероперабельности включают спецификации интерфейсов, услуги по межсетевому взаимодействию, услуги по интеграции данных, представление данных и обмен ими, а также защищенные протоколы связи.

Серьезным препятствием на пути к технической интероперабельности являются унаследованные (устаревшие) системы. Техническая интероперабельность должна обеспечиваться путем использования официальных технических спецификаций. Главной рекомендацией для обеспечения технической интероперабельности является применение открытых спецификаций, если таковые имеются, при создании публичных служб.

В настоящее время активно развивается процесс перехода к новой сфере человеко-машинного управления, в сферу применения искусственного интеллекта, поскольку прежними методами не удается обеспечить в режиме онлайн управление сложными распределенными производствами, предприятиями, крупными холдингами и корпорациями. В связи с этим, системы автоматизации и управления должны стать семантически интероперабельными, что означает способность разных систем понимать друг друга и взаимодействовать без участия человека. Интероперабельность должна быть обеспечена на организационном, семантическом и техническом уровнях.

При создании умного предприятия должен быть такой уровень интеграции и интероперабельности, при котором могут быть обеспечены самоорганизующиеся функции на производстве и во всех бизнес-процессах, связанных с производством.

Любое конкретное решение о достижении интероперабельности должно быть получено на основе единого подхода, содержащего ряд последовательных этапов. К этим этапам относятся: разработка концепции, построение архитектуры, построение проблемно-ориентированной модели интероперабельности, построение в терминах этой модели профиля интероперабельности.

Список литературы

1. New European Interoperability Framework. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. – 48 p. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/isa2/sites/default/files/eif_brochure_final.pdf, свободный.

2. Олейников А.Я. Актуальное состояние проблемы интероперабельности / А.Я. Олейников // X Междунар. конф. «ИТ-стандарт 2020». – М.: Проспект, 2020. С. 57-64.

3. Олейников А.Я. Проблема интероперабельности в платформе Industry 4.0 и смежных областях. / А.Я. Олейников // IX Междунар. конф. «ИТ-стандарт 2019». – М.: Проспект, 2019. С. 49-57.

4. Олейников А.Я., Гуляев Ю.В. Стандартизация информационных технологий в фундаментальных исследованиях. Труды первой международной конференции «Стандартизация информационных технологий и интероперабельность» SITOP 2007–М: Академия информационных систем, 2007, с. 26-44.

5.Олейников А.Я., Башлыкова А.А., Осиньска К.Х. Актуальные проблемы интероперабельности. Журнал ИТ-стандарт N2021 4. С. 1-10.

6. Позднеев Б.М. Интеграция в Индустрию 4.0 невозможна без гармонизации национальных стандартов с международными // Connect WIT 2019 № 11-12. С.4-10.

7. Позднеев Б.М. Интеграция и интероперабельность информационных систем в промышленности на основе стандартов / Б.М. Позднеев, Ф. Бушина, А.Н. Левченко и др. // X Междунар. конф. «ИТ-стандарт 2020»: сб.тр. – М.: Проспект, 2020. С. 65-74.

8. Позднеев Б.М., Бушина Ф., Левченко А.Н., Шароватов В.И., Бабенко Е.В. Интеграция и интероперабельность информационных систем в промышленности на основе стандартов. // Сборник трудов X Международной научной конференции «ИТ – СТАНДАРТ 2020» — М.: Издательство «Проспект», 2020. — 748 с. С. 66-76.

9. Шваб К. Четвертая промышленная революция. — М.: Эксмо, 2016. – 138 с.

УДК 004.057.2

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ЦИФРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТОВ И ЛУЧШИХ ПРАКТИК

Тихомирова В.Д.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», 127055, Россия, г. Москва, Вадковский пер., д. 3а, e-mail: vd.tikhomirova@mail.ru

Обеспечение устойчивого развития цифровых экосистем в сфере науки, технологий и образования в значительной степени будет определяться интероперабельностью различных цифровых платформ, ресурсов и систем. В статье проанализированы способы обеспечения интероперабельности и трансформации научно-образовательной среды на четырех уровнях согласно национальным стандартам РФ. Акцентировано внимание на необходимости применения интеллектуальных систем при построении архитектуры цифрового университета. Представлен план развития национальной стандартизации в области искусственного интеллекта на 2023-2025 годы.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровая экосистема, семантическая интероперабельность, стандартизация, интеллектуальная система.

Цифровая научно-образовательная среда как система управления знаниями на базе кластеров образовательного и промышленного сообществ является сложной технической системой [1-3]. На данном этапе невозможно представить подготовку кадров для промышленного и социально-экономического сектора без участия технологического потенциала бизнеса и промышленности. Современный университет представляет собой технологическую площадку для проведения научных и технологических исследований и подготовки кадров

согласно общим требованиям профессиональных стандартов и требованиям конкретных предприятий [7, 8].

Апробация концептуальной модели архитектуры взаимодействия цифрового университета и цифрового промышленного предприятия в рамках подготовки плана национальной стандартизации является одним из шагов по созданию системы мотивации для создания совместной инфраструктуры для взаимодействия. Так как цифровая экосистема образования должна быть гибкой и не ограничиваться сферой специального и высшего образования. Образовательная экосистема должна сопровождать каждого человека на протяжении всей его профессиональной деятельности, должна быть построена по принципам адаптивности и персонализации и содействовать вовлечению исследователей и разработчиков в решение важнейших задач развития общества и страны.

Т.к. цифровая научно-образовательная среда представляет собой не только единую технологическую платформу, но и объединяет образовательный контент, среды взаимодействия, цифровые портфорио обучающихся и др., то необходимо обеспечить интероперабельность всех систем, участвующих в её формировании. На рис. 1 представлена структура модели цифровой научно-образовательной среды, построенная на основе анализа лучших практик, эталонных моделей и требований национального стандарта [5, 10] и состоящая из 4 уровней интероперабельности для обеспечения взаимосвязей и взаимодействия компонентов.

Правовая (юридическая) интероперабельность – это обеспечение возможности различным организациям, действующим в различных правовых рамках, политиках и стратегиях, работать вместе с учетом межгосударственных и национальных соглашений и стандартов, федеральных законов и указов Президента России [5, 6]. Она формирует ответственное отношение участников к использованию ИТ-продуктов и услуг, в т.ч. защиту интеллектуальных прав и возможность доступа к образовательному контенту без нарушения прав правообладателя.

Организационная интероперабельность означает интеграцию архитектуры бизнес-процессов и соответствующие методы информационного взаимообмена как на уровне данных, так и на уровне

процессов, приложений и инфраструктуры в целом. Организационная интероперабельность также нацелена на формирование услуг, ориентированных на пользователя. Для реализации организационных процессов научно-образовательной среды актуальным является анализ архитектуры системы цифрового университета и формирование безопасной информационной среды [4].

Рис 1. Уровни интероперабельности цифровой научно-образовательной среды

Семантическая интероперабельность основывается на систематизации и стандартизации основных принципов, моделей и терминов для систем и инфраструктуры цифровой экосистемы образования. Семантическая интероперабельность обеспечивает определение и унификацию смысла передаваемых данных и информации на протяжении всего информационного обмена, а также совершенствование механизмов обмена знаниями. Построение локальных семантических сетей для различных областей научно-образовательной среды позволит унифицировать и частично структурировать данные, участвующие в информационном обмене.

Техническая интероперабельность представлена на уровне взаимодействия аппаратных и программных комплексов, интерфейсов

и протоколов передачи данных, техническим особенностям передачи сигналов и данных. Данное взаимодействие определяет развитие и использование образовательных технологий, в том числе дистанционных, электронного обучения. На данном уровне происходит формирование метаданных для различных образовательных ресурсов, представленных в единой цифровой среде.

Для управления сложным процессом формирования и развития архитектуры среды, интеграции и интероперабельности различных информационно-коммуникационных сетей и систем, необходимо обоснование требований на уровне новой системы национальных стандартов (ГОСТ Р) под общим названием «Цифровая научно-образовательная среда».

Членами-экспертами ТК 461 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» ведется активная работа по разработке национальных стандартов для унификации требований к цифровой научно-образовательной среде и интеллектуальных систем обучения (см. рис. 2).

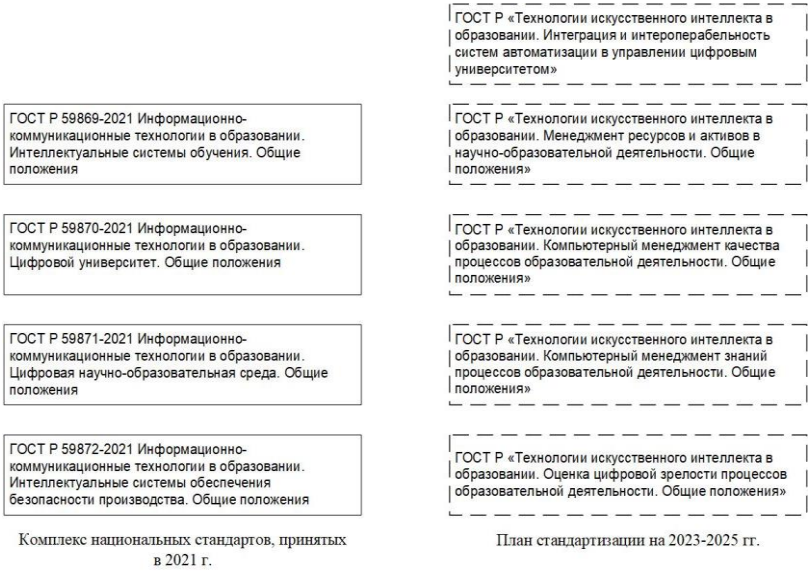


Рис. 2 Национальная стандартизация цифровой научно-образовательной среда и интеллектуальных систем обучения

С учетом активного использования сквозных технологий во всех сферах человеческой деятельности применение систем поддержки принятия решений, BI-систем, систем искусственного интеллекта и адаптивного подхода к образованию в программу разработки стандартов в области искусственного интеллекта на 2023-2025 годы были внесены проекты стандартов (рис. 2) в области применения искусственного интеллекта в различных образовательных направлениях [9, 11]. Таких как интероперабельность систем управления цифровым университетом, менеджмент ресурсов, обеспечение качества образовательной деятельности, компьютерного менеджмента и основ построения адаптивных баз знаний, а также оценки зрелости процессов образовательной деятельности.

Анализ взаимодействия и функциональных взаимосвязей научно-образовательной среды позволяет сделать вывод о том, что построение технологической инфраструктуры ВУЗа на базе отечественных решений, позволяет значительно сократить финансовые и информационные расходы на интеграцию инфраструктуры и приложений, и обеспечить техническую и организационную интероперабельность в рамках организации.

Обеспечение семантической и нормативной интероперабельности цифровых экосистем образования необходимо построить на базе лучших практик и общих положений о функциональности цифровой научно-образовательной среды, представленных в национальных стандартах в области информационно-коммуникационных технологий в образовании.

Построение системы цифрового университета позволит и представить её в рамках проекта национального стандарта ГОСТ Р «Интеграция и интероперабельность систем автоматизации в управлении цифровым университетом».

Создание и развитие систем нормативно-правовой, информационно-консультативной, технологической и технической помощи на базе национальных стандартов позволит сформировать информационного пространства с учетом потребностей граждан и общества в получении качественных и достоверных сведений; а также обеспечить развитие информационной и коммуникационной инфраструктуры.

Список литературы

1. Болбаков, Р.Г. Применение иммерсивных технологий в обучении / Р. Г. Болбаков, В. Я. Цветков, В. Т. Матчин, В. А. Мордвинов // Информатизация образования и науки. – 2023. – № 1(57). – С. 19-26.

2. Евсеева, О. П. Цифровая экосистема: возможности и перспективы внедрения в профессиональном образовании / О. П. Евсеева, В. М. Автушко // Теория и методика профессионального образования. – 2021. – Т. 1. – № 8. – С. 55-65.

3. Макаренко, С. И. Модели интероперабельности информационных систем / С. И. Макаренко, А. Я. Олейников, Т. Е. Черницкая // Системы управления, связи и безопасности. – 2019. – № 4. – С. 215-245. – DOI 10.24411/2410-9916-2019-10408.

4. Позднеев Б.М., Сутягин М.В., Тихомирова В.Д., Адамова Ю.С. Обоснование концептуальной модели и профиля стандартов для создания архитектуры цифрового технологического университета// Вестник МГТУ «СТАНКИН». Научно-рецензируемый журнал. 2019. № 3 (50). С. 97-102.

5. Позднеев, Б. М. Перспективы развития цифровой научно-образовательной среды на основе унификации и стандартизации / Б. М. Позднеев, В. Д. Тихомирова // Информатизация образования и науки. – 2022. – № 3(55). – С. 3-16. – EDN ETTGPS.

6. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р

7. Самохвалова, Л.С. Эффективность применения интеллектуальных обучающих систем в образовании / Л.С. Самохвалова, О.А. Гальцева // Достижения науки и образования. – 2019. – № 13(54). – С. 57-59.

8. Симонов, А. В. Цифровая трансформация в образовании: от Интернета вещей к виртуальным классам / А. В. Симонов // Информатизация образования и науки. – 2022. – № 4(56). – С. 30-38.

9. Тихомирова, В.Д. Моделирование процессов управления и интеллектуальной поддержки процессов цифровой трансформации технологического университета / В.Д. Тихомирова // Цифровая

экономика: технологии, управление, человеческий капитал: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Сборник докладов в области экономики и менеджмента, а также производственных технологий, информационных технологий и технологического менеджмента, Москва, 28 мая 2019 года. – Москва: Московский государственный технологический университет "СТАНКИН", 2019. – С. 231-235.

10. Тихомирова, В. Д. Развитие и стандартизация новой модели цифрового университета / В. Д. Тихомирова // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2022. – № 1(65). – С. 18-24.

11. Тихомирова, В.Д. Обеспечение интероперабельности цифровых экосистем образования и промышленности на основе стандартов / Е. В. Бабенко, М. А. Сигачева, В. Д. Тихомирова // Материалы XV всероссийской конференции с международным участием "Машиностроение: традиции и инновации (МТИ –2022)": Сборник докладов, Москва, 24 октября – 03 2022 года. – Москва: Московский государственный технологический университет "СТАНКИН", 2022. – С. 44-49.

УДК 004.057

НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Нестеров А.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени проф. М.А. Бонч-Бруевича", 193232, Санкт-Петербург, пр-т Большевиков, д.22, корп.1, e-mail: nesterov.aa@sut.ru

В современных условиях при создании и последующих развитии и эксплуатации сетецентрических информационно-управляющих систем возрастает актуальность обеспечения интероперабельности в таких системах. При этом первоосновой обеспечения интероперабельности является соответствующая нормативно-правовая база. В данной работе рассмотрены вопросы формирования нормативно-правовой базы интероперабельности, определения ее целесообразной ширины и глубины. Представлены рекомендации по дальнейшему направлению исследований при формировании модели организационной интероперабельности.

Ключевые слова: интероперабельность, нормативно-правовая база, организационно-техническая система.

Введение

В настоящее время в большинстве организаций народного хозяйства в различных отраслях экономики можно отметить тенденции цифровизации и повышения информационной насыщенности их деятельности, а также интеграции бизнес-процессов различных организаций в интересах совместного достижения общих целей. Происходит внедрение в практику деятельности организаций различных информационных систем и технических средств, направленных на автоматизацию процессов управления и деятельности

персонала. Все это приводит к тому, что, во-первых, организации по сути начинают представлять собой организационно-технические системы (ОТС) из-за того, что доля технических средств автоматизации бизнес-процессов начинает представлять собой существенную часть организации. Во-вторых, актуализируются вопросы обеспечения интероперабельности таких ОТС – как в интересах обеспечения информационного взаимодействия между персоналом различных организаций, так и в интересах обеспечения информационного взаимодействия между информационными системами и техническими средствами автоматизации бизнес-процессов.

Под интероперабельностью в настоящей работе понимается способность двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена [1].

Нужно отметить, что к настоящему времени в отечественной науке развернут широкий фронт работ в области исследования интероперабельности. Данные исследования были начаты в 1990-х годах при активном участии академика Российской академии наук (РАН) Ю.В. Гуляева в работах [2-4], посвященных открытым системам, а в дальнейшем – развиты в работах отечественной научной школы интероперабельности, возглавляемой сотрудником Института радиотехники и электроники (ИРЭ) им. В.А. Котельникова РАН профессором А.Я. Олейниковым.

В настоящее время подавляющая часть исследований в области интероперабельности СЦИУС относится к информационному взаимодействию технических средств, так называемой технической интероперабельности [9, 12, 15], а также к правильной интерпретации семантики информационных сообщений при взаимодействиях людей и технических средств, так называемой семантической интероперабельности [10-11, 13-14]. Работ в области организационной интероперабельности относительно немного и к основным таким работам стоит отнести [7-8]. При этом первоосновой обеспечения интероперабельности является соответствующая нормативно-правовая база. Исследований в этой области также немного, при этом к основным работам в этой области стоит отнести работу [6]. В связи с этим вопросы

формирования нормативно-правовой базы интероперабельности, определения ее целесообразной ширины и глубины отражены в данной работе.

Нормативно-правовая база, регламентирующая вопросы обеспечения интероперабельности

Первоосновой обеспечения интероперабельности является нормативно-правовая база, регламентирующая как вопросы непосредственно организационной интероперабельности, так и вопросы обеспечения интероперабельности на других уровнях модели интероперабельности ОТС – на семантическом и на техническом.

Важность нормативно-правовой базы для обеспечения интероперабельности такова, что в отдельных работах, например, таких как [5], авторы выделяют отдельный уровень интероперабельности – нормативно-правовой, юридический или правовой уровень интероперабельности.

Нормативно-правовая база – совокупность законов, кодексов, распоряжений, указов, постановлений, стандартов, рекомендаций, регламентов, правил, инструкций и других нормативно-правовых актов, регламентирующих правовые отношения в какой-либо определенной сфере, принятых и изданных уполномоченным на это международным, государственным, общественным или иным органом.

Нормативный правовой акт (НПА) – официальный документ установленной формы, принятый в пределах своей компетенции уполномоченным на это международным, государственным или общественным органом (должностным лицом), с соблюдением установленной законодательством процедуры, содержащий установление, изменение и отмену правовых норм или общеобязательных правил, рассчитанных на неопределённый круг лиц и неоднократное применение.

Документ – зафиксированная на материальном носителе информация с реквизитами, позволяющими её идентифицировать.

Рассмотрим основные типы документов, регламентирующие обеспечение интероперабельности в целом, а также особенности документов, регламентирующих частные вопросы обеспечения интероперабельности на ее отдельных уровнях – организационном,

семантическом и техническом.

При этом отметим, что разработка документов в области обеспечения интероперабельности должна вестись не разрозненно, а взаимосвязано в интересах формирования единого профиля интероперабельности – гармонизированной совокупности стандартов, рекомендаций, регламентов и других документов, организованных в соответствии с уровнями интероперабельности, ориентированных на описание информационного взаимодействия конкретных систем определенного класса.

Состав нормативно-правовых актов и документов, входящих в профиль интероперабельности, представлен на рис. 1

Рис. 1. Профиль интероперабельности

Документы, регламентирующие обеспечение интероперабельности

Документы в области интероперабельности могут быть:

- международными – регламентирующими какие-либо отдельные вопросы информационного взаимодействия в интернациональном масштабе, например, рекомендации и стандарты международных комитетов ISO (International Standards Organization), IEEE (Institute for

Electrical and Electronic Engineers), NCOIC (Network Centric Operations Industry Consortium) и др.;

- государственными – регламентирующими какие-либо отдельные вопросы информационного взаимодействия в отдельной стране, например, законы, государственные стандарты и регламенты;

- региональными – регламентирующими какие-либо отдельные вопросы информационного взаимодействия на территории отдельного региона (в случае Российской Федерации – на территории субъекта Российской Федерации, например – Санкт-Петербурга), например, региональные законы, распоряжения региональных органов исполнительной власти, требования и регламенты для подключения к региональным информационным системам;

- локальными – регламентирующими какие-либо отдельные вопросы информационного взаимодействия в отдельном ведомстве, отрасли или организации, например, правила ведения переписки с внешними организациями, правила ведения документооборота, регламенты ввода/вывода информации в технических системах и др.

К основным типам документам, регламентирующим интероперабельность относятся следующие.

Закон – нормативно-правовой акт, принятый представительным законодательным органом власти в особом порядке, регулирующий наиболее важные общественные отношения и обладающей высшей юридической силой. Примерами законов, регламентирующих интероперабельность в РФ, являются законы «О стандартизации в Российской Федерации», «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», «О связи» и др.

Стандарт – нормативно-правовой акт или нормативно-технический документ, устанавливающий нормы, правила, требования к объекту стандартизации. При этом под объектом стандартизации может пониматься: продукция (работы, услуги), процессы, системы менеджмента, терминология, условные обозначения, исследования (испытания) и измерения (включая отбор образцов) и методы испытаний, маркировка, процедуры оценки соответствия и иные объекты.

Рекомендация – нормативно-правовой акт или документ,

содержащий информацию организационного или методического характера, касающуюся проведения работ по стандартизации или способствующую применению соответствующего стандарта, либо положения, которые предварительно проверяются на практике до их установления в виде стандарта.

Регламент – документ, определяющий порядок какой-либо деятельности, в котором описываются все шаги и действия, которые необходимо выполнить для выполнения определённого организационного (бизнес) процесса.

Технический регламент – документ, устанавливающий обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования. При этом под объектом технического регулирования может пониматься: продукция (технические средства и системы, сооружения, работы, услуги), процессы (производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации), исследования (испытания) и измерения (включая отбор образцов) и методы испытаний, процедуры оценки соответствия и иные объекты.

Профиль – гармонизированная совокупность стандартов, рекомендаций и регламентов, обеспечивающих стандартизацию определенных функций в какой-либо области деятельности.

Спецификация – нормативно-правовой акт или документ, обеспечивающий точное описание системы для целей её разработки, а также условия приёмки и процедуры проверки требований.

Информационно-технический справочник – документ, содержащий систематизированные данные в определенной области и включающий в себя описание технологий, процессов, методов, способов, оборудования и иные данные.

Классификатор – документ, распределяющий информацию в соответствии с ее классификацией (классами, группами, видами и др.) и являющийся обязательным для применения в информационных системах при обмене информацией.

Технические условия – документ, устанавливающий требования к конкретным типам, маркам, изделиям продукции.

Свод правил – документ, содержащий правила и общие принципы в отношении информационных процессов в целях обеспечения

соблюдения требований технических регламентов.

Инструкция – нормативно-правовой акт или нормативно-технический документ, регулирующий организационные, научно-технические, технологические, финансовые и иные специальные стороны деятельности, как правило, содержащий детальное, пооперационное описание последовательности и содержания действий при выполнении какого-либо процесса (производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации), исследования (испытания), измерения (включая отбор образцов), процедур оценки соответствия или выпуска продукции (технических средств и систем, сооружений, работ, услуг).

Заключение

В дальнейших исследованиях представленная в данной работе регламентация нормативно-правовой базы может быть положена в основу организационной интероперабельности, с учетом положений концептуальной модели интероперабельности ОТС.

Список литературы

1. ГОСТ Р 55062-2012. Информационные технологии (ИТ). Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения. Москва, Стандартинформ, 2014. 12 с.

2. Батоврин В.К, Васютович В.В., Гуляев Ю.В. и др. / Под ред. А.Я. Олейникова. – М.: Янус-К, 2004. – 288 с.

3. Гуляев Ю. В., Олейников А. Я. Технология открытых систем - основное направление информационных технологий // Информационные технологии и вычислительные системы. 1997. № 3. С. 4-14.

4. Гуляев Ю. В., Олейников А.Я., Филинов Е.Н., Развитие и применение открытых систем в Российской Федерации // Информационные технологии и вычислительные системы. 1995. № 1 С. 32-43.

5. Захаров А.В., Соловьянюк Л.Г., Старцева О.Г., Рамазанова Р.Р. Оценка интероперабельности организационных сервисов электронной среды сетевого обучения // International Journal of Open Information Technologies. 2016. Т. 4. № 10. С. 69-75.

6. Зацаринный А. А., Козлов С. В. Процессные аспекты нормативного

регулирования работ по комплексному обеспечению информационной безопасности и интероперабельности интегрированных систем управления // Информатика: проблемы, методы, технологии: материалы XXI МНМК – Воронеж, 2021. – С. 1167-1176.

7. Зацаринный А. А., Козлов С. В., Шабанов А. П. Интероперабельность консолидируемых организационных систем // Проблемы управления. 2017. № 6. С. 43-49.

8. Кубанков А. Н., Козлов С. В. Проблемы обеспечения интероперабельности интегрированной системы управления на основе комплексной синхронизации процессов в ее жизненном цикле // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. 2020. Т. 11. № 3. С. 4-11.

9. Макаренко С. И. О некоторых параметрах поиска и обработки информации при обеспечении технической интероперабельности сетецентрических систем // Журнал радиоэлектроники. 2021. № 3. DOI: 10.30898/1684-1719.2021.3.5.

10. Макаренко С. И. Семантическая интероперабельность человеко-машинных интерфейсов в сетецентрических системах // Журнал радиоэлектроники. 2022. № 2. DOI: 10.30898/1684-1719.2022.2.4.

11. Макаренко С. И. Семантическая совместимость человеческих агентов при обеспечении интероперабельности в сетецентрических системах // Журнал радиоэлектроники. 2022. № 1. DOI: 10.30898/1684-1719.2022.1.1.

12. Макаренко С. И. Техническая интероперабельность и эргономика человеко-машинных интерфейсов сетецентрических систем // Журнал радиоэлектроники. 2022. № 3. DOI: 10.30898/1684-1719.2022.3.4.

13. Макаренко С. И., Соловьева О. С. Основные положения концепции семантической интероперабельности сетецентрических систем // Журнал радиоэлектроники. 2021. № 4. DOI: 10.30898/1684-1719.2021.4.10.

14. Макаренко С. И., Соловьева О. С. Семантическая интероперабельность взаимодействия элементов в сетецентрических системах // Журнал радиоэлектроники. 2021. № 6. DOI: 10.30898/1684-1719.2021.6.3

15. Макаренко С. И., Черницкая Т. Е. Аспекты совместимости сетевых протоколов, интерфейсов и требований по качеству обслуживания в рамках оценки интероперабельности сетецентрических информационно-управляющих систем // Журнал радиоэлектроники. 2020. № 10. С. 7. DOI: 10.30898/1684-1719.2020.10.4.

УДК 004.75

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОРА И ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА МЕТОДАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРА И АГРЕГАЦИИ АНКЕТ СОИСКАТЕЛЕЙ

Кужахметова А.С., Пензяков П.Д., Литвинов В.В.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: moroshkin@mirea.ru

В статье исследуется проблема эффективности подбора и отбора персонала. Описан наиболее распространённый алгоритм поиска новых сотрудников, предложена архитектура информационной системы для сбора данных для отбора и подбора персонала и агрегации статистических данных для анализа внешнего рынка. Построены бизнес-процессы TO BE с внедрением информационной системы в нотации IDEF0 и BPMN 2.0. Дана первичная оценка программного обеспечения, необходимого для реализации такой системы.

Ключевые слова: подбор персонала, отбор персонала, автоматизация сбора данных, агрегация.

Введение

Сегодня у подавляющего большинства компаний наблюдается тенденция уменьшения роли человека в процессах, происходящих в организации, а также тенденция снижения их стоимости за счёт оптимизации расхода ресурсов. Одним из важнейших составляющих любого бизнеса является правильная организация управления персоналом компании. Ведь, если сотрудники чувствуют себя комфортно, выполняя рабочие задачи, то это пропорционально влияет и на результативность всей компании. С точки зрения сотрудников, работа отдела кадров сводится к упрощенной схеме «прием на работу-работа-увольнение». Однако это в корне неправильное понимание процесса управления кадрами в компании.

Отдел кадров реализует множество процессов внутри любой

компании (рис. 1) - управлением человеческими ресурсами организации, например, распределением отпусками, подбором и отбором соискателей, собеседованиями, трудоустройством новых сотрудников и т.д.В рамках этой работы основное внимание будет уделено процессам связанными с отбором и подбором соискателей и анализом внешнего рынка [1].

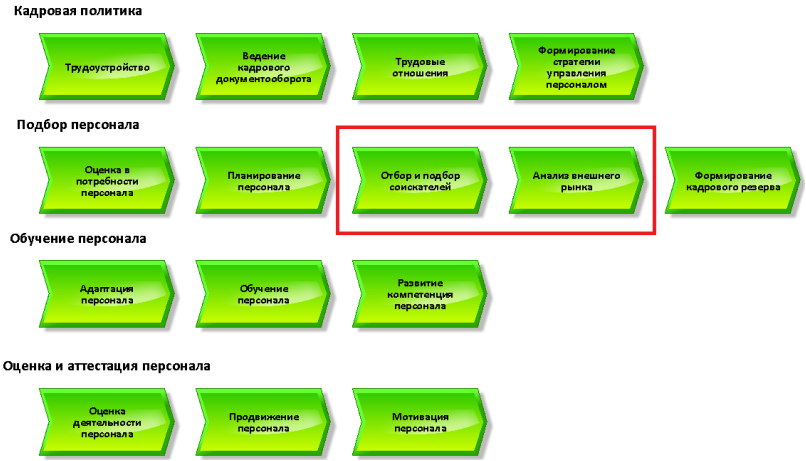


Рис. 1. Процессы отдела кадров

Определение отбора и подбора персонала

Процессы отбора и подбора сотрудников представляют собой долгий ручной труд. Прежде чем перейти к описанию процесса отбора и подбора персонала, остановимся на определениях отбора и подбора персонала.

Подбор – это процесс поиска соискателей из общего числа размещенных где-либо анкет этих соискателей. Подбор анкет осуществляется на основании требований к соискателям – это компетенции, навыки и т.п.

Отбор персонала – это выбор из числа отобранных анкет, подходящих под определенные критерии. Критерии обычно определяются на этапе согласования требований и содержат в себе ограничения по заработной плате, способы организации работы

(удаленная работа, офисная работа или гибридный вариант), к городу проживания и т.п., то есть критерии не к компетенциям, а к личным характеристикам соискателя и к желаемым условиям работы [1].

Процесс отбора и подбора персонала

Способов отбора и подбора сотрудников много – это и массовый подбор персонала путем размещения списка вакансий на специализированных Интернет-ресурсах, хантинг (переманивание специалиста из одной компании в другую), существуют различные способы по оценке компетенций соискателей – профессиональные тесты, психологические тесты на тип личности человека, цепочка собеседований в зависимости от специалиста (наиболее популярно у технических специалистов).

Но наиболее популярный алгоритм отбора и подбора – с помощью размещения вакансий на Интернет-ресурсах и ручной отбор откликнувшихся кандидатов. В этом процесса обычно принимают участие как минимум два человека – представитель от отдела кадров (обычно это менеджер по персоналу) и представитель от функционального подразделения. Конечно, все зависит типа организации управления персоналом в компании. Если рассматривать сферу информационных технологий, то наиболее распространенный тип организации управления – матричная структура [2]. При такой структуре отбором и подбором специалистов обычно занимаются проектный менеджер, получивший распоряжения от руководителя функционального подразделения (куда ищется специалист), и менеджер по персоналу. Опишем краткий алгоритм отбора и подбора персонала.

Процесс начинается в тот момент, когда подготовлен список вакантных должностей необходимых под данный проект. Этот список согласовывается проектным менеджером вместе с генеральным директором. После получения этого списка руководитель отдела кадров вместе с проектным менеджером подготавливают список необходимых компетенций соискателей необходимых для отбора. Далее происходит отбора анкет соискателей со специального Интернет-ресурса. Поиск является цикличным, так как будет начинаться вновь и вновь, если необходимые специалисты не будут найдены. Отбор осуществляет менеджер по персоналу. Если соискатели с подходящими анкетами

найдены, начинается серия собеседований с кандидатами. Собеседования проводятся совместно руководителем Отдела кадров и Проектным менеджером. Если собеседования прошли успешно, подготавливаются персональные предложения по условиям работы для соискателей. Для этого строится сравнительная таблица с желаемыми условиями работы каждого соискателя, его уровнем компетенций, который заполняется проектным менеджером и руководителем отдела кадров, результатами собеседований и т.д. После этого совместно анализируется рынок похожих вакансий. После подготавливается персонализированные предложения о работе.

Отметим, что на протяжении всего процесса подготавливаются некоторые списки и отчеты. Обычно данные документы регламентируются внутренним уставом и общими правилами ведения документации компании. Данные документы обычно хранятся в бумажных архивах или электронных архивах на личном ПК у того человека, кто подготавливал этот документ. Обычно делается копия всех документов и передается на согласование проектному менеджеру или генеральному директору.

Процесс поиска возможных сотрудников тесно связан с работой со специальными веб-сервисами по размещению вакансий и поиску новых сотрудников (например, «HeadHunter.ru» [4]). Однако с помощью этого сервиса менеджер по персоналу ищет только данные о соискателях в виде заполненных заранее кандидатами анкет. Все эти данные записываются менеджером по персоналу в соответствующие отчеты. Сотрудник вручную просматривает все объявления, анализируя все указанные компетенции, прошлые места работы, образование соискателя и т.д. Данный процесс повторяется циклично, пока не будет найдено столько сотрудников, сколько требуется под данный проект.

Проблемы стандартного подхода к отбору и подбору персонала

К недостаткам стандартного подхода к процессу можно отнести:

1. Менеджер по персоналу и руководитель отдела кадров работают с большим объемом бумажной документации. Из-за этого увеличивается нагрузка на человеческий ресурс, тем самым повышается время выполнения задач.
2. Ведение бумажной документации усложняет работу компании.

Информация на бумажном носителе зачастую оказывается не актуальной.

3. Отсутствует возможность автоматического сбора данных с резюме кандидатов. Автоматический сбор ускорит процесс отбора и подбора персонала [3].

4. Нет возможности удобного анализа данных о рынке с помощью аналитических дашбордов.

Выше представлены лишь самые критичные проблемы, на практике существует большое количество других мелких проблем, ненужных взаимодействий и вопросов, которые не будут рассматриваться в рамках данной работы.

Методы решения

Стандартный процесс с нуждается в реинжиниринге и автоматизации посредствам информационной системы. Прежде всего, это окажет положительное влияние на степень актуальности данных, с которыми работает отдел кадров, что снижает нагрузку на персонал, задействованный при поиске новых сотрудников. Реинжиниринг и автоматизация процесса позволят уменьшить время поиска нового сотрудника, уменьшит стоимость каждого нового соискателя. С падением этого показателя, увеличатся ресурсы на выполнения других задач отдела кадров, что позволит в большей степени решать «текучку» кадров компании и увеличить качество выполнения работ.

В случае внедрения проектируемой информационной системы планируется уменьшение количества ручного труда, упрощения процесса отбора и подбора персонала и повышение качества всего процесса.

Методология проектирования

Предмет исследования в данной работе – это проектирование информационной системы агрегации и обработки анкет соискателей. Проектирование – это универсальный и самостоятельный в интеллектуальном и социокультурном отношениях тип деятельности, направленный на создание реальных объектов и/или эффектов с заданными функциональными, технико-экономическими, экологическими и потребительскими качествами. Проектирование ИС регламентируется ГОСТ 34 «Разработка автоматизированной системы

управления (АСУ)» [5]. В качестве методологии реализации проектирования ИС выбрана OracleCustomDevelopmentMethod (CDM), используемая при разработке прикладных ИС под заказ [6].

Методология Oracle CDM — совокупность точно определенных процессов заказной разработки с разными режимами управления. Методология, в основе которой лежит CASE-технология, обеспечивает точное определение бизнес-требований в самом начале процесса разработки и их сохранение на протяжении всего процесса разработки.

Общая структура CDM определяется методологией системной разработки на базе процессов. Процесс — это связанная совокупность задач, отвечающая одной из конкретных целей проекта. Результатом одного процесса является одно или несколько ключевых проектных решений. Модель ЖЦ методологии Oracle CDM имеет два измерения. Первое измерение связано с тем, какой процесс должен быть выполнен для разработки проекта. Это измерение определяется процессами в рамках CDM. Второе измерение указывает на стадию проекта, на которой должны выполняться процессы.

Базируясь на данной методологии в этапы процесса анализа первичных данных и проектирования информационной системы, были включены следующие процессы для стадий анализа и проектирования:

1. Определение производственных требований.
2. Исследование существующих систем.
3. Определение технической архитектуры.
4. Проектирование базы данных.
5. Проектирование модулей.
6. Создание модели преобразования данных.
7. Создание проектного решения.
8. Создание методики тестирования.
9. Создание программы обучения.
10. Создание плана перехода на новую систему.

Изменение процесса отбора и подбора персонала

Прежде всего, рассмотрим TO BE процессы в нотации IDEF0. IDEF0 — методология функционального моделирования и графическая нотация, предназначенная для формализации и описания бизнес-процессов [7]. Отличительной особенностью IDEF0 является ее акцент

на соподчиненность объектов. В IDEF0 рассматриваются логические отношения между работами, а не их временная последовательность (поток работ).

Прежде всего, рассмотрим ТО ВЕ процессы в нотации IDEF0. Контекстная диаграмма процесса «Отбора и подбор персонала» представлена на рис. 2. Диаграмма внешне практически не меняется – добавляется лишь проектируемая информационная система (на диаграмме обозначается как «ИС»).

Рис. 2. Контекстная диаграмма «Отбор и подбор персонала»

Рассмотрим декомпозицию контекстной диаграммы – Рисунок 3. Декомпозиция также не претерпела существенных внешних изменений.

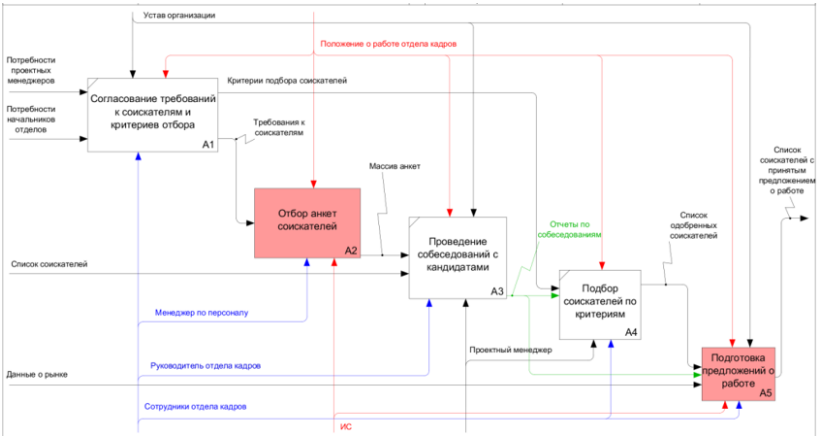


Рис. 3. Декомпозиция процесса «Отбор и подбор персонала»

Рассмотрим изменения двух функциональных блоков – «Отбор анкет соискателей» (рис. 4) и «Подготовка предложений о работе» (рис. 5). Блок «Отбор анкет соискателей» содержит три процесса – «внести требования к соискателю в ИС», «Проанализировать анкеты соискателей» и «Выбрать подходящие анкеты в ИС».

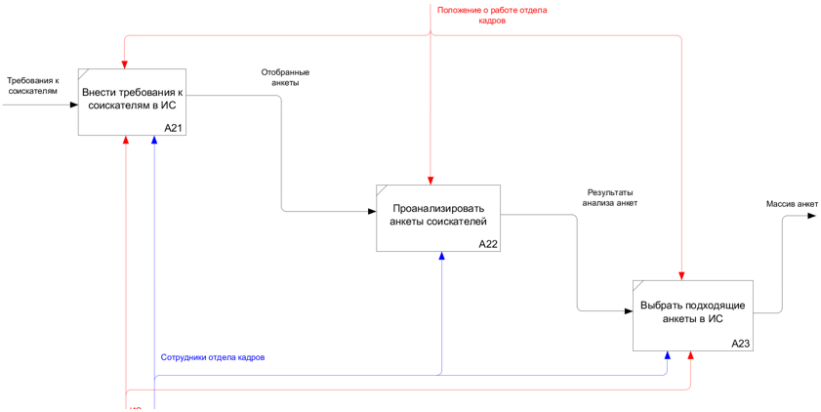


Рис. 4. Отбор анкет соискателей

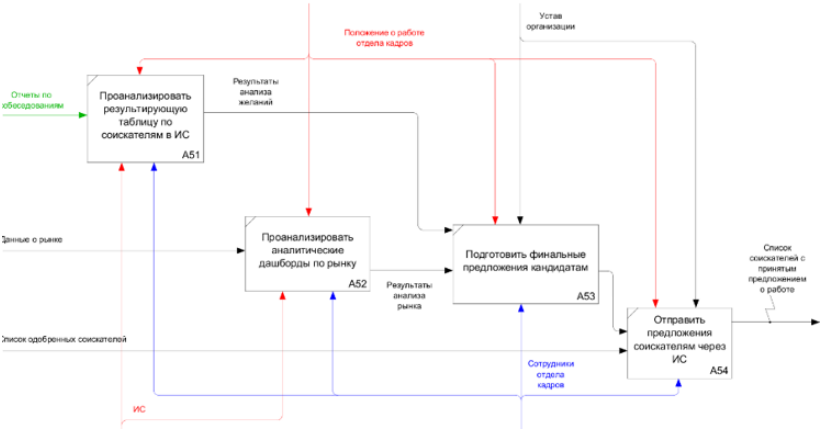


Рис. 5. Подготовка предложений о работе

Все действия, совершаемые сотрудниками отдела кадров связаны с проектируемой информационной системой. Отобранные анкеты

формируются автоматически намного быстрее, чем вручную (более подробное сравнение будет представлено в следующих главах) с помощью заранее согласованных требований к соискателю. После отбора анкет кандидатов сотрудник отдела кадров анализирует анкеты. Конечно же, это ручной труд. Автоматизировать абсолютно всё невозможно. Алгоритмы способны автоматизировать только ту деятельность, которая полностью регламентирована, отточена и имеет четкие инструкции. Анализ анкет соискателей, то, как они пишут о своем опыте, что пишут в сопроводительном письме – всё это нельзя полностью автоматизировать, потому что практически каждый случай уникален. Выбрав все понравившиеся анкеты, сотрудник отдела кадров завершает первый этап отбора анкет новых сотрудников. Отметим, что по сравнению с AS IS, на этапе выбора другим сотрудникам доступна эта информация, следовательно, другие сотрудники могут прокомментировать анкету, внести правки – решение не принимается только одним человеком.

Процесс «Подготовка предложений о работе» также меняется в сторону автоматизации сбора и анализа данных. Обычно сотрудники отдела кадров готовят сравнительную таблицу кандидатов на работу – их плюсы и минусы, навыки, комментарии по собеседованиям, желания соискателей по условиям работы. С проектируемой информационной системой составлять такую таблицу станет удобнее с помощью графического пользовательского интерфейса. Описываемый процесс начинается с анализа такой таблицы. Затем сотруднику необходимо проанализировать рынок – получить статистику по популярным технологиям на текущий момент в рассматриваемой сфере, средний уровень зарплат, желание сотрудников работать в режиме удаленной работы и т.д. Итоговое предложение должно содержать конкурентную зарплату и возможные льготы, дополнительные условия. Для этого сотрудник анализирует аналитические экранные формы, дашборды и отчеты – дашборд «средняя заработная плата на рынке по текущему запросу компетенций», дашборд «облако слов анкет по текущему запросу компетенций», отчеты о популярных желаемых условий работы у кандидатов похожих на выбранных и т.д. После анализа всей аналитической информации сотрудник готовит финальное

предложение о работе. Отметим, что автоматизация позволит ускорить процесс подбора. Дело даже не только в том, что отбор анкет будет автоматизирован, дело в том, что пока идет отбор анкет по заданным критериям, сотрудник отдела кадров сможет заняться подбором. Также стоит учитывать и большое сокращение анкет, анализирующийся после подбора. Например, 1000 анкет опубликована, по требованиям, которые составляются сотрудниками отдела кадров, проводится отбор, после которого остается только 10 анкет для ручного подбора. Отбор ручной и автоматизированный сильно отличаются и по правильно составленным требованиям, автоматизированный будет точнее. Конечно в рамках TO BE процессов большое внимание должно уделяться правильному и точному запросу к информационной системе.

Нотация IDEF0 позволила нам увидеть общее изменение процессов при внедрении информационной системы агрегации и обработки анкет соискателей. Подробнее можно рассмотреть изменения процесса поиска новых сотрудников в нотации BPMN 2.0.

BPMN (Business Process Model and Notation) – это язык моделирования бизнес-процессов, который является промежуточным звеном между формализацией/визуализацией и воплощением бизнес-процесса. С помощью моделирования мы можем описать любые бизнес-процессы, и они могут выполняться в самых разных системах управления [7]. Контекстная диаграмма бизнес-процесса «Отбор и подбор персонала» представлена на рис. 6, декомпозиции процесса «Отбор анкет соискателей» и процесса «Подготовка предложений кандидатам» представлены на рис. 7 и рис. 8 соответственно.

Сразу же можем увидеть отсутствие общего архива для различных отчетов – все отчеты будут хранится в хранилище информационной системы. Изменилось и число задействованных сотрудников – теперь большинство функций выполняет менеджер по персоналу, а не руководитель отдела кадров.

Как было указано выше, менеджер по персоналу не обладает необходимыми навыками и опытом для правильного поиска анкет, для правильного составления принятых отчетов и анализом рынка. С внедрением информационной системы менеджер по персоналу становится пользователем, ему необходимо лишь анализировать

итоговую подготовленную информацию. Руководитель кадров становится в этом случае проверяющим, администратором и контролером работы менеджера по персоналу.

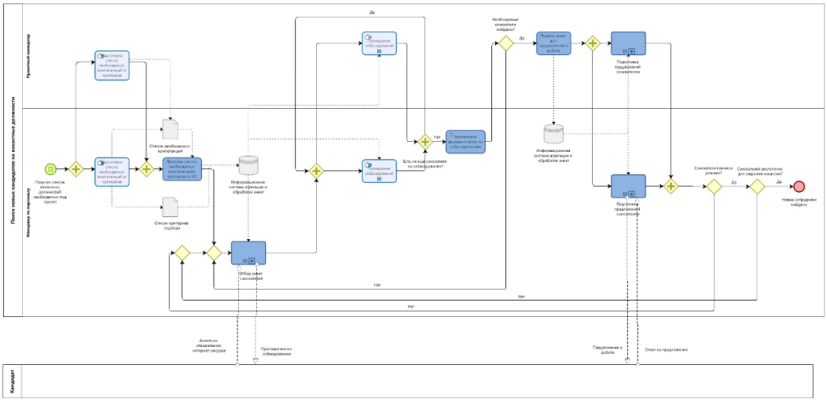


Рис. 6. Отбор и подбор персонала (BPMN 2.0)

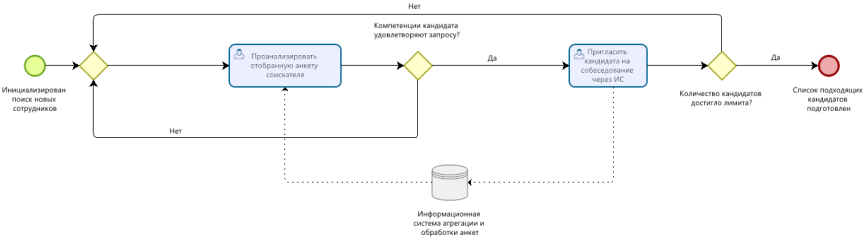
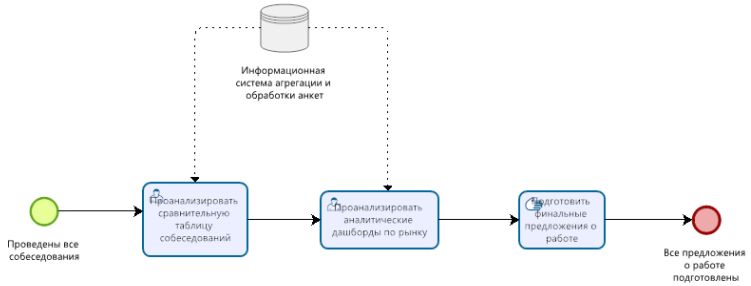


Рис. 7. Отбор анкет кандидатов (BPMN 2.0)



Рисю 8. Подготовка предложений кандидатам (BPMN 2.0)

Большинство ручных операция заменяются на пользовательские задачи, приглашение кандидатов на собеседования происходят автоматически по введённым или встроенным шаблонам в информационную систему, сравнительная таблица кандидатов составляется автоматически.

Функциональные и нефункциональные требования

На сегодняшний день процессы управления человеческими ресурсами требует большого количества людских ресурсов, особенно в процессах поиска новых сотрудников. Менеджерам по персоналу требуется комплексное понимание психологии и программирования для отбора подходящих соискателей. Процесс поиска новых сотрудников должен быть автоматизирован, информацию, которую сотрудники формируют на этапах всего процесса нужно перевести в электронный вид, интегрировав в информационную систему хранение и подготовку аналитических отчетов.

Этапы процесса анализа первичных данных и проектирования информационной системы разработаны в соответствии с методологией Oracle Custom Development Method. Для их реализации необходимо 125 календарных дней.

Новая технология выполнения процесса управления человеческими ресурсами при поиске новых сотрудников в практически любой компании в сфере информационных технологий, предполагает полную автоматизацию сбора, обработки и анализа информации о кандидатах.

Информационная система должна соответствовать следующим функциональным требованиям:

1. Регистрация сотрудника.
2. Внесение требуемых критериев подбора для вакансии.
3. Внесение всех требований к кандидатам (критериев отбора).
4. Автоматический сбор информации о кандидатах со специальных Интернет-ресурсов для размещений вакансий и поиска работы.
5. Подготовка отчетов о собеседовании каждого соискателя.
6. Создание отчётов о деятельности отдела кадров по работе с анкетами соискателей за выбранный пользователем период.
7. Создание форм отчётов для печати.

8. Отправка e-mail рассылки с отчётностью.
9. Уведомление пользователей о работе системы.
10. Загрузка файла БД на внешний носитель.
11. Загрузка файла БД с внешнего носителя.

Функционал системы предполагает создание следующих отчётов:

1. Отчёт о заявленных навыках соискателя.
2. Отчет о проведенных собеседованиях.
3. Сравнительная таблица соискателей.
4. Статистический отчет по заданным требованиям по рынку.
5. Отчёт об отборе и подборе соискателей за выбранный пользователем период (запрашивает администратор или руководитель отдела кадров).

Нефункциональные требования к проектируемой системы:

1. Простота эксплуатации: включает в себя, что время обучения персонала должно составлять 12 ч.
2. Устойчивость к сбоям: время восстановления системы после сбоя — 1 ч.
3. Процент событий, приводящий к сбоям должен составлять 5%.
4. Вероятность изменения данных при сбоях — 0,2.
5. Система должна обеспечивать корректную обработку аварийных ситуаций, вызванных неверными действиями пользователей, неверным форматом или недопустимыми значениям входных данных.
6. Система должна сохранять работоспособность и обеспечивать восстановление своих функций при возникновении внештатных ситуаций.
7. Система должна работать на всех web-браузерах.
8. Использование базы данных для долговременного хранения результатов работы приложения.
9. Система должна обеспечить возможность исторического хранения данных.
10. Наличие трех серверов для трех баз данных.
11. Время авторизации пользователя — не более 5 секунд.
12. Расширяемость информационной системы в связи с появлением новых требований.

13. Интерфейс системы должен быть интуитивно понятен пользователям.

Реализация информационной системы

Так как проектируемая система является Web-приложением, то было выбрано решение использовать архитектуру Web-систем, CGI/API. Данную архитектуру можно увидеть на рис. 9.

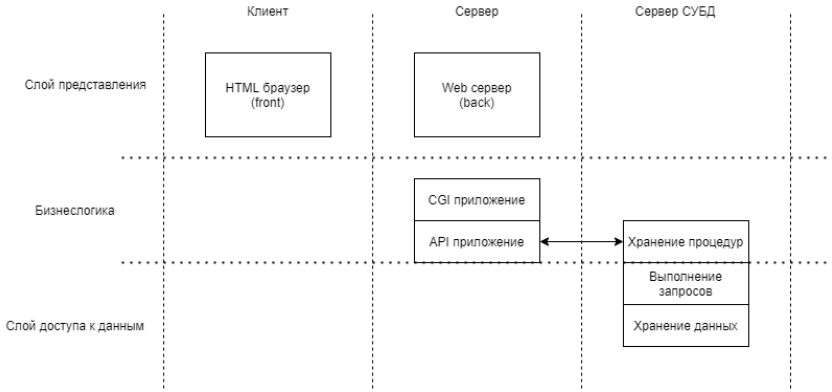


Рис. 9. Архитектура информационной системы

Архитектура делится на три слоя, это слой представления, бизнес логика и слой доступа к данным. Слой доступа к данным полностью относится к серверу СУБД, также на данном сервере находятся хранимые процедуры. Web-сервер содержит в себе CGI и API приложения, на стороне клиента находится слой представления в виде html-браузера. Предполагаемое программное обеспечение для разработки ИС: СУБД Postgresql, Java Script, HTML5, CSS3, Python.

В качестве почтового клиента в банке используется Outlook от Microsoft, который входит в пакет MicrosoftOffice. Для рабочих чатов, встреч используется еще один продукт от Microsoft — Teams. JavaScript, HTML5, CSS3 будет использоваться для frontend. Python необходим для составления аналитических дашбордов и реализации парсинга анкет соискателей, разработки backend приложения. Программы на Python гибкие, легко масштабируются, а для их создания не требуется содержать большую команду разработчиков..

Таблица 1 – Общее описание проекта

Наименование проекта	**Разработка системы управления клиентскими данными**
Описание сути и результата проекта	Парсинг анкет кандидатов по заданным параметрам компетенций, навыков. Создание аналитических дашбордов по статистическим данным по рынку вакансий и анкет по заданному запросу компетенций
Описание функциональных возможностей	Создание инструмента для отбора анкет соискателей с возможностью изменения входного запроса компетенций и автоматического переотбора кандидатов Создание аналитических дашбордов, отчетов и экранных форм
Средства разработки	DBeaver. Postresql. Git + Git Desktop. PyCharm + WebStorm.
Дата внедрения	2023 год
Участники проекта	Менеджер проекта, продуктовый менеджер, два разработчика back-end, разработчик front-end, ручной тестировщик, автоматизированный тестировщик, тест менеджер, бизнес аналитик, системный аналитик, UI/UX дизайнер.

Выводы

Внедрение цифровых технологий — это современный и принципиально новый подход к процессам управления человеческими ресурсами любой компании. Реинжиниринг бизнес-процессов Отдела кадров позволит сократить влияние человеческого фактора при работе с соискателями, автоматизация процессов с использованием информационной системы позволит уменьшить время, занимаемое на отбор и подбор персонала.

Внедряемая система позволит автоматически агрегировать статистические данные, получаемые из внешнего рынка и строить на основании их аналитические дашборды. Подобные экранные формы помогут специалисту отдела кадров в подготовке отчетности о работе отдела, подготовке финального предложения о работе, анализе всех кандидатов и т.д.

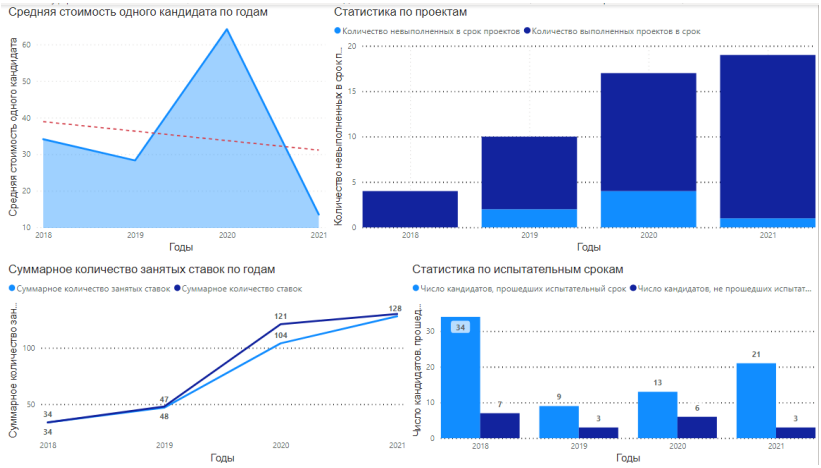


Рис. 10. Пример аналитического дашборда

Список литературы.

1. Базовкина Е. А. Основы финансового менеджмента: Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки // Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. 2020. С.34-52

2. Мандыч И.А. Процессный подход к управлению// МИРЭА - Российский технологический университет. 2022. С. 24-48.

3. Мансуров Р.Е. HRбрендин. Как повысить эффективность персонала // БХВ-Петербург Спб. 2011. С. 121 – 138.

4. HH.ru. [Электронный ресурс]/ HeadHunterю. Режим доступа: https://hh.ru/, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. Дата обращения (15.05.2023).

5. ГОСТ 34. Разработка автоматизированной системы управления.

6. Studref. [Электронный ресурс]/ Методология OracleCustomDevelopmentMethod (CDM) Режим доступа: https://clck.ru/34NBzR, свободный. Загл. с экрана. Яз. рус. Дата обращения (03.05.2023).

7. О.А. Цуканова. Методология и инструментарий моделирования бизнес-процессов. Учебноепособие // УниверситетИТМО. 2015. С. 12 – 61.

УДК 004.9

О НЕКОТОРЫХ АСПЕКТАХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАЗУМА ЧЕЛОВЕКА И АЛГОРИТМОВ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Коваленко С.М., Платонова О.В., Петушков Г.В.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: kovalenko@mirea.ru, platonova@mirea.ru, petushkov@mirea.ru

В работе рассматривается влияние алгоритмов, в частности, алгоритмов поисковой выдачи разных поисковиков, на принятие решений человеком. Приведенные примеры показывают, что алгоритмы существенно влияют на формирование мнений пользователей по самым разным вопросам социальной деятельности человека. Рассматривается перечень мер, позволяющий уменьшить влияние алгоритмов на формирование мнения пользователя и деятельность человека в сети интернет.

Ключевые слова: индивидуальный разум человека, алгоритмы машинного обучения, алгоритмы поисковой выдачи, конспирологическое мировоззрение, искажение инфореальности.

Введение

Эволюция разума человека, позволяющая имеющемуся у человека головному мозгу решать многочисленные задачи, обеспечивающие его приспособление к миру и преобразование окружающего мира в своих интересах, прошла довольно много этапов. На первом этапе задачи решались индивидуальным разумом человека (ИРЧ) на основе имеющихся знаний. Затем в рамках эволюции появилась речь, а значит возможность обсуждать проблемы с сородичами, расширяя базу доступных знаний или когнитивное поле, на основе чего принимает решение ИРЧ. При этом отсутствие взаимодействия с сородичами на этапе развития и взросления приводит к «эффекту Маугли», невозможности эффективно существовать в человеческом сообществе без погружения в когнитивное поле или поле знаний.

Следующим этапом стало появление письменности, что стало еще одним этапом расширения когнитивного поля за счет знаний, полученных у предыдущих поколений или знаний «удаленных» людей, с которыми маловероятен личный контакт. Следующий этап – появление книгопечатания, когда актуальные знания становятся доступными любому грамотному человеку, умеющему читать и знающему языки. Это еще более расширяет когнитивное поле, доступное ИРЧ, используемое при принятии решений в различных областях. Появление средств массовой информации в виде радио и телевидения еще более упростило доступ к знаниям.

Методы

Новым этапом в эволюции следует считать появление информационных акторов, связанных с интернетом: социальных сетей, поисковых алгоритмов, различных информационных фильтров, например, фильтрации спама в электронной почте. Важнейшей особенностью является участие алгоритмов, прежде всего алгоритмов машинного обучения (АМО), в процессе поиска, выдачи информации и формирования нового знания. Впервые выход за пределы когнитивного поля, получение нового знания обеспечивает не только ИРЧ (новые знания, новые технические решения), но и функционирование искусственных нейронных сетей (ИНЧ) на основе АМО. ИНЧ сегодня пишут тексты и даже компьютерные коды программ, открывают новые зависимости в данных в ходе проведения научных исследований, управляют многими процессами.

Однако в ходе взаимодействия ИРЧ и алгоритмов возникает схема с обратной связью, показанная на рис.1. Хотя человек готовит данные для обучения АМО, он, во-первых, не может предсказать результаты работы обученного АМО, а, во-вторых, выбирает данные из имеющегося массива после его фильтрации алгоритмами. ИРЧ сегодня не может сам охватить все имеющиеся данные даже в одной предметной области, а фильтрация данных приводит к смещению фокуса настройки в обучении для предметной области. В результате работа обученного АМО приводит к появлению нежелательных в моральной области выбросов и эксцессов, например, расистских. Возможно, это является причиной для части исследователей сделать выводы о том, что

алгоритмы нельзя использовать для выработки решений в ответственных случаях, например, в области медицины [1].

Потенциально АМО могут эффективно решать сложные задачи управления в современном мире. Однако указанная обратная связь может сильно портить качество выдаваемых решений и требуются дополнительные исследования для устранения системных проблем, вызываемых взаимодействием ИРЧ и алгоритмов в схеме с обратной связью.

Рис. 1. Взаимодействие ИРЧ и алгоритмов

Можно констатировать, что информатизация общества и опора на повсеместное применение алгоритмов имеет и отрицательные последствия. Одно из них - рост «интеллектуальной слепоты» все большего числа людей. Ее характерными признаками являются:

- неумение отличить фейк от правды,
- повышение доли конспирологических убеждений в мировоззрении людей.

Маршевыми двигателями процесса «интеллектуального ослепления» масс стали социальные сети и поисковики. И если ослепляющий эффект первых можно хотя бы минимизировать, заходя в соцсеть пореже, с поисковиками дело совсем плохо: без них как без рук.

В этой связи, важнейший для каждого из нас вопрос: *насколько сильно конкретный поисковик искажает инфореальность в пользу конспирологического мировоззрения - всевозможных теорий заговора.*

Проверить это можно лишь путем сравнения первых страниц поисковой выдачи разных поисковиков на запросы, так или иначе связанные с теориями заговора. Чем больше в выдаче ссылок на отстойные ресурсы конспирологов, и чем они выше в выдаче, тем сильнее алгоритмы поисковика искажают инфореальность, пропагандируя теории заговора. Важно также, что следствием такого искажения инфореальности, помимо роста «интеллектуальной слепоты», становится усиление раскола общества и повышение в нем градуса хейта. Недавно опубликованное исследование четырех солидных институтов из Швейцарии и Германии [2] («Where the Earth is flat and 9/11 is an inside job: A comparative algorithm audit of conspiratorial information in web search results») описывает результаты аудита поисковиков: Google, MS Bing, DuckDuckGo, Yahoo! и Яндекс. Обобщение результатов вы видите на приложенной диаграмме рис.2.

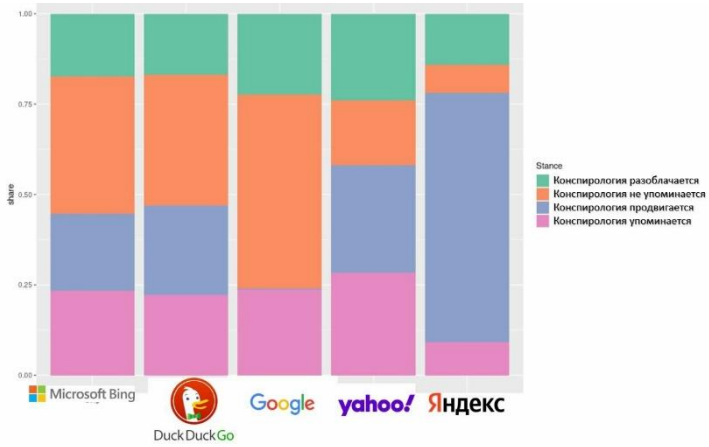


Рис. 2 Результаты аудита поисковиков: Google, MS Bing, DuckDuckGo, Yahoo! и Яндекс

Главные результаты:

1. Степень искажения инфореальности у MS Bing, DuckDuckGo, Yahoo! составляет от 25% до 40%.

2. Алгоритмы поисковиков настолько подвержены предвзятости в

пользу теорий заговора, что вычистить их пропаганду из поисковой выдачи могут лишь люди (что и делает среди поисковиков лишь Google).

Социальные сети кардинально поменяли не только культуру наших коммуникаций, но и *культуру обмена мыслями* (суждениями, идеями, знаниями, опытом) [3]. В формирующемся у человечества принципиально новом типе культуры, люди в своих коммуникациях и обмене мыслями:

- вышли далеко за пределы числа Данбара (в среднем, примерно 150 офлайновых контактов);

- стали совершенно иначе относиться к своим и чужим мыслям в процессе коллективной когнитивной деятельности.

Самым сильным и очевидным следствием этого стало *нарастание поляризации в обществе по любому мало-мальски актуальному вопросу*: от политики и гомосексуализма до карантина и вакцинации (рис.3).

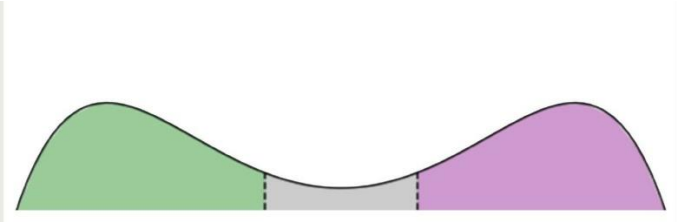


Рис. 3 Стандартное бимодальное распределение двух групп: “Мы” и “Они”. Источник: https://clck.ru/34NC74

Результаты

Однако сам процесс неумолимой поляризации до сих пор не был формально описан и подтвержден на модели. И вот, наконец, появился результат [4]. Математик, социолог и когнитивист математически смоделировали процесс того, *как люди классифицируют друг друга по спектру мнений*. Модель подтвердила следующее. Когда люди формируют категории, они должны как можно точнее различать позиции друг друга. Эту позицию можно представить отрезком, края которого представляют полярные точки зрения. Когда в нашей социальной сети людей становится много, нам трудно запомнить, какой

точке отрезка соответствует мнение каждого. Поэтому мы используем два ярлыка, один из которых навешиваем на каждого: ярлык «мы»— если мнение человека близко нашему, или ярлык «они» — если далеко.

Так неумолимо образуются два лагеря по любому вопросу (политические взгляды, пол, сексуальность, раса…), даже если, на самом деле, мнения участников коллективной когнитивной деятельности соответствуют множеству точек на отрезке. В такой социальной сети лучше всех «экстремистам», чьи мнения на крайних точках. Теперь самое главное: моделирование показало, что мнение «центристов», под влиянием социально-психологических факторов, вынужденно мигрирует к краям отрезка. В итоге, подавляющее большинство становится «экстремистами».

Заключение

Какими же мерами можно ослабить влияние алгоритмов на формирование мнений и принятие решений людей – пользователей интернета. Пока можно говорить о двух основных направлениях: использовать все доступные способы по удалению конспирологического контента из алгоритмов выдачи поисковиков и формирование нескольких отчетливых точек зрения, к которым может присоединиться пользователь в любой дискуссии, проводимой в социальной сети. Да, это дополнительные затраты и материальные, и интеллектуальные, но в их отсутствие пользователи сталкиваются с искаженной инфореальностью в сети, что приводит к неверным решениям, принимаемым разумом человека.

Список литературы

1. Что общего у медицинского ИИ с автономным оружием // https://clck.ru/34NC4B

2. Where the Earth is flat and 9/11 is an inside job: A comparative algorithm audit of conspiratorial information in web search results A. Urman, M.Makhortykh, R.Ulloa, J.Kulshrestha https://arxiv.org/abs/2112.01278

3. В соцсетях центристы неотвратимо превращаются в экстремистов // https://clck.ru/34NC4e

4. Falling through the cracks: Modeling the formation of social category boundaries V.C.Yang,T. van der Does,H. Olsson // https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247562

УДК 009.4

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ

Душкин Р.В., Контио С.В. Лелекова В.А. Фадеева С.

Агентство искусственного интеллекта, 127591, г. Москва, Дубнинская ул., дом 75Б, строение 2, офис 10, e-mail: drv@aiagency.ru, sk@aiagency.ru, lv@aiagency.ru, sf@aiagency.ru

Цифровые двойники – одна из самых горячих тем четвёртой промышленной революции. Они позволяют представить физические системы в различных условиях с низкими затратами и минимальным риском. Цифровые двойники используются в самых разных областях – от здравоохранения до представления и анализа «умных систем». Они создаются и используются с учётом всего жизненного цикла копируемого объекта, что позволяет полностью смоделировать поведение системы от начала и до конца. В настоящей статье будет проведён обзор применений и реализаций цифровых двойников. Статья будет интересна специалистам сферы искусственного интеллекта.

Ключевые слова: цифровой двойник, цифровой двойник личности, искусственный интеллект, Индустрия “4.0», интернет вещей, digital twin.

Введение

Цифровой двойник – это виртуальное представление (реплика) реальной системы, которое постоянно и в реальном времени пополняется данными, при этом может взаимодействовать с реальной системой и оказывать на неё влияние [Bordeleau, F., 2020].

Цифровые двойники ведут свою историю с начала 1960-х годов, когда NASA начинали использовать основные концепты двойников в космических программах [Digital Twin History]. Однако, распространение идея цифровых двойников получила только в 2002 году после того, как компания Challenge Advisory провела презентацию технологии Майкла Гривса [Grieves, M., 2016] в Мичиганском университете. Целью его презентации было представить разработку

центра управления жизненного цикла продукта, основой которого стала идея о рассмотрении каждой системы как двух подсистем: реальную, физическую и её цифровую копию, которая включает в себя все данные реальной [Namratha, S. K. et. al., 2020].

Существует три способа реализации цифровых двойников:

• Цифровой двойник прототипа (digital twin prototype) – состоит из дизайна и модели процессов не существующей реально физической системы;

• Цифровой двойник образца (digital twin instance) – полная цифровая копия реального продукта;

• Совокупность цифровых двойников (digital twin aggregate) – совокупность цифровых двойников образца, которая может генерировать данные о работе этих двойников.

Потенциал использования цифровых двойников огромен – от простой визуализации системы до полного интеллектуального анализа физических моделей, но некоторые применения, для наглядности, перечислены ниже:

1. Производство: проектирование тяжёлых машин и оптимизация производственных линий;
2. Здравоохранение: оптимизация процесса визуализации хирургии;
3. Психологический анализ и двойники личности: создание модели человека-пациента и анализ его действий при разных ситуациях;
4. Умный город: постройка модели города и решение вопросов оптимизации и проектирования при реализации «умного города».

Целью настоящего исследования является обзор применений и реализаций цифровых двойников. В результате исследования был выполнен обзор реализации цифровых двойников и подтверждена актуальность этой тематики. В дальнейшем разделе статьи приведено исчерпывающее описание применения цифровых двойников.

Обзор

В этом разделе будет представлен обзор различных разработок с использованием цифровых двойников и способы их применения.

1. Производство

Цифровые двойники могут использоваться для мониторинга

процессов в масштабе предприятия. В таком случае их задача заключается в обнаружении отклонений в промышленных процессах и выявлении неисправностей в объединённых в сеть машинах. Большинство исследований, посвящённых обнаружению и локализации аномалий на производстве, следуют идее о разбивании общего процесса на небольшие блоки по статистическим свойствам [Yao, L., 2020], а затем применении иерархических схем для обнаружения и изоляции неисправностей [Chen, G., 2020]. С помощью цифровых двойников появляется возможность не только сохранить информацию о реальной организационной структуре, но и построить сеть оценки производительности, в которой каждый узел будет взаимодействовать с собственным цифровым двойником, что повышает безопасность внутренней сети и делает источники информации проверяемыми и отслеживаемыми.

Так, в статье [Augmented Reality: Digital Twins Demonstration with Microsoft HoloLens], авторы реализовали систему управления реальным процессом со встроенными цифровыми двойниками. Её особенностью является создание двойников компонентов и подсистем, синхронизированных с физическими аналогами через сервер и пульты управления.

Не менее важным возможным применением является прогнозирование оставшегося срока службы компонентов и устройств [Mao, W., 2020]. Основной проблемой при решении этой задачи считается получение надёжных и точных оценок срока службы. В последних исследованиях модели деградации, с помощью методов искусственного интеллекта, обучаются на основе характеристик набора идентичных систем [Rodrigues, L. R., 2018]. Хотя эти модели и обеспечивают удовлетворительные оценки службы устройств при конкретной ситуации, они имеют свои ограничения из-за широко распространённой неоднородности систем и меняющихся условий работы [Si, X., 2017]. С помощью цифровых двойников машины могут обмениваться данными о своём состоянии и своевременно обновлять параметры модели деградации, что будет повышать точность прогнозирования оставшегося срока службы. В статье [He, B., 2021] было реализовано прогнозирование оставшегося срока жизни зубчатой

передачи с использованием цифровых двойников на основе физической модели.

2. Здравоохранение

Применение цифровых двойников в области здравоохранения в основном сосредоточено на создании двойников органов человека и расчётных задачах о поведении клеток в организме [Erol, T., 2020]. Например, исследователями уже был создан полный цифровой двойник мозга мыши [Luo, Q., 2018], а множеством научных групп ведётся разработка полного цифрового двойника мозга человека (Human Brain Project [Serap, S., 2018]).

Уже была реализована цифровая модель сердца человека, которая объединяет изображения компьютерной томографии и создаёт на их основе цифрового двойника [van Houten, H., 2018]. Благодаря таким цифровым двойникам пациента или органов пациента экономится время на постановку окончательного диагноза и проведении различных испытаний лечения [Background Information, 2018].

3. Психологический анализ и двойники личности

В предыдущей статье этой серии, была подробно разобрана структура ассоциативно-гетерархической памяти (АГ-памяти). Возможность загрузки в структуру АГ-памяти произвольных текстов приводит к тому, что таким образом могут быть загружены и слиты воедино все тексты из состава «цифрового следа» человека (а для давно живших людей — их эпистолярного наследия). Письма, дневники, записки и заметки, электронная почта, переписки в мессенджерах, записи в социальных сетях и на форумах и т. д. — всё это может использоваться для восстановления личной памяти и модели конкретной личности, и такая модель может стать «моделью себя» для ИИ-агента [ViRperson White Book, 2021].

Необходимо отметить, что для некоторых людей будет невозможно восстановить их цифрового двойника по тем следам, которые они оставили после себя, так как таких следов будет слишком мало, либо они будут нерелевантными для задачи. Однако наличие большого количества уже готовых цифровых двойников с АГ-памятью позволит попытаться восстановить аватары людей при помощи слияния моделей этих людей в разделах АГ-памяти имеющихся цифровых двойников. И

такие восстановленные аватары будут тем полнее, чем больше моделей использовалось для их восстановления. Этот же подход с использовать и для составления «объективных» моделей каких-либо объектов, локаций, явлений — всего того, что в виде моделей хранится в АГ-памяти у ИИ-агентов. Такие объективные модели будут получаться при помощи слияния частных моделей соответствующих объектов в единые целостные модели. Библиотека таких объективных моделей позволит быстро обучать ИИ-агентов для взаимодействия с конкретными человеком, предметом, локацией или явлением, когда какой-то конкретный ИИ-агент, когда сталкивается с объектом взаимодействия впервые, просто подгружает к себе в свою АГ-память объективную модель из библиотеки и начинает с ней работать, одновременно актуализируя её.

Следует отметить, что цифровой двойник личности является также применимым к здравоохранению и психологическому анализу пациента, позволяя смоделировать поведение человека при разных условиях. Так, в статье [Sun, J., 2021] была реализована системы определения персональных черт человека для подбора наиболее подходящей рекламы.

4. Умный город и приложения к нему

Передовая аналитика данных и подключение к интернету вещей (IoT от англ. Internet of Things) увеличили объём данных, которые можно использовать во многих сферах. Цифровые двойники могут помочь интегрировать между собой IoT и аналитику данных благодаря своей способности создавать виртуальные, но связанные со своими физическими прототипами, модели [Ibrahim, M., 2022]. Умные города ранее полностью полагались на технологии IoT, однако с ростом количества реализаций умного города растёт потребность в новых технологиях, таких как цифровые двойники. Они могут использоваться при планировании новых и помогать в текущем развитии уже существующих умных городов [White, G., 2021].

В частности, цифровые двойники используются для систем автоматизированных автомобилей, осуществляя мониторинг состояния системы, диагностику, прогнозирование, оптимизацию, разработку сценариев и оценку рисков [Fuller, A., 2020]. Так, например, Toco и др.

[Toso, F., 2021] применили цифрового двойника к оптимизации работы двигателя для оценки крутящего момента и управления охлаждением. Или, Брандтштедтер и др. [Brandtstaedter, H., 2018] представили модель цифрового двойника для обнаружения неисправностей двигателя. Численно смоделировав синхронный двигатель, они выразили схему идентификации неисправностей.

Заключение

Цифровой двойник, как это становится понятно из статьи – широко применимый метод искусственного интеллекта, который уже используется в множестве сфер научной и производственной деятельности. Напоследок, следует упомянуть об авторском проекте “ViRperson” [ViRperson White Book, 2021], в котором в настоящее время реализуется концепт цифрового двойника личности с использованием актуальных методов искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Augmented Reality: Digital Twins Demonstration with Microsoft HoloLens https://www.youtube.com/watch?v=vlX9IWAke6M50 (accessed Apr. 12, 2022)

2. Background Information. Erlang, Nov. 2018. Accessed: Apr. 12, 2022. [Online]. Available: www.siemens-healthineers.com.

3. Bordeleau, F., Combemale, B., Eramo, R., van den Brand, M., Wimmer, M. (2020). Towards model-driven digital twin engineering: Current opportunities and future challenges. in Proc. 1st Int. Conf. Syst.Model. Manage. (ICSMM), 1262, 43–54. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58167-1_4

4. Brandtstaedter, H., Hübner, L., Jungiewicz, A., Ludwig, C., Tsouchnika, E., Wever, U. (2018). DIGITAL TWINS FOR LARGE ELECTRIC DRIVE TRAINS. In Proceedings of the 2018 Petroleum and Chemical Industry Conference Europe (PCIC Europe), Antwerp, Belgium. https://doi.org/10.23919/PCICEurope.2018.8491413

5. Chen, G., Ge, Z. (2020) Hierarchical Bayesian network modeling framework for large-scale process monitoring and decision making. IEEE

Transactions on Control Systems Technology, 28(2), 671—679. https://doi.org/10.1109/TCST.2018.2882562

6. Digital Twin History- https://www.challenge.org/insights/digital-twin-history/ (accessed Apr. 12, 2022)

7. Erol, T., Mendi, A.F., Dogan, D. (2020). The Digital Twin Revolution in Healthcare. In Proceedings of the 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, ISMSIT, Istanbul, Turkey. https://doi.org/10.1109/ISMSIT50672.2020.9255249

8. Fuller, A., Fan, Z., Day, C., Barlow, C. (2020). Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research. IEEE Access, 8, 108952–108971. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2998358

9. Grieves, M. (2016). Origins of the Digital Twin Concept. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26367.61609.

10. He, B., Liu, L., Zhang, D. (2021). Digital twin-driven remaining useful life prediction for gear performance degradation: A review. J. Comput. Inf. Sci. Eng. 21, 030801. https://doi.org/10.1115/1.4049537

11. Henk van Houten, "How a virtual heart could save your real one - Blog| Philips," Philips, Nov. 12, 2018. https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/blogs/innovation-matters/20181112-how-a-virtual-heart-could-save-your-real-one.html (accessed Apr. 12, 2022)

12. Ibrahim, M., Rassõlkin, A., Vaimann, T., Kallaste, A. (2022). Overview on Digital Twin for Autonomous Electrical Vehicles Propulsion Drive System. Sustainability, 14, 601. https://doi.org/10.3390/su14020601

13. Luo, Q., Wu, J., Erö, C., Gewaltig, M.-O., Keller, D., Markram, H. (2018). A Cell Atlas for the Mouse Brain. Front. Neuroinformatics 12, 84. https://doi.org/10.3389/fninf.2018.00084

14. Mao, W., He, J., Zuo, M. J. (2020). Predicting remaining useful life of rolling bearings based on deep feature representation and transfer learning. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 69(4), 1594–1608. https://doi.org/10.1109/TIM.2019.2917735

15. Namratha, S. K., Sowmya, M. (2020). Digital Twins: Abridged Mystery behind creation of Bridge between Physical and Virtual Worlds. CSI COMMUNICATIONS 2020, 44(6), 8-12.

16. Rodrigues, L. R. (2018). Remaining useful life prediction for multiple-component systems based on a system-level performance indicator.

IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, 23(1), 141–150. https://doi.org/10.1109/TMECH.2017.2713722

17. Serap Sinem, “İnsan beyninin 3 boyutlu haritası: Hayal mi, gerçekmi?” Bilim ve Ütopya, Dec. 14, 2018. https://www.bilimveutopya.com.tr/makale/insan-beyninin-3-boyutlu-haritasi-hayal-mi-gercek-mi (accessed Apr. 12, 2022)

18. Si, X., Zhang, Z., Hu, C. (2017). Data-driven remaining useful life prognosis techniques. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54030-5

19. Sun, J., Tian, Z., Fu, Y., Geng, J., Liu, C. (2021). Digital twins in human understanding: A deep learning-based method to recognize personality traits. Int. J. Comp. Int. Manuf., 34, 860–873. https://doi.org/10.1080/0951192X.2020.1757155

20. Toso, F., Torchio, R., Favato, A., Carlet, P.G., Bolognani, S., Alotto, P. (2021) Digital twins as electric motor soft-sensors in the automotive industry. In Proceedings of the 2021 IEEE International Workshop on Metrology for Automotive, Metro Automotive, Bologna, Italy, 13–18.

21. ViRperson White Book (2021). Artificial Intelligence Agency.

22. White, G., Zink, A., Codecá, L., Clarke, S. (2021). A digital twin smart city for citizen feedback. Cities, 110, 103064. https://doi.org/10.1016/J.CITIES.2020.103064

23. Yao, L., Shao, W., Ge, Z. (2020). Hierarchical quality monitoring for large-scale industrial plants with big process data. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems. https://doi.org/10.1109/tnnls.2019.2958184

УДК 004.6

АНАЛИЗ ГРАФИЧЕСКОГО ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ В МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Маркевич Д.А., Паршин И.О.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: markevichmarkevich.ru@gmail.com

В настоящее время существует проблема анализа визуализации данных в медицинских информационных системах. В данной научной статье приводится обзор существующих решений по графическому отображению данных в разных системах и предлагается способ оптимизации интерфейса программ для более комфортного и эффективного пользования медицинского персонала. Рассмотрены возможные варианты решения проблемы, а также их примеры на практике.

Ключевые слова: МИС, медицинская информационная система, визуализация, система, данные.

Введение

Медицинские информационные системы (МИС) являются важной составляющей современной медицины. Однако, в отчёте об использовании больших данных в здравоохранении ВОЗ отмечается, что на текущий момент существуют трудности в эффективном использовании МИС в различных странах.

Одной из основных проблем является недостаточное использование графического отображения данных в МИС. В исследовании, проведенном Банком России и Институтом программных систем РАН, также было отмечено, что в ранних версиях МИС использовались методы представления данных на семантическом уровне, заимствованные из других отраслей, что приводило к низкой продуктивной автоматизации задач медицинского персонала.

Цель любого нововведения в сфере медицины – поднятие уровня

эффективности работы персонала и экономия времени для проведения исследований и анализа. Поэтому автоматизация базовых процессов, трудоемких и затратных – критерий для любого предложения на рынке. На данный момент существует множество МИС, с разным составом функций и возможностей, способных удовлетворить специальные потребности различных медицинских учреждений. Однако потенциал информативной визуализации в настоящее время не раскрыт в имеющихся программных продуктах, что может являться проблемой для поддержания уровня эффективности оказания помощи.

Стоит так же отметить, что в данной статье визуализация рассматривается не столько с эстетической, сколько с информативной точки зрения. При отдельном подходе, визуализация ускоряет восприятие информации, наглядно показывая (в зависимости от типа данных) разницу, взаимосвязь, относительное количество чего-либо и т.д. Информативность, без грамотного и неориентированного для быстрого восприятия виде, представлена во многих продуктах и может являться удовлетворительной для ряда потребностей. В сфере здравоохранения в настоящее время, для своевременного принятия решений, необходимо уделять огромное внимание экономии времени, так как для данной области время является основополагающим ресурсом и любой интегрируемый продукт обязан соответствовать и удовлетворять данному требованию.

В современном мире множество информационных систем различных направлений уделяют большое внимание качеству графического отображения данных и интерфейсу программы. Оптимизированный процесс вывода информации для пользователя не только делает программу конкурентоспособной на рынке, но и реализовывает функции системы так, чтобы пользователь не имел проблем при взаимодействии с системой.

Непосредственно медицинские информационные системы остро нуждаются в графическом отображении данных, так как множество функций предполагают подачу информации не только в виде текста, а корректное отображение данных помогает быстро и точно принимать решения и прогнозирования данных в области здравоохранения.

Рассматривая детально продукты МИС представленные в настоящее

время как на международном, так и отечественном рынке, можно заметить тенденцию неоптимизированного графического отображения данных с пониженной информативностью. В свою очередь интерфейс программного продукта непосредственно влияет на уровень удобства пользования системы. Таким образом, необходимо представить решения для интеграции оптимального графического модуля в МИС. Графический модуль включает в себя: систему навигации и сообщения между модулями системы, понятную и комфортную для пользователя; модули ввода данных и вывода информации (обработанной системой) в простом и наглядном для пользователя виде; информационную панель, упрощающую пользователю взаимодействие с системой (помимо прочего упрощающее обучение пользования системой).

Оптимизация графического модуля системы не только упрощает пользование программой, но и помогает распределить обработанные программой данные по степени важности. Таким образом медицинский сотрудник, получая результат от программы на конкретный запрос может моментально ориентироваться в полученных данных, что заметно ускоряет процесс работы с пациентами.

Существующие решения

Анализ рынка на 2022 г. по России выявил тенденции определенных несовершенств в МИС. По данным опроса [4] участников Национальной Ассоциации медицинских организаций (НАМО) 94% медучреждений в своей работе используют МИС поэтому важно чтобы в большинстве из них были включены аналитические модули для прогнозирования заболеваемости пациентов, чтобы повысить эффективность использования систем. Главным потребителем медицинских информационных систем являются государственные учреждения, они составляют 55,9% от всех внедрений [5]. Остальные потребители МИС — это частные клиники, онкологические центры и другие ведомственные учреждения, в общей сложности 89,2%. Такой высокий спрос оправдан непрерывно растущими объемами данных, включающих в себя данные пациентов, все виды документации и ЭМК (электронная медицинская карта). Чем шире обхваты цента здравоохранения, тем выше потребность в структуризации поступающей информации, отсюда вытекает необходимость внедрения

графического модуля для анализа в используемую МИС для информативного и удобочитаемого взаимодействия с системой.

Ниже в Таблице 1 представлен сравнительный анализ разных медицинских систем по принципу качества обработанной информации и ответов на запросы пользователей. В качестве примера программ, включающих исследуемый модуль выбраны: МИС Клиника, Медкей, МЕДМИС, MedElement и MEDODS.

Таблица 1. Характеристика аналитических модулей МИС

Название системы	**Описание аналитического модуля визуализации данных**
МИС Клиника	Управление данными по ключевым показателям за любой период: средний чек, возвращаемость пациентов, популярные услуги и врачи [3]
Медкей	Включает административный модуль с возможным включением отображения графика отслеживаемых осмотров
МЕДМИС	Настраиваемая панель на рабочем столе персонала, в основном используемая для отображения графика записей за последний месяц или круговой диаграммы возрастного распределения принятых пациентов
MedElement	Имеет возможность генерации графиков на основе данных пациентов, таких как давление или вес за определенный период
MEDODS	В системе присутствует панель виджетов с различными графиками и диаграммами для визуализации статистики сводных данных для финансового учёта проведенных услуг и прочих

Основываясь на приведенной таблице, можно сделать вывод, что аналитический модуль, не смотря на присутствие, автоматизирует

процессы, не связанные с диагностикой заболеваний, лечением и другой медицинской деятельностью. Визуализация, как часть аналитического модуля в перечисленных системах направленна на управленческую отчётность, что не представляет в полном объёме ее возможности.

Потенциал аналитического модуля не ограничивается финансовым и статистическим учётом, его использование можно направить для ускорения работы медперсонала. Графики могут показывать результаты анализов, их соответствие с симптомами болезней из справочника, общую статистику заболеваемости, а также индивидуальную статистику здоровья пациента и т. д. Возможности для визуализации для многих видов информации в зависимости от типа данных.

Аналитический модуль системы позволяет выявлять тенденции среди данных из разных результатов, система способна искать взаимосвязи среди проанализированной ей информацией и выводить эти данные в графическом виде, что позволяет медперсоналу ускорить принятие решений по показателям, исходя из графиков, например, вывод статистики истории заболеваемости по возрастам/полу/регионам и/или другим показателям в виде для дальнейшего анализирования.

Более того, графический модуль может быть модифицирован под личные нужды пользователя. Возможность изменения имеет панель с настраиваемыми пользовательскими решениями в зависимости от потребностей.

Обзор возможных решений

Среди возможных решений проблем, определённых выше, могут быть предложены несколько подходов. Из множества возможных решений были выделены наиболее сопоставимые с областью медицины, а также наиболее эффективные и удобные в работе. Стоит отметить, что выбор средства интеграции графического модуля остается за медучреждением в зависимости от возможностей:

– использование специализированных фреймворков для разработки и интеграции таковых модулей в уже существующие системы. Один из таких фреймворков является Dash, который позволяет создавать приложения с визуализацией различной информации, в частности – графиков;

– создание уже новых медицинских ИС с внедренным

функционалом графической визуализации для направленного и избирательного анализа. Например, можно использовать язык программирования Python, так как в нем присутствует большое количество библиотек (таких как matplotlib, plotly, seaborn), направленных на построение графиков, диаграмм и схем на основе значений показателей данных в зависимости от задач;

– использование сторонних сервисов с уже разработанной панелью виджетов, которые нуждаются лишь в персональной настройке под учреждение. Один из таких систем является Power BI от компании Microsoft. Данная платформа является комплексной платформой, вследствие чего повышается эффективность и сокращаются затраты, что позволяет расширить возможности аналитики и применять их для получения результатов.

Подробнее рассматривая создание новых МИС, необходимо определить основные положения, для дальнейшего соблюдения фаз работы, чтобы получить в итоге актуальный требованиям программный продукт. Данные в системе представляются в виде модульных виджетов, которые наиболее наглядно представляют требуемые показатели и позволяют быстро проанализировать ситуацию для принятия решения.

Необходимо учесть возможность масштабирования аналитического модуля, чтобы подстраиваться под задачи пользователя. А также добавление нового способа отображения информации, который предполагает новый источник данных, формирующий отображаемые значения. В следствии чего индикатор визуализирует новый поток информации и формирует данные показателей в определенном формате.

По завершении интеграции данной модификации модуль получает частичную автономию, обрабатывая вводимые данные новыми алгоритмами, освобождая пользователя от необходимости контролировать процесс работы, предоставляя готовые данные в удобном виде для дальнейшей работы с ними. Последующая задача пользователя – применение алгоритма к нужным задачам.

Виджет будет обрабатывать информацию на основе требований, которых задает пользователь. Для продуктивного взаимодействия с

системой виджеты должны соответствовать следующим требованиям: быть настраиваемыми, например, внешний вид, даты, другие показатели; соответствовать минимальным показаниям для полного выполнения своей задачи; быть визуально понятными для сравнительного анализа. Пример построения графика с использованием библиотеки matplotlib языка Python, направленного на медицинскую статистику, связанную со значениями показателей пациентов, в данном случае диагнозов заболеваний, представлен на рис. 1.

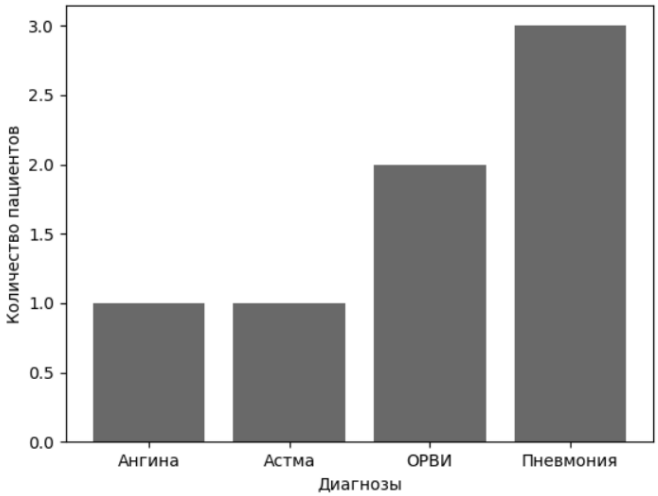


Рис.1. Столбчатая диаграмма количества пациентов по диагнозам

На представленной диаграмме отражена статистика заболеваний среди определенного количества пациентов, что служит примером эффективной информативной визуализации. На основе полученной информации работник медучреждения, может принять соответствующие меры в зависимости от статуса общего положения заражаемости. В таком случае графическое построение ответа системы влияет на количество, скорость и тип принятых мер, значительно изменяя ситуацию. На данном примере сложно недооценить важность своевременного анализа всей имеющейся информации, что по итогу становиться необходимым источником новых данных, в последствии служащем для обоснования действий медперсонала.

В пример приведена Платформа Power BI, включающая в себя агрегированные представления для данных и информационные панели для просмотра важных данных и показателей, помогающие принимать эффективные решения. На рис. 2 представлен пример возможной панели индикаторов.

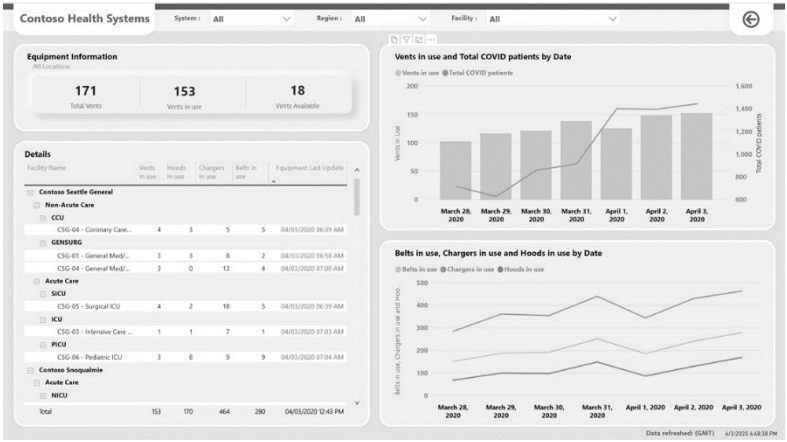


Рис. 2. Информированные панели для ЛПР в сфере здравоохранения

Из рис. 2 можно отметить то, как может выглядеть рабочий стол медперсонала с настраиваемыми виджетами на определенные задачи, в данном случае вывод информации, связанной с COVID пациентами, где можно по датам увидеть увеличение заражаемости, что рождает спрос на большее использование систем вентиляций воздуха, чтобы изолировать болезнь лишь в медицинском учреждении от остального мира.

Заключение

По результатам статьи можно сделать вывод, что на данный момент рынок медицинских информационных систем в области аналитики не имеет удовлетворяющих основным показателям программных продуктов. Необходимо разрабатывать ПО, поддерживающее функционал способный решить проблему визуализации данных.

Данная статья описывает проблематику и актуальность выбранной темы, приводит анализ существующих решений, на основе которого

могут быть определены задачи и требования к разрабатываемым впоследствии продуктам, а также содержит обзор на возможные инструменты для создания и/или интеграции предполагаемых решений.

Таким образом, пользователи программного продукта (в данном случаем медицинский персонал) формируют спрос, определяющий основные требования к предложениям на рынке. Медицинская информация, суть которой заключается главным образом в быстром и четком представлении данных, обосновывает потребность визуализации её в любом виде для дальнейшего анализа. В итоге, качество данных, определяется их полезностью и удобством в применении.

Список литературы

1. Сандра Рендген, Юлиус Видеманн Информационная графика // Архитектура и дизайн. — 2013. — 480 с.

2. Назаренко Г. И., Гулиев Я. И., Ермаков Д. Е. Медицинские информационные системы: Теория и практика / [под ред. Назаренко Г. И., Осипова Г. С.]. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 320 с.

3. МИС Клиника. Онлайн: описание, отзывы, преимущества [Электронный ресурс]. URL: https://www.ad.medsteg.com/mis-klinika-onlain/ (дата обращения: 05.05.2023).

4. Медицинские информационные системы (МИС) рынок России [Электронный ресурс]. URL: https://zdrav.expert/index.php/Статья:Медицинские_информационные_системы_(МИС)_рынок_России (дата обращения: 04.05.2023).

5. Гусев А.В., Романов Ф.А. Перспективы рынка комплексных медицинских информационных систем // Медицинские информационные системы — 2006. — №5 — С. 32-43.

6. Гогина О.А. Основные стандарты и модели интеграции медицинских информационных систем // Информатика — 2017. — №18 — С. 8-10

7. Ваганова Е.В. Медицинские информационные системы как объект оценки: факторы и тенденции развития // Экономика. — 2017. — №37 — С. 113-130.

УДК 621.396.6.019.3

КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ С УЧЕТОМ ИЗДЕРЖЕК В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Демидова Л.А., Шыхыев А.А., Шаршатов М.А.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: alishykhyev@gmail.com

В современном мире обработка и анализ больших объемов данных становятся все более важными для успешного функционирования информационных систем. Однако эффективная классификация данных может быть затруднена из-за различных издержек, таких как временные, вычислительные и обусловленные спецификой конкретной предметной области. В данной статье рассматриваются подходы к классификации данных с учетом этих издержек в информационных системах.

Ключевые слова: классификация, ошибки классификации, матрица издержек, сферы применения, учет издержек, информационная система, cost-sensitive.

Введение

Одним из основных фундаментальных подходов в анализе данных является классификация данных, который позволяет автоматически разделять данные на различные категории и группы в соответствии с заданными критериями [1]. Этот процесс может быть очень полезен в различных областях, включая медицину [2], бизнес, финансы, науку и технологии.

В этом контексте классификация с учетом издержек становится все более важной, так как она позволяет учитывать экономические или социальные издержки ошибок классификации и минимизировать общую стоимость ошибок, а не просто число ошибок.

Классификация данных с учетом издержек

Одним из методов классификации с учетом издержек (cost-sensitive) является использование матрицы издержек, которая определяет

стоимость ошибок в классификации каждого типа. Матрица издержек позволяет учитывать относительную важность различных типов ошибок и оптимизировать классификацию для минимизации суммарных издержек [3]. Другой метод классификации данных с учетом издержек — это использование взвешенной логистической регрессии. В этом методе веса классов настраиваются таким образом, чтобы учитывать относительную важность каждого класса и минимизировать суммарные издержки. Это достигается путем умножения веса каждого класса на соответствующее значение функции потерь при обучении модели.

Применение классификации с учетом издержек (cost-sensitive) и результаты в сравнении с классическим алгоритмом классификации

Рассмотрим подход к обучению классификации с учетом издержек [4] (cost-sensitive) и сравним с классическим алгоритмом на примере набора данных “Обнаружение мошенничества с кредитными картами”. Набор данных содержит информацию о транзакциях на кредитных картах и имеет сильный дисбаланс классов: только 0,17% транзакций являются мошенническими.

Сравним два метода классификации: обычную и взвешенную логистическую регрессию (cost-sensitive). Взвешенная логистическая регрессия (cost-sensitive) учитывает дисбаланс классов и позволяет более точно классифицировать мошеннические транзакции. Для взвешенной классификации мы присвоим классу 0 (не мошеннических транзакций, что составляет 227451 элементов) вес равным 1, а классу 1 (мошеннических транзакций, что составляет 394 элементов) – присвоим вес равным 10, увеличивая штраф за ошибку второго рода на этапе обучения (False Negative).

Обучив модели на обучающей выборке, оценим их производительность на тестовой выборке, используя различные метрики качества, включая точность, полноту, F1-меру и Precision Recall-curve.

Значения метрик качества для классической логистической регрессии приведены в таблице 2, а для взвешенной логистической регрессии в таблице 3.

Результаты показывают, что взвешенная (cost-sensitive) и обычная логистическая регрессия имеют разные значения метрик качества. Взвешенная логистическая регрессия имеет гораздо более высокий показатель полноты (recall) для класса 1 (мошеннические операции), но ниже точность (precision) по сравнению с классической.

Таблица 2. Значения метрик качества.

	Precision	Recall	F_1-score
0	1.00	1.00	1.00
1	0.86	0.60	0.71
Confusion Matrix			
85294 (TN)		13 (FP)	
54 (FN)		82 (TP)	

Таблица 3. Значения метрик качества.

	Precision	Recall	F_1-score
0	1.00	1.00	1.00
1	0.78	0.84	0.81
Confusion Matrix			
85274 (TN)		33 (FP)	
22 (FN)		114 (TP)	

В контексте задачи обнаружения мошеннических транзакций, использование обычной логистической регрессии может обеспечить более высокую общую точность в определении транзакций, но может не быть наилучшим выбором, если приложение должно эффективно выявлять мошеннические операции. Вместо этого, модель с более высокой полнотой и f1-мерой для класса мошеннических транзакций, даже если это сопряжено с более высокой ошибкой ложно-положительных предсказаний, может быть более эффективной в обнаружении мошеннических транзакций и более соответствовать бизнес-задаче.

В данном случае, на основе F1-меры для класса 1 (мошеннические операции), можно сделать вывод, что взвешенная логистическая регрессия с учетом издержек (cost-sensitive) показывает лучше результаты (F1-меры = 0.81) чем обычная логистическая регрессия (F1-меры = 0.71). Метрика Recall (полнота) взвешенной логической регрессии имеет значительно более высокую полноту (Recall = 0.84), по сравнению с обычной логистической регрессией (Recall = 0.60). Исходя

из этого, взвешенная логистическая регрессия лучше определяет мошеннические транзакции чем классическая логистическая регрессия.

Для визуальной оценки воспользуемся RR-curve кривой (Precision-Recall curve).

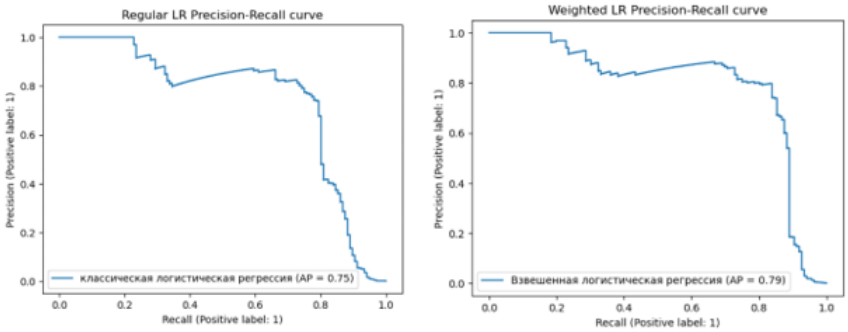


Рис.1. PR-curve кривая логистической регрессии и взвешенной логистической регрессии

PR-кривая позволяет определить оптимальное значение порога, обеспечивающее баланс между точностью и полнотой классификатора. Визуализация показывает, что взвешенная логистическая регрессия обнаруживает больше мошеннических транзакций, но при этом повышается ложно-положительная классификация, что является допустимым для обнаружения мошеннических транзакций. Средняя точность (Average Precision) для взвешенной логистической регрессии (AP = 0.79) выше, чем для обычной (AP = 0.75), что означает более высокую точность при обнаружении мошеннических транзакций.

Заключение

Применение классификации с учетом издержек в информационных системах может быть критически важным, особенно в случаях, когда стоимость разных типов ошибок может быть очень разной. Это позволяет получать более точные результаты классификации и улучшать качество принимаемых решений. Однако использование классификации с учетом издержек может быть нежелательным или нецелесообразным в некоторых случаях, особенно если стоимость разных типов ошибок одинакова или очень близка.

Классификация с учетом издержек является отличным инструментом для анализа данных, который может быть эффективно использован в различных областях. Однако, для того чтобы получить наибольшую пользу классификации, необходимо учитывать специфику задачи и особенности данных.

Список литературы

1. Демидова Л.А., Соколова Ю.С. Классификация данных на основе SVM-алгоритма и алгоритма k-ближайших соседей // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2017. № 62. С. 119-132.

2. Demidova L.A. A Novel Approach to Decision-Making on Diagnosing Oncological Diseases Using Machine Learning Classifiers Based on Datasets Combining Known and/or New Generated Features of a Different Nature // Mathematics. 2023. Vol. 11(4). C. 792.

3. Chaohong Song, Xinran Li. Cost-Sensitive KNN Algorithm for Cancer Prediction based on Entropy Analysis. Entropy MDPI. 2021.

4. P.Turney. Types of Cost in Inductive Concept Learning. 2 Apr 2000.

УДК 004.9

ТРЕБОВАНИЯ К ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОТБОРА АБИТУРИЕНТОВ ЭКВАДОРА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Гуаранда Олгин К.Э.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: carloseduardoguarandaolgin@gmail.com

В статье делается акцент на цифровом отборе эквадорских студентов, желающих получить высшее образование в России. Ручной процесс является медленным и неэффективным. Цифровые системы упрощают отбор, уменьшают количество ошибок и обеспечивают более качественную оценку. Цифровизация обеспечивает точность, скорость и экономию средств, гарантируя справедливый отбор наиболее квалифицированных кандидатов. В статье делается вывод о том, что оцифровка процесса отбора необходима для повышения эффективности и качества, а преимущества могут быть реализованы при тщательном планировании и внедрении.

Ключевые слова: эквадорские абитуриенты, информационные системы, автоматизация, бизнес-процессы, абитуриенты, иностранные студенты.

Введение

В последние годы число эквадорских студентов, получающих высшее образование в Российской Федерации, растет. Однако процесс отбора для поступления в университеты в России остается в основном ручным и занимает много времени. Для решения этой проблемы необходимо оцифровать процесс отбора абитуриентов. В связи с этим российско-эквадорское предприятие стремится автоматизировать свои бизнес-процессы, чтобы снизить трудозатраты, улучшить качество работы и повысить производительность. Автоматизация бизнес-процессов является одним из наиболее перспективных и актуальных направлений развития компании [1].

Одной из наиболее важных задач является перевод в цифровой формат процесса отбора эквадорских абитуриентов для получения высшего образования в Российской Федерации. Однако процесс отбора эквадорских абитуриентов для получения высшего образования в Российской Федерации может быть сложным и длительным, что приводит к неэффективности и задержкам в процессе зачисления. Текущий процесс отбора включает в себя ряд документов и процедур, которые абитуриенты должны представить и пройти, включая перевод и проверку академических документов, тесты на знание языка и собеседования.

Для решения этих проблем растет необходимость оцифровать процесс отбора абитуриентов, чтобы повысить его эффективность и качество. Цифровизация может упростить процесс отбора, сократить количество ошибок и обеспечить более всестороннюю оценку кандидатов. Используя технологии, университеты Российской Федерации могут обеспечить справедливую и эффективную оценку эквадорских абитуриентов и отбор наиболее квалифицированных кандидатов для зачисления.

Эквадор - страна с населением около 17,6 млн человек, в которой имеется множество учебных заведений, включая университеты, колледжи и техникумы. Однако многие эквадорцы заинтересованы в обучении за рубежом, в том числе в России, где общее количество иностранных студентов, получающих высшее образование в России более 300-х тысяч [2]. На момент 2019 года, в вузах России обучалось 480 студентов из Эквадора [3].

Чтобы облегчить процесс отбора абитуриентов для получения высшего образования в России, несколько фирм в Эквадоре набирают студентов для обучения за рубежом.

Однако эти фирмы сталкиваются с серьезными проблемами, включая анализ рынка и спроса на образование в разных странах, разработку привлекательных учебных программ и организацию эффективных рекламных кампаний для привлечения клиентов. Кроме того, они должны иметь связи с учебными заведениями в разных странах и знать процедуры оформления документов для поступления [4].

Актуальность

В статье подчеркивается важность перевода в цифровой формат традиционного для Эквадора процесса отбора абитуриентов в высшие учебные заведения, требующего много времени и допускающего ошибки. Внедрение информационной системы позволяет упорядочить процесс отбора, сократить время обработки и количество ошибок, а также повысить объективность.

Это поможет отобрать наиболее квалифицированных кандидатов и внести вклад в экономическое и социальное развитие Эквадора. Совершенствование процесса отбора также может укрепить партнерство между Эквадором и Россией, привлекая больше эквадорских студентов в российские университеты и повышая глобальную конкурентоспособность Эквадора [5]. В целом, цифровизация может изменить традиционный процесс и способствовать достижению образовательных целей Эквадора.

Основные характеристики информационных систем российско-эквадорских предприятий

Одной из ключевых особенностей информационной системы, которая автоматизирует бизнес-процессы на российско-эквадорских предприятиях, является двуязычие.

Поскольку система должна взаимодействовать между Эквадором и Россией, очень важно, чтобы она поддерживала оба языка для обеспечения эффективного общения и сотрудничества между двумя странами. Двуязычие позволяет пользователям из обеих стран легко получить доступ и использовать систему, независимо от их родного языка, и помогает избежать языковых барьеров, которые могут препятствовать общению и сотрудничеству.

Помимо двуязычия, информационная система должна обеспечивать обмен информацией между двумя странами. Это означает, что данные и информация, введенные в систему пользователями из любой страны, должны быть доступны для пользователей из другой страны.

Например, если эквадорский пользователь вводит данные в систему, российский пользователь должен иметь доступ к этим данным и наоборот. Такой обмен информацией имеет решающее значение для обеспечения того, чтобы все пользователи имели доступ к одним и тем

же данным и могли эффективно работать вместе [6].

Совместимость - еще одна важная характеристика информационных систем, автоматизирующих бизнес-процессы на российско-эквадорских предприятиях. Система должна быть совместима с существующей технологической инфраструктурой и программным обеспечением, используемым предприятиями обеих стран. Это означает, что система должна быть способна интегрироваться с другими программами и системами, используемыми на предприятии, такими как бухгалтерское программное обеспечение, системы управления запасами и системы управления взаимоотношениями с клиентами. Совместимость гарантирует, что система может работать без проблем с другими системами и программным обеспечением, обеспечивая эффективное и результативное ведение бизнеса.

Таким образом, двуязычие, обмен информацией и совместимость являются важными характеристиками информационных систем, автоматизирующих бизнес-процессы на российско-эквадорских предприятиях [7]. Эти характеристики обеспечивают эффективную коммуникацию и сотрудничество между двумя странами, гарантируя бесперебойную и эффективную совместную работу пользователей. Включение этих характеристик в проект системы позволяет предприятиям оптимизировать свою деятельность и повысить общую производительность и эффективность.

Следует отметить, что автоматизация и интеграция бизнес-процессов являются неотъемлемыми характеристиками информационных систем, автоматизирующих бизнес-процессы на российско-эквадорских предприятиях. Автоматизируя и интегрируя различные функции, система может упорядочить операции, уменьшить количество ошибок и повысить производительность. В итоге это приводит к повышению эффективности бизнеса и конкурентоспособности

Российско-эквадорские предприятия, внедряющие информационные системы для автоматизации своих бизнес-процессов, имеют ряд особенностей, которые отличают их от предприятий других стран. Некоторые из ключевых особенностей включают:

Локализация**.** Локализация - это процесс адаптации продукта или

услуги для удовлетворения специфических потребностей конкретного рынка или региона [6].

В случае информационных систем, используемых российско-эквадорскими предприятиями, локализация означает адаптацию системы к уникальным бизнес-процессам, правилам и культурным нормам обеих стран. Локализовав информационную систему, российско-эквадорские предприятия могут убедиться, что система хорошо соответствует их специфическим потребностям и поможет повысить производительность и эффективность. Кроме того, адаптируя систему к культурным нормам обеих стран, предприятия могут способствовать формированию позитивной и инклюзивной рабочей среды, которая лучше поддерживает сотрудников из разных слоев общества.

Соблюдение требований. Российско-эквадорские предприятия должны соблюдать местные законы и правила, касающиеся конфиденциальности и безопасности данных. Поэтому их информационные системы должны быть разработаны с учетом этих требований и обеспечивать защиту конфиденциальных данных. Соблюдение местных законов и правил, касающихся конфиденциальности и безопасности данных, имеет решающее значение для российско-эквадорских предприятий, использующих информационные системы для автоматизации бизнес-процессов. Несоблюдение этих норм может привести к юридическим штрафам, ущербу репутации и потере доверия клиентов. Поэтому информационные системы, используемые этими предприятиями, должны быть разработаны с учетом этих требований и обеспечивать защиту конфиденциальных данных.

В России сбор, обработка и хранение персональных данных регулируется Федеральным законом "О персональных данных" (152-ФЗ). Этот закон устанавливает строгие требования к защите персональных данных, включая использование шифрования и других мер безопасности для предотвращения несанкционированного доступа и утечки данных.

В Эквадоре Закон о защите данных (Ley Orgánica de Protección de Datos Personales) регулирует обработку и защиту персональных данных.

Этот закон требует, чтобы предприятия получали согласие от людей перед сбором их персональных данных, а также применяли соответствующие меры безопасности для защиты этих данных от несанкционированного доступа или раскрытия.

Чтобы соответствовать этим правилам, информационные системы, используемые российско-эквадорскими предприятиями, должны быть разработаны с использованием надежных средств защиты, таких как шифрование, контроль доступа и регулярное резервное копирование данных. Кроме того, эти системы должны регулярно подвергаться аудиту для обеспечения их соответствия местным нормам, а также для выявления и устранения любых потенциальных уязвимостей в системе безопасности [7].

Облачные решения. Российско-эквадорские предприятия внедряют облачные информационные системы для экономии средств и масштабируемости. Используя облачные услуги вместо покупки и обслуживания собственных серверов, предприятия могут платить только за те услуги, которые им необходимы, и легко наращивать мощности по мере расширения. Облачные решения также обеспечивают мобильность и улучшенные функции безопасности, облегчая сотрудникам доступ к информации с любого устройства, имеющего подключение к Интернету. В целом, облачные решения представляют собой экономически эффективный, масштабируемый и безопасный вариант для предприятий, повышающий их гибкость, производительность и способность адаптироваться к изменяющимся потребностям бизнеса.

Мобильная интеграция. Мобильная интеграция позволяет сотрудникам получать беспрепятственный доступ к деловой информации и инструментам на мобильных устройствах, повышая производительность и улучшая процесс принятия решений. Информационные системы, используемые российско-эквадорскими предприятиями, должны быть разработаны с учетом особенностей мобильных устройств, с удобным интерфейсом, оптимизированным для небольших экранов, и соответствующими мерами безопасности для защиты конфиденциальных данных.

В целом, информационные системы, используемые российско-

эквадорскими предприятиями, должны быть адаптированы к специфическим потребностям обеих стран с учетом местного законодательства, культурных норм и языковых требований. Они должны быть интегрированы с другими корпоративными системами, соответствовать местным законам и нормам, а также поддерживать мобильные и облачные решения.

Преимущества использования информационных систем для автоматизации бизнес-процессов в Эквадоре

Цифровизация процесса отбора эквадорских студентов для обучения в российских вузах дает ряд преимуществ, включая повышение эффективности, улучшение качества отбора и более рациональное распределение студентов по вузам.

Одним из основных преимуществ использования информационных систем для автоматизации процесса отбора является повышение эффективности [4]. Ручные процессы отнимают много времени и чреваты ошибками, что может привести к задержкам и неэффективности. Автоматизируя процесс, университеты и образовательные учреждения Эквадора могут оптимизировать свою деятельность, сократить время обработки заявок и повысить общую эффективность процесса отбора.

Еще одним преимуществом является повышение качества отбора. Информационные системы могут быть запрограммированы на анализ и оценку данных соискателей на основе заранее определенных критериев, таких как академическая успеваемость, знание языка и соответствующий опыт. Это снижает риск предвзятости и субъективности в процессе отбора, обеспечивая отбор наиболее квалифицированных абитуриентов для поступления в российские вузы.

Более того, информационные системы могут обеспечить мониторинг и отслеживание процесса отбора в режиме реального времени, позволяя образовательным учреждениям выявлять и устранять любые возникающие проблемы или "узкие места" [3, 5]. Это может помочь повысить общее качество и эффективность процесса отбора, гарантируя, что наиболее достойные студенты получат возможность учиться в российских университетах.

Также использование информационных систем может повысить

рациональность распределения эквадорских студентов в российские вузы. Анализируя данные абитуриентов, информационные системы могут определить наиболее подходящие университеты для каждого студента на основе его успеваемости и других соответствующих факторов. Это гарантирует, что студенты будут распределены в те университеты, где они с наибольшей вероятностью смогут добиться успеха и достичь своих академических целей, что в конечном итоге может привести к лучшим результатам как для студентов, так и для университетов.

В целом, цифровизация процесса отбора эквадорских студентов для обучения в российских университетах может повысить эффективность, качество и рациональность процесса отбора и распределения. Используя возможности информационных систем, университеты и образовательные агентства Эквадора могут оптимизировать свою деятельность, сократить количество ошибок и предвзятости и, в конечном итоге, обеспечить возможность обучения в российских университетах наиболее достойным студентам [7].

Потенциальные вызовы и проблемы при разработке информационной системы

Хотя разработка информационной системы для повышения эффективности и качества отбора эквадорских абитуриентов для обучения в российских вузах дает множество преимуществ, существуют также потенциальные трудности и проблемы, которые необходимо учитывать. К ним относятся:

1. Вопросы конфиденциальности и безопасности данных: Сбор и хранение конфиденциальных данных об абитуриентах может создать риск утечки данных и нарушения неприкосновенности частной жизни. Важно убедиться, что информационная система разработана с учетом надежных мер безопасности данных для защиты личной информации заявителей [1-4].

2. Сопротивление изменениям и нехватка ресурсов: Внедрение новой информационной системы требует значительных изменений в существующих процессах и системах. Сопротивление изменениям может исходить от заинтересованных сторон, таких как должностные лица и сотрудники университета, которые могут предпочесть

продолжать использовать традиционные ручные процессы. Кроме того, разработка и внедрение информационной системы может потребовать значительных ресурсов, включая финансовые и технологические.

3. Обеспечение справедливости и предотвращение предвзятости в процессе цифрового отбора абитуриентов: Информационные системы могут быть запрограммированы на анализ и оценку данных о соискателях на основе заранее заданных критериев, однако существует риск присущей процессу отбора предвзятости и субъективности. Важно убедиться, что критерии, используемые для оценки кандидатов, справедливы и беспристрастны, а процесс отбора прозрачен, чтобы избежать любых обвинений в предвзятости.

Для решения этих потенциальных задач и проблем важно привлечь к разработке и внедрению информационной системы все заинтересованные стороны, включая абитуриентов, сотрудников университетов и образовательных агентств. Четкая коммуникация и обучение помогут преодолеть сопротивление изменениям, а инвестиции в надежные меры безопасности данных помогут снизить риск утечки данных и нарушения конфиденциальности. Кроме того, крайне важно установить справедливые и беспристрастные критерии оценки кандидатов и обеспечить прозрачность всего процесса отбора.

Заключение

Цифровизация процесса отбора абитуриентов в высшие учебные заведения в Российской Федерации необходима для повышения эффективности и качества. Как указано в данной статье, использование информационных систем может автоматизировать процесс отбора и обеспечить такие преимущества, как повышение точности, ускорение времени обработки и снижение затрат. Однако существуют потенциальные трудности и проблемы, которые необходимо решить, например, необходимость в надежных данных и разработке безопасной и доступной платформы. При тщательном планировании и реализации оцифровка процесса отбора может принести большую пользу высшему образованию в Российской Федерации, обеспечив справедливую и эффективную систему отбора наиболее квалифицированных абитуриентов.

Список литературы

1. Автоматизация бизнес-процессов [Электронный ресурс]. URL: https://hsbi.hse.ru/articles/avtomatizatsiya-biznes-protsessov/ (дата обращения 21.02.2023).

2. Martin M., Stella A. External Quality Assurance in Higher Education: Making Choices. Fundamentals of Educational Planning 85. – International Institute for Educational Planning (IIEP) UNESCO. 7-9 rue Eugene-Delacroix, 75116 Paris, France, 2007.

3. Inca E. E. O. et al. Challenges in quality management in higher education of Ecuador //Revista Cubana de Educación Médica Superior. – 2020. – Т. 34. – №. 2.

4. König M. et al. Integrating robotic process automation into business process management //Business Process Management: Blockchain and Robotic Process Automation Forum: BPM 2020 Blockchain and RPA Forum, Seville, Spain, September 13–18, 2020, Proceedings 18. – Springer International Publishing, 2020. – С. 132-146.

5. Robotic Process Automation Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type, By Application, By Deployment, By Organization, By Region, And Segment Forecasts, 2023 - 2030 [Электронный ресурс]. URL: https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/robotic-process-automation-rpa-market (дата обращения 08.03.2023).

6. У тесных и дружественных связей России и Эквадора хорошие перспективы для развития — В. Смирнов. Совет Федерации. [Электронный ресурс]. URL:http://council.gov.ru/events/news/108650/ (дата обращения 23.02.2023).

7. Число иностранных студентов в России за три года выросло на 26 тысяч. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: https://minobrnauki.gov.ru/press-center/news/mezhdunarodnoe-sotrudnichestvo/46158/ (дата обращения 25.02.2023).

УДК 004.912

СИСТЕМА ГЕНЕРАЦИИ ШАБЛОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ

Кубанцев В.А.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: kubancev.v.a@edu.mirea.ru

Рассмотрен подход к генерации технической документации на программные продукты с использованием концепции «документация как код». Применение данного подхода позволяет компаниям, связанным с разработкой программных продуктов, снижать риски, связанные с человеческим фактором, за счет использования автоматизированных и полуавтоматизированных систем. Рассмотрены возможности снизить стоимость написания документации силами подрядных организаций за счет использования инструментов и методов разработки.

Ключевые слова: информационная система, система управления содержимым, система документооборота, техническая документация, ЕСПД, ГОСТ 19.

Введение

В современных организациях разработка программных продуктов и документирование их возможностей существуют параллельно. В процессе быстрой разработки [1] документация становится побочным артефактом, что приводит к негативным последствиям, например, рост затрат на приёмку, передачу и сопровождение продукта. Эти и другие проблемы призван решить новый подход ведения документации как кода. Одним из этапов в жизненном цикле программного обеспечения является приемка и введение в эксплуатацию, согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 [2]. Для данного этапа характерно проведение мероприятий, связанных с передачей знаний о программном обеспечении потребителю. Можно выделить несколько типов

документации, связанных с процессами разработки программного обеспечения [3]:

– архитектурная/проектная документация;

– техническая документация;

– пользовательская документация.

В современных условиях широко распространившихся практик быстрой разработки участники процесса не заинтересованы в документировании знаний, так как используемые инструменты документирования слабо интегрированы с инструментами разработки – время на написание детальной документации негативно сказывается на времени создания программного обеспечения; документация, расположенная непосредственно в коде, не читается пользователями конечного программного продукта. Кроме того, состав документации и ее содержание регламентированы, например, по ГОСТ 19.101-77 [4], ГОСТ 34.602-2020 [5], ГОСТ 24.201-2020 [6] и ГОСТ Р 59795-21 [7]. Знание этих и других регламентов не является ключевым навыком для разработчиков и технических писателей, что может привести к тому, что документацию по ГОСТ невозможно создать силами компании разработчика программных продуктов. Таким образом возникает потребность в разработке документации с использованием средств управления качеством документации, как программным продуктом. Стоит отметить, что разработка документации должна проводиться в рамках существующих процессов управления качеством программного обеспечения.

Документация как код

Примером актуальности исследуемой в данной работе проблемы организации документации на программные продукты может служить доклад Рионы Макнамара «Документация нарушена: как два технических писателя изменили культуру разработки Google» на конференции «Write the Docs 2015» [8], которая говорит, что несколько лет назад внутренняя документация в Google была распределена по различным источникам. По итогам анонимного интервью сотрудники Google отметили, что испытывают проблемы с поиском точной и актуальной документации. Несмотря на превосходство Google в организации внешней информации в Интернете, ее внутренняя

организация оказалась сложной и недостоверной. В компании Google смогли решить проблему, интегрировав документацию в рабочий процесс разработки. Вместо того, чтобы пытаться обучить инженеров работе с инструментами, ориентированными на писателей, они встраивают документацию в инструменты, ориентированные на разработчика.

Привлечение разработчиков к написанию документации помимо внедрения привычных для них инструментов разработки – написания простых текстовых файлов с документацией, означает применение практик, принятых в разработке программного обеспечения, при работе с контентом, табл. 1, и при работе со структурой, табл. 2 [9].

Основные принципы, на которых должны быть основаны методы организации документации, были представлены выше. Для организации работы распределенных команд инженеров необходимо применить распределенную систему контроля версий [10].

Система контроля версий – это система, которая записывает изменения в файле или наборе файлов с течением времени, чтобы вы могли позже вызвать определенные версии.

Это позволяет возвращать выбранные файлы обратно в предыдущее состояние, возвращать весь проект обратно в предыдущее состояние, сравнивать изменения во времени, видеть, кто последним изменил что-то, что может вызвать проблему, кто внес проблему и когда, и многое другое. В распределенных системах контроля версий клиенты не просто извлекают последний снимок файлов; скорее, они полностью отражают репозиторий, включая его полную историю. Таким образом, если какой-либо сервер не доступен, и клиенты взаимодействуют через этот сервер, любой из клиентских репозиториев может быть скопирован обратно на сервер для его восстановления. Каждый клон – это действительно полная резервная копия всех данных.

Документацию на программный продукт в таком случае следует рассматривать как очередной артефакт [11]. В частности, к артефактам документации можно отнести: файлы любого вида, хранимые в файловой системе; документы – файлы, которые не являются ни файлом с текстом, ни исполняемым файлом. В целях упрощения предоставления доступа потребителей к контенту, хранящемуся в виде

артефактов документации, необходимо публиковать содержимое в виде наборов статических или динамических веб страниц. В основе любой веб страницы лежит шаблон, определяющий расположение в окне веб браузера всех компонентов страницы, и вставка конкретной информации производится с использованием стандартных средств, не требующих от участника процесса знания языка HTML и сложных для неспециалиста процедур публикации веб страницы.

Таблица 1 – Сводка принципов создания контента документации

Название	Назначение
Don’t repeat yourself. Не повторяйся	Создание переиспользуемых блоков документации, которые сокращают время на написание документов.
Keep it simple. Не усложняй	Написание документации таким образом, что процесс ознакомления с программным продуктом не усложнен.
You ain’t gonna need it. Это вам не понадобится	Документация не должна быть всеобъемлющей сразу. Написание документации должно быть итеративным, как и создание программного продукта.

Таблица 2 – Сводка принципов разработки структуры документации

Название	Назначение
Single responsibility principle. Принцип единственной ответственности	Создание отдельных блоков документации, которые наполнены содержимым на определенную тему или раскрывают вопрос, связанный с программным продуктом.
Single level of abstraction principle. Принцип одного уровня абстракции	Документация не должна быть написана в одном документе, а должна раскрываться постепенно по мере погружения пользователя в программный продукт.
Law of Demetor. Закон Деметры	Допустимо ссылаться из одного документа к другому только если они связаны по смыслу описываемой части программного продукта.

Если сайт состоит из множества страниц или он должен часто обновляться, то преимущество динамической организации становится очевидным. Для создания динамического сайта можно воспользоваться уже существующими системами управления контентом [12]. Преимуществом этого пути является уменьшение затрат времени и сил и практически безграничную возможность расширения функционала сайта. К его недостаткам можно отнести снижение гибкости отображения каждой конкретной страницы, предоставление недостаточного или чрезмерного набора возможностей – для разных сайтов и разных CMS.

Альтернативой CMS может быть подход Jamstack [13], название которого образовано от слов JavaScript, HTML, Markdown. Jamstack – это архитектура, разработанная для того, чтобы сделать интернет-страницы быстрее, безопаснее и проще в масштабировании. С Jamstack весь интерфейс предварительно встроен в оптимизированные статические страницы и ресурсы в процессе публикации на сервер. Этот процесс предварительной отрисовки приводит к созданию сайтов, которые можно обслуживать непосредственно из сети доставки контента, что снижает стоимость, сложность и риск критической инфраструктуры динамических серверов.

Заключение

В статье рассмотрены методы и инструменты разработки и генерации шаблонной документации программных продуктов, которые могут быть применены в процессе быстрой разработки программных продуктов с учетом современных требований к технической документации на программные продукты и к сопроводительной документации, демонстрируемой пользователям и заказчикам продуктов.

Список литературы

1. Martin J. Rapid Application Development. – New York: Macmillan Pub. Co., 1991.

2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93. Издание. Информационные технологии. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению. – Москва, 2004.

3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010. Издание. Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств. – Москва, 2011.

4. ГОСТ 19.101-77. Издание. Единая система программной документации. Виды программ и программных продуктов. – Москва, 2010.

5. ГОСТ 34.602-2020. Издание. Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы. – Москва, 2021.

6. ГОСТ 24.201-2020. Издание. Информационные технологии. Комплекс стандартов на информационные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем. – Москва, 2021.

7. ГОСТ Р 59795-21. Издание. Информационные технологии. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. – Москва, 2022.

8. MacNamara J. Docs as Code at Write the Docs // https://clck.ru/34NWh7

9. Толоконников Д. Документация как код: шесть принципов программирования, которые помогут создавать документы, понятные каждому // https://tproger.ru/blogs/documentation-as-code/.

10. Chacon S, Straub B. About Version Control // Pro Git. – New-York: Apress, 2014.

11. Новиков Ф.А., Иванов Д.Ю. Моделирование на UML. Теория, практика, видеокурс. – СПб.: Профессиональная литература, Наука и Техника, 2010.

12. Денис Колисниченко. Движок для вашего сайта. CMS Joomla! Slaed, PHP-Nuke. – Петербург: БХВ, 2008. – 352 с.

13. Biilman M., Howksworth P. Modern Web development on the JAMstack: modern techniques for ultra-fast sites and web applications. - Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2019.

14. Сеть доставки (и дистрибуции) содержимого [Электронный ресурс]: https://ru.wikipedia.org/wiki/Content_Delivery_Network (дата обращения: 18.04.2022).

УДК 004.27

ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЕЙ КОНВЕЙЕРНОГО ТИПА

Дуксин Н.А., Люлява Д.В., Долидзе И.И.

МИРЭА - Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: duksin@mirea.ru, lyulyava@mirea.ru, dolidze@mirea.ru

Описан принцип устройства конвейерного вычислителя. Приведён пример прикладной задачи, для решения которой оптимальной становится реализация на основе конвейерного вычислителя. Рассмотрены основные подходы к построению системы валидации данных. Приведены зависимости параметров “slack” и динамической мощности в зависимости от числа стадий конвейера.

Ключевые слова: СБИС, архитектура, конвейер, вычислительная система, цифровая обработка сигналов, криптопреобразование.

Введение

В процессе создания специализированной СБИС [1, 2] перед командой разработчиков возникает ряд проблем и задач, которые могут быть разделены на несколько уровней согласно этапам проектирования СБИС (рис. 1).

Применение технологий расширенной реальности на производстве должно соответствовать ряду условий. Должны быть разработаны единые требования, нормы и правила к производству и применению технологий вместе с сопутствующими устройствами.

Важно отметить, что даже сейчас уже применяются подобные технологии. Например, немецкий производитель Audi совместно с агентством Lightshape разработали виртуальное пространство для создания дизайна автомобиля, где одновременно могут работать несколько человек. Основную роль на себя берет контрольный компьютер, а к нему уже можно подключить любое потребительское

оборудование в виде VR-очков. Это, конечно, дает преимущество при тестировании самой технологии, однако при массовом внедрении выгоднее будет создать единые требования. Таким образом необходим переход от частного к общему.

Рис. 1. Этапы проектирования СБИС

На системном уровне формируются математические, алгоритмические и иные модели, описывающие процесс решения задач, соответственно на этом уровне одна из основных целей - получение эталонных откликов системы на возможные входные воздействия. RTL-уровень необходим для формирования возможных описаний схемы, а полученная на этом этапе модель должна соотноситься с системной моделью, однако имеет возможность её корректировки вследствие попыток оптимизации будущей топологии. На топологическом уровне, в свою очередь, производится разработка итоговой схемы в виде готового кристалла с применением соответствующей элементной базы, соотносящейся с техпроцессом.

Изменения на последнем этапе могут привести к необходимости редактирования всех предыдущих этапов, включая системную модель. Соответственно, возможность решения возникающих проблем тем выше, чем более высокий уровень, на котором эта ошибка может быть обнаружена, иными словами, каждый рассматриваемый уровень занимает строго определенное положение в общей схеме разработки и

не может быть исключен.

Одной из основных проблем при проектировании СБИС является проблема взаимодействия на различных уровнях. Так, правильная структуризация представления модели на RTL-уровне [3] достигается за счет корректной оптимизации модели на системном уровне. То же можно сказать и про топологический уровень: особенности компонентного наполнения конечного устройства напрямую влияют на итоговое представление модели как на системном уровне, так и на RTL-уровне. Соответственно, при разработке промышленных аппаратных решений возникает потребность в стандартизации и унификации принципов взаимодействия между отдельными уровнями разработки с использованием специального программного обеспечения, которое, с одной стороны, позволит автоматизировать часть переходных процессов разработки, с другой стороны, позволит улучшить показатели производительности и эффективности работы устройства при помощи встроенных алгоритмов оптимизации.

В качестве задачи проектирования СБИС была поставлена цель - создание вычислительного модуля для криптопреобразований. Основой для такого рода преобразований является конвейерный вычислитель. При этом различные варианты формирования такого вычислителя связаны с изменением системной и Pre-RTL модели рассматриваемых алгоритмов, поскольку напрямую влияют на возможность распределения конкретных стадий вычисления по соответствующим стадиям конвейера. Изучение принципа формирования конвейерного вычислителя и станет темой данной статьи.

Принцип организации конвейерных структур

При организации вычислений одним из вариантов является конвейерная структура. Под основным принципом, заложенным в основу конвейера, понимается выполнение различных стадий вычисления в один и тот же момент времени для последовательно приходящих данных. Преимуществом такого способа организации вычислений является ускорение обработки данных по сравнению с последовательным вариантом.

Объяснить принцип внутреннего устройства конвейерного вычислителя можно, исследуя соответствующую схему (рис. 2).

Описываемая система (схема) представляет собой набор запоминающих элементов (регистров), зачастую такие регистры носят название конвейеризирующие; между регистрами (REG) располагается некоторая комбинационная логика (CL) для вычислений на каждом этапе конвейера. При этом каждый регистр выполняет одновременно две функции: является источником данных для очередного этапа вычислений, а также является устройством, на котором сохраняется результат вычислений на каждом этапе.

Комбинационная логика определяется в соответствии с системной моделью разрабатываемого устройства и, соответственно, в её зоне ответственности лежит реализация алгоритмической составляющей конкретных вычислений.

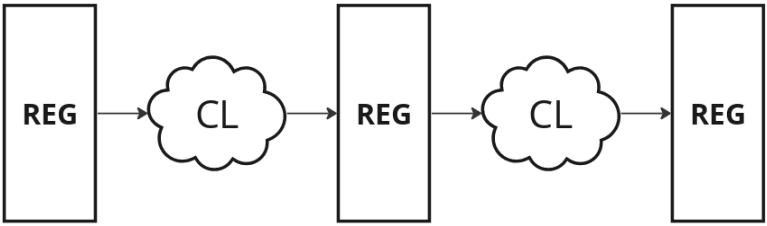


Рис. 2. Общая схема конвейерного вычислителя

Архитектура конвейерной структуры напрямую зависит от выбора значений основных параметров такого принципа организации вычислений.

Основные параметры конвейера

Имеет смысл начать рассмотрение параметров с размера машинного слова, с которым производятся вычисления. Этот параметр определяет набор бит, который воспринимается как единое целое. В зависимости от размера машинного слова изменяется размер конвейеризирующих регистров, используемых в системе, а также необходимое число вычислительных узлов комбинационного типа для проведения операций.

Еще одним немаловажным параметром конвейера является его глубина. Данный параметр определяет максимальное число данных, которые могут быть обработаны одновременно. С одной стороны, этот

параметр должен коррелировать с алгоритмом, задаваемым в системной модели, с другой стороны, он вносит изменения в способ разбиения исходного алгоритма на шаги, поскольку напрямую зависит от физических особенностей работы, речь о которых пойдет далее.

Также стоит принимать во внимание возможные задержки распространения сигнала при прохождении по комбинационным схемам между регистрами. Увеличение задержки позволяет сократить число стадий работы конвейера за счет увеличения размеров комбинационной логики, с другой стороны, будет снижаться максимальная частота работы конвейера. При этом важна именно максимальная из задержек на всех этапах, поскольку именно она определяет максимальную частоту. В некоторых случаях в целях ускорения работы конвейера становится выгоднее увеличить число стадий конвейера, как следствие, увеличив частоту. При работе на максимальной частоте достаточно короткое время общее время обработки данных конвейером может быть снижено. С другой стороны, к негативным эффектам в такой ситуации можно отнести:

1. Увеличение площади узла за счет привлечения дополнительных регистров.
2. Увеличение энергопотребления, причем увеличение динамической составляющей энергопотребления происходит как за счет повышения тактовой частоты, так и за счет добавления регистров с высокой переключательной активностью.
3. Увеличение латентности при обработке потока данных.

Более того, не стоит забывать, что повышение производительности вычислений не всегда является самостоятельной целью, поскольку другие компоненты системы могут ограничивать входной (и выходной) поток данных определенной величиной.

Влияние аппаратного окружения

Отдельный вычислитель, как правило, проектируется для интеграции его в некоторую сбис в качестве подсистемы. в таком случае оставшаяся часть устройства выполняет роль схемы, формирующей данные на вход вычислителя и снимающая данные с выхода. очевидным является тот факт, что частоты внутри конвейерного вычислителя и вне его могут различаться, а значит необходимо предусмотреть наличие

входного и выходного буферов. Общий вид схемы конвейерного вычислителя, с учетом возможности наличия разных частот, представлен на рис. 3.

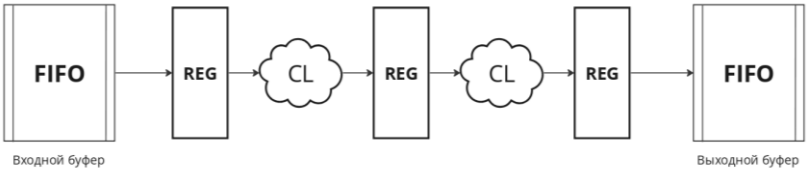


Рис. 3. Схема конвейерного усилителя

Буферы (FIFO) работают по принципу очереди (первый пришёл - первый ушёл), при этом чтение и запись данных происходят с разной частотой, что накладывает свои ограничения на конкретный вариант реализации буфера такого типа.

Буферы могут быть построены с применением различных типов модульной памяти. Выбор памяти обусловлен компонентным составом конечного устройства, а также объёмом вычислений, выполняемых на схеме конвейера. Так, в качестве одного из вариантов модульной памяти может быть использована блочная память, главным достоинством которой является большой объем хранимой информации, а также буферы FIFO на основе блочной памяти являются наиболее употребимыми среди библиотек компонентов, используемых на топологическом уровне. Используемые буферы FIFO являются асинхронными, т.е. частоты записи и чтения не совпадают. Возникающая проблема зависимости тракта данных от выходного значения FIFO, располагающегося в другом тактовом домене, решается за счет использования схемы синхронизации.

Варианты использования тракта данных

Отдельного внимания заслуживает вопрос организации продвижения данных по конвейеру в разных ситуациях. При различных частотах формирования данных и снятия их с выходного буфера может возникнуть ситуация, когда выходной буфер станет заполненным и не останется места для записи новых данных. В таком случае возможны различные сценарии продвижения данных по конвейеру до выходного буфера. Первый вариант состоит в том, что продвижение данных

останавливается в случае наличия соответствующего сигнала на выходном буфере (рис. 4).

Рис. 4. Пример продвижения данных в зависимости от сигнала FULL выходного буфера FIFO при FULL = 1

Такой вариант прост в реализации, однако при наличии «пузыря» в конвейере управление исключительно при помощи сигнала с выходного буфера будет обладать меньшим значением параметра эффективности работы по причине неиспользования свободных регистров.

Другим вариантом будет поэтапная проверка возможности продвижения данных на каждом этапе. Подобного рода ситуация представлена на рис. 5. Четырехугольниками обозначены входной и выходной буферы FIFO. Сигнал FULL означает невозможность записи в выходной буфер FIFO, а сигнал EMPTY - наличие данных во входном буфере FIFO. Зелёным цветом обозначены регистры, хранящие информацию, которую необходимо продвинуть по конвейеру, а красным цветом - свободные для записи регистры при любых ситуациях. В верхней части рисунка показана изначальная ситуация, а в нижней - ситуация в случае прихода следующего фронта сигнала синхронизации.

Несмотря на то, что данные не могут быть записаны в выходной буфер, на пути к нему имеется хотя бы один свободный регистр, в который может быть произведена запись, а соответственно, все данные до свободного регистра смогут продвинуться. Подобный вариант требует наличия дополнительных комбинационных схем проверки возможности продвижения, при этом возможны варианты последовательной и параллельной проверок.

Схема реализации последовательной проверки возможности продвижения данных в конвейере представлена на рис. 6.

При последовательной проверке используются следующие сигналы:

- valid_in - сигнал наличия валидных данных на предыдущем регистре в цепочке;
- valid_out - сигнал, определяющий валидность данных на текущем регистре;
- ready_next_in - сигнал соблюдения всех условий для продвижения данных на следующий регистр в цепочке;
- ready - сигнал соблюдения всех условий для записи данных в текущий регистр;
- read_en - сигнал о готовности приёма новых данных из входного буфера FIFO;
- write_en - сигнал о готовности передачи данных в выходной буфер FIFO;
- full - сигнал о заполненности выходного буфера FIFO.

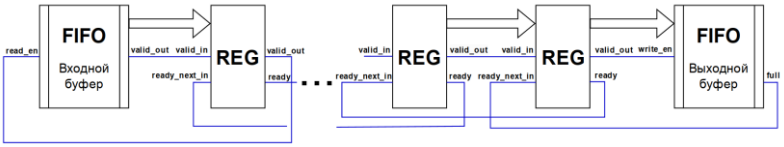


Рис. 6 Схема конвейера с применением последовательных проверок продвижения данных

Принципы формирования сигнала о возможности записи данных в текущий регистр (ready) и сигнала о валидности данных на текущем регистре (valid_out) рассмотрены в таблице ниже.

Для каждого регистра, чтобы ответить на вопрос «имеется ли возможность записи в текущий регистр?», необходимы следующие данные: во-первых, если текущий регистр простаивает (данные на нём не являются валидными), то запись возможна без проверки дополнительных условий, во-вторых, запись возможна, если валидные данные с текущего регистра могут быть записаны на следующий регистр цепочки (или на выходной буфер в случае последнего регистра). Естественно, запись осуществляется, только если присутствуют данные для записи, источником которых является предыдущий регистр цепочки (или наличие данных во входном

буфере). Негативным эффектом последовательных проверок, несмотря на уменьшение числа аппаратных ресурсов для реализации такого варианта, будет являться растущее время задержки за счет накапливания длинных цепочек комбинационной логики с ростом числа конвейеризирующих регистров.

С другой стороны, параллельный вариант (рис. 7) формирования тех же сигналов сильно выигрывает по причине отсутствия длинных цепочек, что повышает, как было сказано до этого, максимальную частоту работы конвейера, при этом число используемых аппаратных ресурсов не станет критичным.

Таблица. Формирование сигнала о возможности записи данных в текущий регистр и сигнала о валидности данных на текущем регистре

Входные сигналы			Выходные сигналы	
valid_in (t)	valid_out (t)	ready_next_in (t)	ready (t)	valid_out (t+1)
0	0	0	1	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

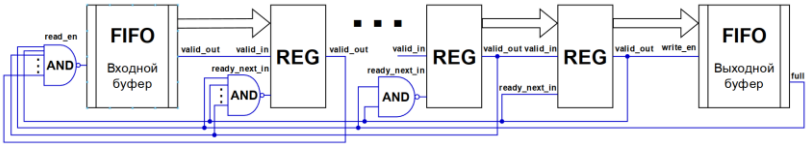


Рис. 7 Схема конвейера с применением параллельных проверок продвижения данных

Оба варианта требуют непосредственного вмешательства линии формирования сигналов для продвижения данных в основной конвейер,

работающий согласно алгоритму, что затрудняет процесс создания варианта реализации.

Рассмотрение конкретного варианта

Для анализа конкретного варианта вычислительного устройства будет воссоздан конвейер со следующими параметрами:

размер машинного слова - 64 бита;

размеры входного и выходного буферов - 128 машинных слов;

схема формирования сигнала о продвижении данных - параллельная.

При этом в роли комбинационной логики между регистрами будет выступать набор сумматоров, соединенных последовательно. Число сумматоров константно и равно 6, иными словами, конвейер является сбалансированным.

Конкретное число регистров в цепи будет изменяться по ходу тестирования. Схема рассматриваемого варианта конвейера приведена на рис. 8.

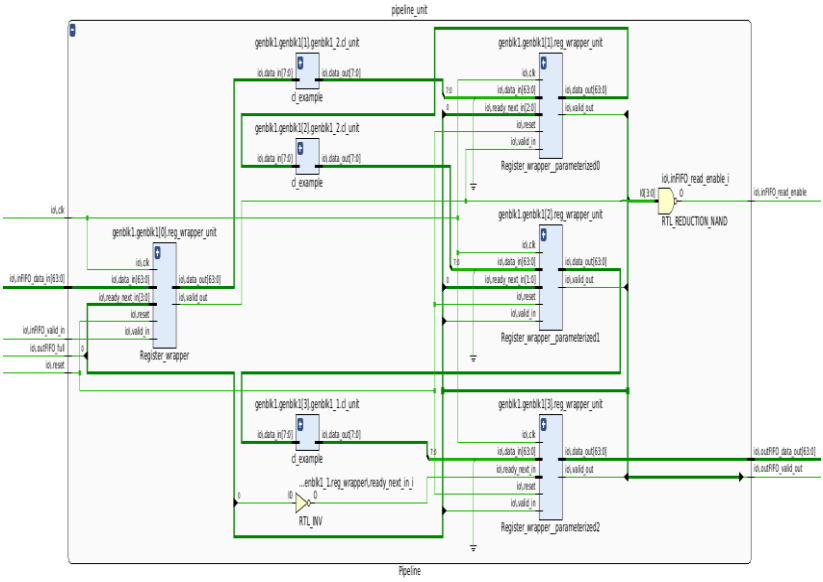


Рис. 8 RTL-представление рассматриваемой конвейерной структуры с использованием 4 регистров и 3 комбинационных схем

В рамках проведения тестов будет производиться анализ параметров

«slack» и динамической мощности. Параметр «slack» — это не что иное, как разница во времени между ожидаемым поступлением сигнала и фактическим поступлением сигнала.

Для сравнения будут измерены соответствующие параметры у конвейерных вычислителей, в которых будет изменяться количество конвейеризирующих регистров в цепочке в пределах от одного до трёхсот пятидесяти.

Полученные результаты для динамической мощности представлены на рис. 9 - 11.

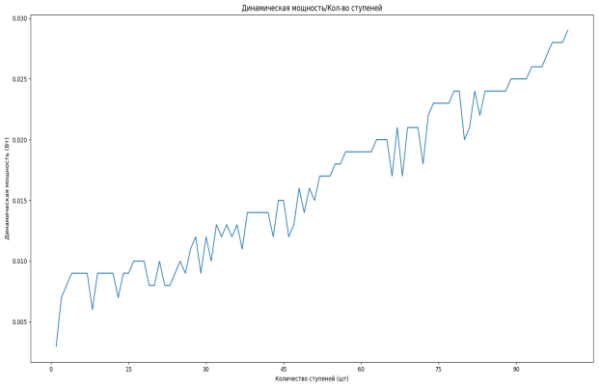


Рис. 9 График зависимости динамической мощности от количества ступеней конвейера в диапазоне от 1 до 100 ступеней

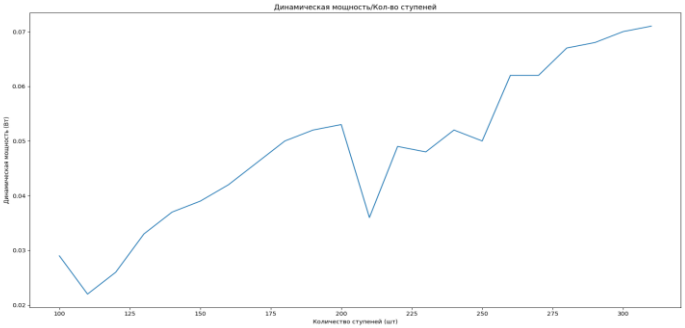


Рис. 10 График зависимости динамической мощности от количества ступеней конвейера в диапазоне от 100 до 350 ступеней

При этом стоит отметить, что общая потребляемая мощность будет складываться из динамической и статической составляющих. Тогда общая энергоэффективность конвейерной схемы может определяться отношением тактовой частоты работы схемы, на которую влияют характеристики конвейера, к общей потребляемой мощности.

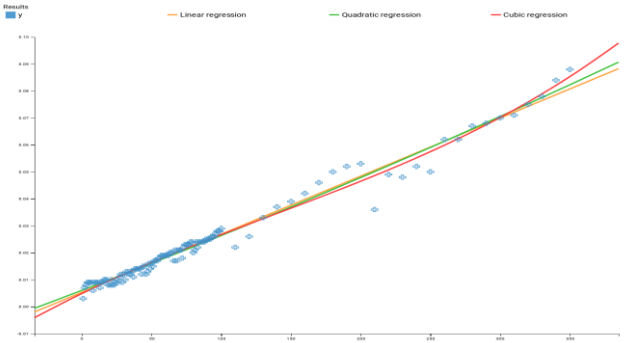


Рис. 11 Общий график зависимости динамической мощности от количества ступеней конвейера в диапазоне от 1 до 350 ступеней с возможными вариантами аппроксимации

Как показывает полученная диаграмма (рис. 12) для показателя «slack», большая часть интервалов прохождения сигнала на линиях соединений компонентов лежит в пределах минимальной границы по рассматриваемому параметру, что позволяет сделать вывод о том, что рассмотренный вариант конвейерной структуры можно считать достаточно оптимизированным.

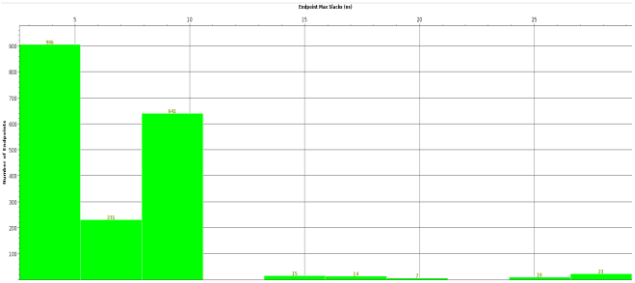


Рис. 12 Столбчатая диаграмма показателя «slack»

Заключение

Рассмотренные схемы валидации могут быть использованы в процессе поиска оптимального решения в зависимости от остальных параметров конвейера.

Полученные в ходе тестирования результаты свидетельствуют о возможности оптимизации СБИС конвейерного типа по параметру потребляемой мощности.

Представленные в статье тезисы могут быть использованы для построения обобщенной методологии проектирования специализированных вычислителей конвейерного типа.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № FSFZ-2022-0004 Архитектуры специализированных вычислительных комплексов, методики, алгоритмы и инструменты проектирования цифровых вычислительных устройств).

Список литературы

1. Боргест Н.М. Онтология проектирования самолета // Искусственный интеллект. – 2011. – №4. – С. 260.

2. Василькова Е.А. Стандарт и стандартизация: общие понятия // Вестник Таганрогского института управления и экономики. – 2019. – №1. – С. 83.

3. Логун К.А., Рощупкина И.В. Бизнес-сценарии использования технологий расширенной реальности на современных производственных предприятих // Организатор производства. – 2020. – №4. – С. 18.

4. Chuah, Stephanie Hui-Wen, Why and Who Will Adopt Extended Reality Technology? Literature Review, Synthesis, and Future Research Agenda (December 13, 2018). URL: https://ssrn.com/abstract=3300469 (дата обращения: 16.11.2021)

УДК 004.056

ОСОБЕННОСТИ ПОРЯДКА ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

[1]Гончаров И.В., [1]Гончаров Н.И., [2]Райков О.В.

[1]Акционерное общество «Научное производственное объединение «Инфобезопасность», 394018, Россия, г. Воронеж, ул. Куколкина, д. 9, оф. 402, e-mail: manager@infobez.org

[2]Федеральная служба по техническому и экспортному контролю

На основе практического опыта и с учётом совершенствования нормативно-методической базы по безопасности информации рассмотрены основные аспекты для объектов критической информационной инфраструктуры.

Ключевые слова: критическая информационная инфраструктура; значимые объекты; модель угроз; аттестация.

Критические информационные инфраструктуры (КИИ) - объекты критической информационной инфраструктуры (информационные системы, информационно-телекоммуникационные сети, автоматизированные системы управления субъектов КИИ), а также сети электросвязи, используемые для организации взаимодействия таких объектов [1] - в настоящее время и в современных условиях все чаще подтверждают свой статус важнейших структур, влияющих на государственную безопасность [2; 3; 4]. Кроме того, при стабильном постоянном росте числа значимых объектов КИИ в Реестре значимых объектов КИИ ФСТЭК России [1, 5] за 2022 год были актуализированы сведения о более двух тысячах объектов, а их количество увеличилось в два раза по сравнению с 2021 годом (доклад на Инфофоруме-2023

начальника Управления ФСТЭК России Е. Торбенко). Такая тенденция, скорее всего, обусловлена инерционностью восприятия ответственности владельцев КИИ перед российским законодательством с одной стороны, и текущим развитием соответствующей нормативно-правовой базы, с другой стороны [6], а также отраслевым и технологическим развитием и контролем со стороны органов государственной власти по месту размещения объектов КИИ.

Для организации КИИ [1], исходя из практических аспектов, необходимо учитывать особенности по обеспечению защиты информации в их автоматизированных системах.

К основным можно отнести особенности:

- управления доступом;
- регистрации и учета;
- обеспечения целостности;
- обеспечения безопасного межсетевого взаимодействия;
- уровня контроля отсутствия недекларированных возможностей в программном обеспечении средств защиты информации;
- антивирусной защиты;
- системы анализа защищенности;
- системы обнаружения вторжений;
- планирования обеспечения безопасности информации;
- обеспечения действий в непредвиденных ситуациях;
- реагирования на инциденты (нарушения) безопасности информации;
- оценки рисков реализации угроз деструктивных информационных воздействий;
- защиты носителей информации;
- обеспечения целостности программно-аппаратной среды;
- физической защиты систем информационной инфраструктуры и среды их функционирования;
- безопасности информации, связанные с персоналом;
- информирования и обучения персонала по вопросам обеспечения безопасности информации;
- защиты коммуникаций;
- аудита безопасности информации.

Существуют принципы отнесения КИИ к значимым объектам КИИ [1; 7], которые направлены на обеспечение устойчивого их функционирования. В соответствии с требованиями законодательства, субъекты КИИ должны присваивать одну из категорий значимости принадлежащим им объектам КИИ. Если объект КИИ не соответствует критериям значимости, показателям этих критериев и их значениям, ему не присваивается ни одна из таких категорий. Критерии значимости, показатели их значений, а также порядок осуществления категорирования определены в [8].

С целью защиты значимых объектов КИИ Российской Федерации используется государственная система обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации, нарушение или прекращение работы которых может крайне негативно повлиять на экономику страны или безопасность граждан (ГосСОПКА), которая осуществляет выявление инцидентов, реагирование на них и взаимодействие с Национальным координационным центром по компьютерным инцидентам (НКЦКИ) [1; 9; 10; 11; 12].

Необходимость проведения оценки защищенности объекта КИИ, согласно требованиям безопасности информации, отображена в [7]. В соответствии с [7], если объект КИИ является государственной информационной системой (ГИС), то оценка его защищенности проводится с аттестацией по требованиям [13]. Для обеспечения безопасности значимых объектов КИИ, являющихся информационными системами персональных данных, применяются требования с учетом [14]. Порядок организации и проведения работ по аттестации значимых объектов КИИ на соответствие требованиям о защите информации устанавливается в [15].

В качестве исходных данных, необходимых для аттестации объектов КИИ, в соответствии с [15] используются следующие документы:

1. Технический паспорт на объект;
2. Акт классификации, акт категорирования значимого объекта КИИ Российской Федерации;
3. Модель угроз безопасности информации объекта КИИ [16];
4. Техническое задание на создание (развитие, модернизацию)

объекта информатизации и (или) частное техническое задание на создание (развитие, модернизацию) системы защиты информации объекта КИИ;

5. Проектная документация на систему защиты информации объекта КИИ (в случае её разработки в ходе создания объекта информатизации);

6. Эксплуатационная документация на систему защиты информации объекта КИИ и применяемые средства защиты информации;

7. Организационно-распорядительные документы по защите информации владельца объекта КИИ, регламентирующие защиту информации в ходе эксплуатации объекта КИИ, в том числе план мероприятий по защите информации на объекте КИИ, документы по порядку оценки угроз безопасности информации, управлению (администрированию) системой защиты информации, управлению конфигурацией объекта КИИ, реагированию на инциденты безопасности, информированию и обучению персонала, контролю за обеспечением уровня защищённости информации;

8. Документы, содержащие результаты анализа уязвимостей объекта КИИ и приёмочных испытаний системы защиты информации объекта КИИ (в случае проведения анализа и испытаний в ходе создания объекта КИИ);

9. Материалы предварительных и приёмочных испытаний системы защиты информации объекта КИИ, содержащие результаты анализа уязвимостей.

Перечисленные документы разрабатываются до ввода в эксплуатации объектов КИИ.

Порядок и содержание работ по определению угроз безопасности информации, реализация (возникновение) которых возможна на объектах КИИ, и результаты оценки угроз безопасности информации отражаются в модели угроз, которая представляет собой описание систем и сетей и актуальных угроз безопасности информации [16].

Модель угроз безопасности информации и (или) техническое задание на создание системы согласуются с федеральным органом исполнительной власти в области обеспечения безопасности и федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным в области противодействия техническим разведкам и технической

защиты информации, в пределах их полномочий в части, касающейся выполнения установленных требований о защите информации [17].

При наличии в информационных системах средств криптографической защиты информации модель угроз безопасности необходимо согласовывать с ФСБ России [18].

Аттестация объектов КИИ проводится в соответствии с программой и методиками аттестационных испытаний до начала обработки информации, подлежащей защите в них, и должны содержать следующие разделы [15]:

- общие положения;
- программу аттестационных испытаний объекта информатизации;
- методики аттестационных испытаний объекта информатизации.

По результатам аттестационных испытаний оформляются протоколы аттестационных испытаний, заключение о соответствии объекта КИИ требованиям о защите информации и аттестат соответствия в случае положительных результатов аттестационных испытаний. Аттестат соответствия выдается на весь срок эксплуатации объекта КИИ. Владелец объекта КИИ в ходе его эксплуатации должен обеспечивать поддержку соответствия системы защиты информации аттестату соответствия.

Исходя из вышеизложенного в статье были рассмотрены особенности порядка организации и проведения работ по обеспечению информационной безопасности на объектах КИИ.

Список литературы

1. О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации: [федеральный закон: утв. Президентом Российской Федерации 26.07.2017 № 187-ФЗ] // Собрание законодательства РФ. - 2018.

2. Основные направления государственной политики в области обеспечения безопасности автоматизированных систем управления производственными и технологическими процессами критически важных объектов инфраструктуры Российской Федерации: [указ: утв.

Президентом Российской Федерации 03.02.2012 № 803] // Собрание законодательства РФ. - 2013.

3. Об утверждении Доктрины информационной безопасности Российской Федерации: [указ: утв. Президентом Российской Федерации 05.12.2016 № 646] // Собрание законодательства РФ. – 2017.

4. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017 - 2030 годы: [указ: утв. Президентом Российской Федерации 09.05.2017№ 203] // Собрание законодательства РФ. - 2018.

5. Об утверждении Порядка ведения реестра значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации: [приказ: утв. ФСТЭК России 06.12.2017 № 227]. – Москва, 2017. – 9 с.

6. О внесении изменения в Правила категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации: [постановление Правительства Российской Федерации от 19.08.2022 № 1463] // Собрание законодательства РФ. - 2023.

7. Об утверждении Требований по обеспечению безопасности значимых объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации: [приказ: утв. ФСТЭК России 25.12.2017 № 239]. – Москва, 2017. – 37 с.

8. Об утверждении Правил категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, а также перечня показателей критериев значимости объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и их значений: [Постановлении Правительства Российской Федерации от 08.02.2018 № 127] // Собрание законодательства РФ. - 2018.

9. О совершенствовании государственной системы обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации: [указ: утв. Президентом Российской Федерации 22.12.2017 № 620] // Собрание законодательства РФ. - 2018.

10. О Национальном координационном центре по компьютерным инцидентам: [приказ: утв. ФСБ России 24.07.2018 № 366]. – Москва, 2018. – 6 с.

11. Об утверждении Перечня информации, представляемой в

государственную систему обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы РФ и Порядка представления информации в государственную систему обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак на информационные ресурсы Российской Федерации (ГосСОПКА): [приказ: утв. ФСБ России 24.07.2018 № 367]. – Москва, 2018. – 7 с.

12. Об утверждении Порядка обмена информацией о компьютерных инцидентах между субъектами критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, между субъектами критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и уполномоченными органами иностранных государств, международными, международными неправительственными организациями и иностранными организациями, осуществляющими деятельность в области реагирования на компьютерные инциденты, и Порядка получения субъектами критической информационной инфраструктуры Российской Федерации информации о средствах и способах проведения компьютерных атак и о методах их предупреждения и обнаружения: [приказ: утв. ФСБ России 24.07.2018 № 368]. – Москва, 2018. – 10 с.

13. Об утверждении Требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах: [приказ: утв. ФСТЭК России 11.02.2013 № 17, в ред. приказа ФСТЭК России от 28.05.2019 № 106]. – Москва, 2019. – 36 с.

14. Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных: [постановление Правительства Российской Федерации от 01.11.2012 № 1119].

15. Порядок организации и проведения работ по аттестации объектов информатизации на соответствие требованиям о защите информации ограниченного доступа, не составляющей государственную тайну: [приказ: утв. ФСТЭК России от 29.04.2021 № 77]. – Москва, 2021. – 31 с.

16. Методический документ. Методика оценки угроз безопасности информации: [утв. ФСТЭК России 05.02.2021]. – Москва, 2021. – 83 с.

17. О требованиях к порядку создания, развития, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и вывода из эксплуатации государственных информационных систем, и дальнейшего хранения содержащейся в их базах данных информации: [постановление Правительства Российской Федерации от 06.07.2015 № 676]: [с изм. 24.07.2021].

18. Об утверждении Требований о защите информации, содержащейся в государственных информационных системах, с использованием шифровальных (криптографических) средств: [приказ: утв. ФСБ России 24.10.2022 № 524]. – Москва, 2022. – 11 с.

УДК 004.89

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОВТОРНОГО ВИЗИТА КЛИЕНТА НА ОСНОВЕ ТРАНЗАКЦИОННЫХ ДАННЫХ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ В КЛИЕНТСКОЙ АНАЛИТИКЕ

Денисова В.М., Ледовская Е.В.

МИРЭА - Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: videnisova2001@mail.ru, ekvaled@mail.ru

В статье исследуются различные методы предсказания повторного визита клиента, рассматривается применение транзакционных данных, проводится обзор различных методов сегментирования клиентской базы для использования в бизнес-подразделениях. Рассматривается применение машинного обучения для персонализированного подхода к клиентам.

Ключевые слова: машинное обучение, клиентская аналитика, логистическая регрессия, деревья решений, транзакционные данные, RFM и LTV сегментация.

В настоящее время множество компаний широко используют аналитику клиентов, как инструмент увеличения прибыли и стратегического планирования. Исследование консалтинговой компании McKinsey показало, что такие компании с большей вероятностью превзойдут своих конкурентов по ключевым показателям эффективности.

Известно, что затраты на удержание клиента ниже, чем затраты на привлечение нового клиента. Не все клиенты являются прибыльными. В то время как одна группа клиентов не способствует увеличению дохода компании и ее удержание обходится дорого, существует другая группа клиентов, которые не только повышают ценность фирмы за счет увеличения доходов, но и помогают фирме привлекать других клиентов

с помощью позитивного «сарафанного радио».

Важной частью бизнес-планирования является определение различных типов клиентов, поиск новых. Чем больше информации известно о клиентах, тем качественней можно построить бизнес-стратегию.

В качестве информации о клиентах можно использовать их транзакционные данные. Каждая компания, проводящая денежные операции с клиентами, хранит данные о совершенных действиях. Транзакционные данные показывают компании, что покупателям нравится, когда им это нравится и какую цену они готовы за это платить.

Прогнозирование повторного визита напрямую связано с клиентской аналитикой и сегментированием клиентского портфеля. Модель прогнозирования повторного визита является частью модели сегментирования клиентов. Когда у клиента низкая вероятность следующей покупки, то какими бы способами компания не пыталась вернуть клиента, это будет приносить только убытки.

Для работы с клиентской базой используются автоматизированные процессы принятия решений. Чтобы автоматизировать процессы принятия решений, используется машинное обучение.

Машинное обучение (МО) – обширная сфера искусственного интеллекта, которая изучает методы построения алгоритмов, способных обучаться [1]. Это направление искусственного интеллекта, основанное на идее, что системы могут учиться на данных, выявлять закономерности и принимать решения с минимальным вмешательством человека [2].

Сбор и обработка транзакций была важной программной технологией на протяжении многих лет. Крупные предприятия транспорта, финансов, розничной торговли, полностью зависят от приложений для обработки транзакций для электронного бронирования, банковского дела, фондовых бирж, обработки заказов.

Анализ клиентской базы – это процесс сбора и анализа данных о клиентах с целью изучения их поведения и предпочтений для поддержки принятия стратегических и тактических бизнес-решений, разработки маркетинговых стратегий, а также автоматического формирования персональных рекомендаций [3].

Такой анализ помогает компаниям оттачивать свои усилия в области прямого маркетинга, улучшая качество обслуживания клиентов за счет персонализированного взаимодействия между брендом и клиентом на основе сегментации клиентов в соответствии с данными.

Главными методами клиентской аналитики является сегментирование рынков и предсказательная аналитика. Сегментирование рынка – это разбиение клиентов на группы, в соответствии с их реакцией на взаимодействие компании и предрасположенность покупать тот или иной товар. Разбитые группы клиентов обладают схожими признаками и поведенческой реакцией.

Для анализа клиентской базы используются 3 типа данных [3]:

- транзакционные данные. К ним относятся данные о покупках клиентов. Транзакционные данные позволяют построить модель, предсказывающую целевую группу клиентов, которые с большей вероятностью будут заинтересованы в предложенном продукте;
- данные об использовании товаров и услуг. Такие данные получают путем анкетирования клиентов. Цель – получить обратную связь от покупателей, выявить недостатки, узнать, что можно улучшить, добавить или убрать;
- данные из Интернета. Предприятие проводит анализ поведения посетителей сайта: сколько человек задержались на главной странице, на странице с товаром, какой товар требовалось найти. Такие сведения могут помочь предсказать, какой товар предложить клиенту.

Для предсказания чего-либо компьютером, необходимо его этому научить. В первую очередь требуется собрать данные, на которых будет проводиться аналитика. Следующим шагом нужно составить обучающую выборку, в которой будет достаточное количество данных, отражающих разные типы клиентов. Выборка должна иметь как примеры с положительным классом, так и с отрицательным классом. Затем с помощью разных методов МО компьютер анализирует признаки из выборки и определяет, какие из них указывают на то, к какому классу принадлежит объект. При положительном результате после проведения проверок, алгоритм можно применять для процесса принятия решений.

Регрессионный анализ и регрессионные модели часто используются

для моделирования взаимосвязей между атрибутами и результатами, т.к. здесь происходит оценка значений выходных переменных путем нахождения функции атрибутов или признаков, которая наилучшим образом аппроксимирует выходные значения.

Преимущества логистической регрессии по сравнению с иными алгоритмами МО:

- скорость – модель позволяет обрабатывать большое количество информации за короткое время, что значительно уменьшает время принятия решения;
- легкость в построении – модель значительно легче, чем другие методы МО;
- гибкость – модель не ограничена предсказанием двух классов, позволяет предсказывать большее количество классов в зависимости от необходимости.

Логистическая регрессия полезна всем сферам бизнеса, так как помогает ответить на множество вопросов, повысить эффективность и прибыль.

Рассмотрим ещё одну модель предсказания, которую можно использовать для получения информации о поведении клиентов – деревья принятия решений. Эта модель, как следует из названия, извлекает уроки из данных, выращивая дерево.

Различие между этими двумя моделями предсказания заключается в том, что алгоритмы логистической регрессии ищут единственный наилучший способ разбить набор признаков, в то время как алгоритм дерева решений разбивает данные на разделы, чтобы найти подгруппы данных, которые имеют высокую вероятность наступления события.

Дерево решений – это метод представления принятия решений в виде иерархической структуры, который состоит из узлов и листьев. В узлах находятся вопросы для разбиения, и происходит проверка условия по какому-либо атрибуту. Проверкой множество делится на два подмножества. Одно из подмножеств удовлетворяет условию в узле, второе – не удовлетворяет.

Затем каждое подмножество делится снова по условию в узле до тех пор, пока не будет выполнено условие остановки алгоритма. В последнем листе происходит не разбиение, а деление на сегменты,

которые называются листьями. Лист показывает путь решения для каждого примера, находящегося в нем. В листе находятся множества с одинаковыми признаками, которые подошли под все условия, находящиеся выше. Дерево решений хорошо себя зарекомендовало в бизнес-пространстве, так как является интерпретируемой моделью. Разработчик модели может объяснить, почему объект был отнесен к тому или иному классу. Маркетинг баз данных является основой клиентской аналитики и частью комплексного подхода к анализу прибыльности, сегментации клиентов и использованию маркетинговых тактик, которые укрепляют клиентскую базу, лояльность и увеличение продаж. Сегментация клиентов – важная задача. Не все продукты или услуги, которые предлагает организация, подходят для всех клиентов [7]. С помощью сегментов мы можем получить полезную информацию о том, на какой продукт или на какие потребительские сегменты ориентироваться в следующий раз. RFM-анализ (англ. Recency Frequency Monetary) – метод анализа, который позволяет делить клиентскую базу компании на группы в зависимости от частоты, сумм и регулярности покупок. Цель данного анализа — выявить клиентов, которые наиболее лояльны к компании и с большей вероятностью вернуться за повторной покупкой. Теория, лежащая в основе этого метода, заключается в том, что 80 процентов доходов бизнеса поступает от 20 процентов его клиентов.

Основной смысл данного анализа заложен в аббревиатуре:

- Recency (с англ. «новизна, свежесть») – срок давности покупки. В данной переменной вычисляется сколько прошло времени с даты последней покупки;
- Frequency (с англ. «частота, повторяемость») – частота покупок. Здесь отображается как часто клиент делает покупку;
- Monetary (с англ. «денежный, материальный») – сумма, которую клиент тратит на среднюю транзакцию.

Идея традиционных методов клиентской сегментации, таких как RFM анализ, заключается в том, что удержание большого числа клиентов увеличит общую прибыльность. Однако существуют и другие подходы, которые предполагают, что вклад большинства клиентов незначителен по сравнению с затратами, понесенными фирмой на их удержание.

Одним из таких подходов является LTV анализ.

Аналитика пожизненной ценности клиента (англ. lifetime value, LTV) показывает, какие суммы средний клиент тратит за время своего пребывания с компанией. Другими словами, аналитика пожизненной ценности клиентов показывает, какие типы клиентов приносят наибольшую прибыль.

Компонент LTV сегментации позволяет произвести разбиение клиентов по классам на основе дисконтированного дохода, полученного от него за всё время взаимоотношений. Это позволяет сделать больший акцент на анализе суммарной выгоды, получаемой от клиента, и позволяет выделить четкие сегменты по ценности конкретного клиента для компании.

Существует множество расчетов показателя LTV. Расчёт LTV на основе среднего чека и частоты покупок представлен формулой (1)

$$LTV = AOV * CC * ALT, \quad (1)$$

где *AOV*- средняя стоимость заказа;

CC – количество покупок;

ALT- период лояльности.

Данный метод дает общее представление о стоимости клиента и небольшое количество направлений оптимизации затрат на маркетинг.

Следующий метод расчета — прогностический. Он представлен формулой (2):

$$LTV = k * AOV * AGM * ALT, \quad (2)$$

где *k* – среднее количество транзакций в месяц,

AOV – средняя стоимость заказа;

AGM – коэффициент прибыльности;

ALT – период лояльности.

LTV — это прогнозный показатель, который позволяет принимать долгосрочные решения. Это гибкая мера, которая должна быть адаптирована к конкретному бизнес-контексту отрасли. Каждый отдельный клиент оценивается по его ожидаемому вкладу в компанию. Тем не менее, следует иметь в виду, что все прогнозы подвержены неопределенности. Компонент кросс-сегментации создан для возможности консолидировать данные, полученные в результате анализа по методам сегментации по историческим данным и по прогнозной модели. Этот компонент производит формирование новых

сегментов на основе этих данных. Новые сегменты формируются на пересечениях разбиения по историческим данным – RFM или LTV сегментации и групп по прогнозной оценке вероятности повторного визита. Таким образом возможен анализ исторических данных в проекции на будущее.

Также компонент кросс-сегментации формирует на основе кросс-сегментов рекомендации к действиям на основе данных сегментов, что расширяет возможности применения данного компонента для принятия решений. Таким образом, для повышения прибыльности компаниям необходимо использование клиентской аналитики. Можно рассчитать вероятность повторного визита клиента, а также выяснить, какие сегменты обеспечивают повышение дохода бизнеса, какие группы клиентов убыточны.

Список литературы

1. Айвазян, С.А. Прикладная статистика: основы моделирования и первичная обработка данных / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. –: М.: Финансы и статистика, 1983. – 13–18 с.

2. Machine Learning: What it is and why it matters // SAS: сайт. – URL: https://www.sas.com/en_us/insights/analytics/machine-learning.html (дата обращения: 16.03.2023)

3. Анализ клиентской базы // Официальный сайт компании «Loginom Company»: сайт. – URL: https://wiki.loginom.ru/articles/customer-analysis.html/ (дата обращения: 16.03.2023)

4. Fawcett T. ROC Graphs: Notes and Practical Considerations for Researchers / T. Fawcett. – Palo Alto, CA: Kluwer Academic Publishers, 2004. – 31 с.

5. Жуков Д.А. Анализ критериев классификации при диагностике функционирования технического объекта / Д.А. Жуков // Mathematical modelling. – Москва, 2018. – С. 1-13.

6. Kumar V. Customer Relationship Management / V. Kumar. – USA, Atlanta: Springer, 2018. – 411 с.

7. Цыплаков А.А. Некоторые эконометрические методы. Метод максимального правдоподобия в эконометрии. / А.А. Цыплаков. – Методическое пособие. – Новосибирск: НГУ, 1997. – 129 с.

УДК 006.83

ПРОБЛЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Королев А.С., Кировский О.М.

МИРЭА - Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mailkorolev@mirea.ru, oleg.kirovskii@gmail.com

В статье представлены результаты анализа понятийного аппарата в области безопасности автономных транспортных систем в западных и российских нормативно-технических документах. Показано соответствие стандартов по безопасности и уровней автономности транспортных систем. Выполнена постановка задачи по созданию для государственного регулятора технологии верификации и валидации требований по безопасности в зависимости от уровня автономности объекта.

Ключевые слова: функциональная безопасность, инженерия безопасности, автономные системы, высокоавтоматизированные транспортные средства, уровни автономности.

Современные инженерные системы обладают не только структурной и поведенческой сложностью, но также включены в сложные процессы человеческой деятельности. Для анализа и разработки систем в этих условиях системная инженерия предлагает руководствоваться не только целями повышения результативности и эффективности (effectiveness and efficiency), но также достижением нефункциональных свойств системы, так называемых ilities: portability, reliability, availability, maintainability, interoperability и так далее. В начале 20 в., когда осуществлялся переход от технических артефактов к сложным с точки зрения структуры и поведения техническим системам,

таких ilities было немного, сейчас их насчитывается несколько десятков. Для разных классов систем ключевыми являются отдельные ilities. Как и для любых систем, связанных с повышенной опасностью, к которым очевидно относятся транспортные средства, для автономных транспортных систем крайне важна безопасность (Safety), которая рассматривается либо отдельно, либо в системе «reliability, availability, maintainability, safety» (RAMS).

Под безопасностью обычно понимается отсутствие избыточного риска для жизни и здоровья людей, а также их собственности [1].

Анализ свойства безопасности позволяет сделать следующие выводы для разработки и стандартизации высокоавтоматизированных систем:

1. Безопасность априори «невидима» пользователю, и он не может ее оценить до использования системы;
2. Безопасность должна обеспечиваться государством, а не рыночными механизмами;
3. Для обеспечения безопасности должны применяться научные достижения и ведущие, общепризнанные методические подходы в этой области.

В отношении сложных систем, в которых нет каких-то специфических источников опасности, но риск может быть связан с их неправильным функционированием, современные стандарты разделяют безопасность на три вида: функциональная безопасность, кибербезопасность и безопасность целевой функции (рис. 1).

Понятие безопасности применяется к разным системам. В этой статье объектом рассмотрения будут высокоавтоматизированные транспортные средства (ВАТС). Такое понятие на территории России определяют Проект Федерального закона [3] и Постановление Правительства РФ [4]. В западных публикациях автономные транспортные системы (ТС), способные самостоятельно принимать решения, называются по-разному, из-за чего часто бывает затруднительно осмыслить объект исследования. Большую популярность приобрели понятия «Autonomous», «Self-Driving», «Driverless», «Unmanned», «Robotic». Рекомендации SAE J3016 [5] вносят подробные разъяснения в употребление этих терминов. В

частности, говорится, что использование термина «автономный» приводит к неоднозначности в осмыслении понятия «автономное транспортное средство», так как остается непонятным необходима ли такому транспортному средству для своего функционирования какая-либо коммуникация или кооперация с внешними сущностями.

Рис. 1. Виды безопасности систем и соответствующие стандарты [2]

Автоматизированные транспортные системы принято классифицировать по уровням автономности. Общепризнанную мировую классификацию также задает SAE J3016. Этот стандарт определяет шесть уровней автономности в зависимости от распределения задач по управлению между системой автоматического управления (САУ) транспортного средства и человеком-оператором. В неавтономных ТС (ТС уровней автономности с нулевого по третий, L0 – L3) задачи по реагированию на неожиданные или опасные ситуации (fallback), возложены на водителя. В автономных ТС (уровни 4 и 5, L4 – 5) система автоматического управления сама в любых дорожных сценариях управляет движением, обнаруживает объекты и события и реагирует на них, а также гарантирует безопасность в экстренных случаях. В табл. 1 приведено описание шести уровней автоматизации процесса управления движением согласно SAE J3016.

Таблица 1. Уровни автоматизации согласно SAE J3016 («B» - водитель, «C» - система ВАТС)

Уровень	Название	Описание	Непосредственный контроль параметров движения	Обнаружение событий и объектов и реагирование	Перехват управления в экстренных случаях	Среда штатной эксплуатации (СШЭ)
Автомобилем управляет водитель (полностью или частично)						
0	Автоматизации нет	Все задачи управления транспортным средством выполняет водитель	В	В	В	Неогр.
1	Помощь водителю	Система управляет продольным ИЛИ поперечным движением Водитель реализует оставшиеся функции	В и С	В	В	Огр.
2	Частичная автоматизация	Система управляет продольным и поперечным движением Водитель наблюдает за обстановкой, обнаруживает события и объекты, реагирует на них	С	В	В	Огр.

Управление реализуют системы ИТС (если они активированы)						
3	Условная автоматизация	Система управляет движением, обнаруживает объекты и события и реагирует на них. Водитель перехватывает управление, если система не справляется	С	С	В	Огр.
4	Высокая автоматизация	Система управляет движением, обнаруживает объекты и события и реагирует на них, а также гарантирует безопасность в экстренных случаях. Ограничение по дорожным ситуациям	С	С	С	Огр.
5	Полная автоматизации	Система управляет движением, обнаруживает объекты и события и реагирует на них, а также гарантирует безопасность в экстренных случаях. Без ограничений по ситуациям	С	С	С	Неогр.

При повышении уровня автономности характеристика безопасности системы становится одним из ключевых параметров. Если не будет приведено обоснование безопасности их использования, автономные системы не приобретут нужного уровня доверия и не получат разрешения на использование на дорогах общего пользования.

Проект Федерального закона «О высокоавтоматизированных транспортных средствах и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [3] дает следующие определения автономным ТС:

1. *высокоавтоматизированное транспортное средство* – это транспортное средство, оснащенное автоматизированной системой вождения и допущенное к участию в дорожном движении на территории Российской Федерации.

2. *полностью автоматизированное транспортное средство* – автоматизированное транспортное средство, предназначенного для перевозки по автомобильным дорогам общего пользования пассажиров и багажа, грузов или оборудования, установленного на нем, оснащенное автоматизированной системой вождения, действующей без ограничений среды штатной эксплуатации применительно ко всем поездкам без необходимости вмешательства человека в управление для обеспечения безопасности дорожного движения.

В Постановлении Правительства РФ [4] также дается определение ВАТС, при этом ВАТС делятся на две категории:

– высокоавтоматизированное транспортное средство (ВАТС) – колесное транспортное средство, оснащенное автоматизированной системой управления при его изготовлении или путем внесения изменений в его конструкцию, осуществляющее движение в автоматизированном режиме управления;

– ВАТС 1 категории – высокоавтоматизированное транспортное средство, осуществляющее движение с водителем-испытателем, находящемся на месте водителя или переднем пассажирском сиденье;

– ВАТС 2 категории – высокоавтоматизированное транспортное средство, осуществляющее движение без водителя (в том

числе, водителя-испытателя) в салоне при удаленных маршрутизации и диспетчеризации со стороны оператора.

Анализируя эти тексты, можно сказать, что российские правовые акты сокращают количество уровней автономности ТС по отношению к международным стандартам, которые базируются на рекомендациях SAE J3016 (табл. 1), до трех уровней (табл. 2).

Таблица 2 – Соответствие уровней автономности

SAE J3016	**Российские правовые акты**
Уровень 0	Обычный автомобиль, техническая безопасность которого регламентируется ТР ТС 018/2011 [6]
Уровень 1	
Уровень 2	
Уровень 3	ВАТС 1-й категории
Уровень 4	ВАТС 2-й категории
Уровень 5	

Общепризнанные методические и нормативно-технические материалы [7,8] предлагают сложный формальный процесс обоснования безопасности. Применение стандарта ГОСТ Р ИСО 26262 [7] по опыту авторов увеличивает трудоемкость разработки приблизительно в 2-3 раза. Применение стандарта ISO 21448:2022 [8] еще сильнее увеличивает трудоемкость, причем это увеличение зависит от количества сценариев, в которых система должна гарантировать безопасность. Для «обычного» автомобиля число таких сценариев ограничено. Для ВАТС 1-й категории число сценариев находится в промежутке от 100 до 1000. Уже это число создает значительные проблемы при разработке. Для ВАТС 2-й категории точное число сценариев неизвестно, но очень велико.

Для снижения трудоемкости разработки ВАТС 1-й категории и для реализации гарантированно безопасных ВАТС 2-й категории необходима разработка новых стандартов жизненного цикла системы безопасности, а также разработка новых регламентов в рамках процедуры одобрения типа транспортного средства (ОТТС).

Список литературы

1. ГОСТ Р 57149-2016/ISO/IEC Guide 51:2014 Аспекты безопасности. Руководящие указания по включению их в стандарты.

2. Kirovskii, O., Gorelov, V.: Driver assistance systems: analysis, tests and the safety case. ISO 26262 and ISO PAS 21448. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 534, International Automobile Scientific Forum (IASF-2018), Intelligent Transport System Technologies and Components 18–19 October 2018, Moscow, Russian Federation. IOP Publishing Ltd (2018).

3. Проект Федерального закона «О высокоавтоматизированных транспортных средствах и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» – Режим доступа: https://regulation.gov.ru/projects#search=О высокоавтоматизированных транспортных средствах=116763, свободный.

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 29.12.2022 № 2495 «Об установлении экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций и утверждении Программы экспериментального правового режима в сфере цифровых инноваций по предоставлению транспортных услуг с использованием высокоавтоматизированных транспортных средств на территориях отдельных субъектов Российской Федерации».

5. SAE J3016. Surface Vehicle Recommended Practice. Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles. Sep 2016.

6. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств». – утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011г. No877.

7. ГОСТ Р ИСО 26262 «Функциональная безопасность. Дорожные транспортные средства». – СтандартИнформ, Москва, 2015.

8. ISO 21448:2022 – Safety of the intended functionality.

УДК 004.421, 510.5

СИСТЕМАТИКА РИСКОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АГЕНТНЫХ СИСТЕМ

Мельников Д.А., Гриненко Е.А.

МИРЭА - Российский технологический университет», 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: dmbox2019@gmail.com

Цель работы – исследование рисков в интеллектуальных и агентных системах. Показана связь рисков с угрозами и информационной безопасностью. Рассмотрены виды сложных систем и возникающие в них риски. Описана специфика агентных систем. Дана систематика рисков в агентных и интеллектуальных системах. Исследуются риски, имеющие когнитивный, организационный и технический характер. Описаны причины возникновения рисков. Дан анализ проблем, обуславливающих возникновение рисков. Показано, что ряд рассмотренных рисков в широкой практике не учитываются. Поэтому данная статья актуализиует новые типы рисков и борьбу сними. Дается рекомендация по созданию политики борьбы с рисками.

Ключевые слова: информационная безопасность, угрозы, риски, проблемы безопасности, методы уменьшения рисков, имитационное моделирование, политика безопасности.

Введение

В настоящее время применяют разные типы информационных и интеллектуальных систем, нуждающиеся в обеспечении безопасности. Среди них можно отметить: системы данных, организационные системы, технические системы, технологические системы, сложные организационно технические системы, алгоритмические системы, информационные системы, интеллектуальные системы, робототехнические системы, кибер-физические системы, системы

Интернета вещей и другие. Набор связанных между собой данных, собранных вместе из одного источника и обладающим свойством системности, называют системой данных [1]. Системы данных применяются в работе с информацией, собранной в результате проведения опроса, набором данных, полученных в крупных научных исследованиях. В области информационных технологий система данных представляет собой группу байтов, часто отображаемых в виде таблицы с разбивкой по множеству групп и подгрупп [2]. Существует несколько типов систем данных, среди которых можно выделить последовательную, секционированную и с виртуальным методом доступа. Организационной системой называют объединение людей, которые совместно реализуют некоторую программу и действующих на основе согласованных правил [3].

Связующим системным фактором являются нормативы, прямая и обратная связь которые регламентируют совместную деятельность участников организационной системы. Организационная система (ОС) обладает внутренней организационной иерархией и топологической структурой [4]. Однако современные организационные системы обязательно используют информационные технологии и системы как связующую основу, повышающую эффективность организационной системы. Данные свойства ОС приобретает благодаря совокупности процессов или действий, ведущих к образованию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого.

Виды сложных систем

Под техническими системами (ТС) подразумевается материальный объект искусственного происхождения, который состоит из составных частей, различающихся свойствами, проявляющимися при взаимодействии, объединённых связями и вступающих в определённые отношения между собой и с внешней средой, чтобы осуществить процесс и выполнить функцию технической системы [5]. Техническая система имеет структуру, строение, устройство, взаиморасположение элементов и связей, задающее устойчивость и воспроизводимость функции ТС. Каждая составная часть ТС имеет индивидуальное функциональное назначение в системе. Разновидностью технических систем являются геотехнические системы.

Технологическими системами называют совокупности связанных технологий, обладающих свойствами: связанности, целостности [6]. Примерами технологических систем являются программные компоненты. Примерами агентных технологических систем являются косяки рыб и стаи птиц. Сложными технологическими системами называют системы, поведение которых трудно моделировать из-за сложных зависимостей между потоками или из-за сложных взаимодействий [7]. Примером технологических систем являются программные системы и мультиагентные системы [8]. Сложные системы характеризует: нелинейность, стохастичность, неопределенность, циклы и другие [9, 10].

Под сложной организационно-технической системой (СОТС) понимают искусственную, самоорганизующуюся, динамическую, организационно-техническую совокупность взаимосвязанных элементов, предназначенных для производства товарной продукции, предоставления услуг или иной деятельности, осуществляемой человеком [11].

Алгоритмическими системами называют совокупности связанных вычислительных процессов, обладающих системными свойствами: связанности, целостности [12]. Алгоритмическая система определяет: множество типов объектов, которыми могут являться исходные данные, подлежащих обработки алгоритмами данной системой; свойства исполнителя алгоритмов, то есть набор инструментов (средств, действий), которыми может пользоваться исполнитель для выполнения алгоритмов; множество типов объектов, которыми могут являться результаты выполнения алгоритмов данной системы; язык, на котором определяются правила, адресованные исполнителю. Под информационной системой подразумевают систему, организующую обработку информации о предметной области и ее хранение [13, 14]. В данной статье рассматриваются способы обеспечения безопасности сложной системы.

Агентные системы. Существует направление искусственного интеллекта, которое использует систему агентов для решения сверхсложных задач или глобальных проблем - МАС (Multi-agent system) [15]. Агенты в мультиагентных системах взаимосвязаны между

собой и обладают возможностью обмена сообщениями. У каждого агента есть своя цель и решаемая им задача. Агентные системы применяются в управлении техническими системами в таких отраслях экономики, как горное дело, энергетика, металлургия, химическая промышленность, фармацевтическая промышленность, металлообрабатывающая промышленность, строительная промышленность, транспорт, текстильная промышленность, пищевая промышленность, медицина, типографское и конторское дело, сельское и лесное хозяйство, распределение, торговля [16]. При разработке любого искусственного интеллекта, в том числе агентных систем, в технической системе необходимо изучить множество критериев для корректной работы и уменьшения рисков в процессе внедрения и использования [17]. Данная область в большей степени влияет на успешное внедрение ИИ и по-прежнему является недостатком усилий многих компаний в области ИИ.

Риски, возникающие при использовании агентных систем и ИИ

Основываясь на данные международной консалтинговой компании McKinsey & Company, специализирующейся на решении задач, связанных со стратегическим управлением, были выявлены несколько типов рисков, которые необходимо учитывать при использовании искусственного интеллекта

Риск нарушения конфиденциальность. Данные являются важной частью любой модели ИИ. Законы о конфиденциальности во всем мире предписывают, как компании могут и не могут использовать данные, в то время как ожидания потребителей устанавливают нормативные стандарты [18]. Нарушение этих законов и норм может привести к значительной ответственности, а также к вреду для потребителей. Нарушение доверия потребителей, даже если использование данных было технически законным, также может привести к репутационному риску и снижению лояльности клиентов. Этот риск уменьшатся политикой безопасности и разграничением доступа.

Риск нарушения безопасности при взаимодействии. Новые модели ИИ имеют сложные, развивающиеся уязвимости, которые создают как новые, так и знакомые риски. Такие уязвимости, как извлечение модели и отравление данных, при котором «плохие» данные вводятся в

обучающий набор, влияя на выходные данные модели. Во многих случаях существующие правовые рамки требуют соблюдения минимальных стандартов безопасности. Этот риск уменьшатся политикой безопасности, разграничением доступа и методами информационного моделирования.

Риск нарушения балансированости данных. Может быть легко непреднамеренно закодировать предвзятость в моделях ИИ или ввести предвзятость, скрывающуюся в данных, поступающих в модель. Предвзятость, которая потенциально или фактически наносит вред определенным классам и группам, может подвергнуть компанию рискам справедливости и обязательствам. Этот риск уменьшатся методами имитационного и информационного моделирования

Риск нарушения прозрачности и объяснимости. Отсутствие прозрачности в отношении того, как была разработана модель, например, как были объединены наборы данных, поступающие в модель, или неспособность объяснить, как модель пришла к конкретному результату, может привести к проблемам, не последняя из которых потенциально противоречит юридическим мандатам. Например, если потребитель инициирует запрос о том, как использовались его или ее данные, организации, использующей данные, необходимо будет знать, в какие модели были введены данные. Этот риск уменьшатся методами информационного мониторинга и методами причинно- следственного анализа

Риск нарушения производительности. Приложения ИИ, если они не реализованы и не протестированы должным образом, могут страдать от проблем с производительностью, которые нарушают договорные гарантии и, в крайних случаях, представляют угрозу для личной безопасности. Предположим, что модель используется для обеспечения своевременного обновления машин в обрабатывающей или горнодобывающей промышленности; неисправность этой модели может представлять собой небрежность по контракту и/или привести к причинению вреда сотруднику. Этот риск уменьшатся методами имитационного и информационного моделирования

Риски третьих лиц. В процессе построения модели ИИ часто участвуют третьи стороны. Например, организации могут передавать на

аутсорсинг среды сбора данных, выбора моделей или развертывания. Организация, привлекающая третьи стороны, должна знать и понимать стандарты снижения рисков и управления, применяемые каждой третьей стороной, и она должна независимо тестировать и проверять все входные данные с высокими ставками. Определение контекста, в котором могут возникать эти риски, может помочь дать рекомендации относительно того, куда следует направлять меры по смягчению последствий: Этот риск уменьшатся политикой безопасности, разграничением доступа.

Риск нарушения системности данных. Риски могут проявляться в нарушении целостности и достоверности данных. А также в появлении противоречивости. том, как данные собираются, извлекаются исходя из признаков данных или полей и характеристик и в том, как данные проектируются для обучения модели. Этот риск уменьшатся комплементарным моделированием, логическим моделированием и методами информационного моделирования

Проблемы, обуславливающие новые риски

Проблемы, обуславливающие новые риски, это не сами риски, причины по которым риски могут появляться, причем в разных комбинациях. Эти проблемы требуется устранять

Выбор модели и обучение. Модели оцениваются, отбираются и обучаются на основе различных критериев, включая варианты, которые представляют собой основания для риска. Например, некоторые модели более прозрачны, чем другие. Хотя относительно непрозрачная модель может обеспечить более высокую производительность, юридическое требование прозрачности может потребовать использования другой модели. Эти проблемы уменьшаются методами машинного обучения, методами классификации, методами согласованности, отношениями информационного соответствия и соразмерности.

Развертывание и инфраструктура. Модели передаются в рабочую среду или развертываются, когда они готовы к реальному использованию. Этот процесс и лежащая в его основе инфраструктура представляют собой риски. Например, модель может не работать в реальном мире, о чем свидетельствует ее производительность в лабораторной среде. Эти проблемы уменьшаются методами

стратегического анализа, методами имитационного моделирования и машинного обучения

Договоры и страхование. Договорные и страховые гарантии часто явно касаются некоторых рисков ИИ. Например, поставщики продуктов и услуг как B2B, так и B2C могут включать в свои соглашения об уровне обслуживания параметры производительности или доставки модели. Страховые компании могут возложить ответственность за такие инциденты, как нарушения безопасности или конфиденциальности. Такие договорные положения должны быть всплыли на поверхность, чтобы команды могли убедиться, что они соблюдаются. Эти проблемы уменьшаются методами резервирования, страхования и институциональными методами

Правовые и нормативные стандарты. Отрасли, сектора и регионы по всему миру имеют различные стандарты и законы, касающиеся конфиденциальности, справедливости и других рисков, представленных в этой структуре. Поэтому важно знать применимые законы и правила, основанные на том, где, как и в каком секторе будет развернута модель. Эти проблемы уменьшаются методами гармонизации стандартов, комплементарности, логического анализа.

Организация и культура. Рассмотрите зрелость рисков и культуру испытуемой организации и то, как это может повлиять на то, как используется модель или ее компоненты, например, безопасность данных, поступающих в нее. Более широкие усилия, такие как учебные программы, распределение ресурсов и междисциплинарное сотрудничество между кросс-функциональными командами, такими как команда технического доверия, играют ключевую роль в снижении рисков. Чтобы рассмотреть типы и вероятность рисков, которые могут возникнуть, важно знать, существуют ли они и на каком уровне. Эти проблемы уменьшаются институциональными методами, регулярной подготовкой персонала, формированием человеческих ресурсов.

Заключение

Риск связан с информационной угрозой и их анализ и предотвращение входит в систему информационной безопасности. Многообразие рисков и проблем, их обуславливающих усилия, требуют дифференцированного подхода к рискам и борьбы с ними. Как

показывает анализ данной работы, борьба с современными рисками выходит за узкие рамки информационной безопасности. Систематика рисков первый шаг по борьбе с рисками по их минимизации. Некоторые из рисков, приведенные в статье на практике не учитывались и им не придавалось значение. Как следствие не велась политика по их устранению.

Предложенная систематика упрощает организациям определение приоритетов в управлении рисками и организовывать политику безопасности. Систематика рисков говорит о том, что нельзя придумать одну технологию борьбы с рисками. Организации должны создавать политику управления рисками подобно политике безопасности в информационных и банковских системах. Организации должны создавать политику управления персоналом и организационную и нормативную культуру, что уменьшает рисковые проблемы и сами риски.

Список литературы

1. Номоконова О.Ю. Сложные системы данных // Славянский форум. -2019. – 2(24). - с.129-136.

2. Цветков В.Я. Проектирование структур данных и базы данных - М.: Московский государственный университет геодезии и картографии, 1997. -90 с.

3. Раев В.К. Организационные системы // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. - 2019. - № 1(11). – с. 94-100.

4. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. 344 с

5. Цветков В.Я. Сложные технические системы // Образовательные ресурсы и технологии – 2017. -3 (20). – с.86-92

6. Буравцев А.В. Сложные технологические системы// Славянский форум. - 2017. -4(18). – с.14-19.

7. Матчин В.Т. Обновление в сложной технологической системе // Славянский форум. — 2017. — № 3 (17). — С. 62–68.

8. Rozenberg I.N., Cvetkov V.YA. Primenenie mul'tiagentnyh sistem v intellektual'nyh logisticheskih sistemah // Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. — 2012. — № 6. — S. 107–109.

9. Кудж С.А. Многоаспектность рассмотрения сложных систем // Перспективы науки и образования. — 2014. — № 1. — С. 38–43.

10. Месарович М., Такахара Н. Общая теория систем: математические основы. — М.: Мир, 1978. — 311 с.

11. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я., Кудж С.А. Концепция сетецентрического управления сложной организационно-технической системой- М.: Макс ПРЕСС, 2010. – 136 с.

12. Цветков В.Я., Козлов А.В., Титов Е.К. Сложные алгоритмические системы // Славянский форум. 2021, 3(33). С.172-181

13. Монахов С.В., Савиных В.П., Цветков В.Я. Методология анализа и проектирования сложных информационных систем. - М.: Просвещение, 2005. – 264 с.

14. ГОСТ 33707–2016. Информационные технологии. Словарь. – Взамен ГОСТ 2382–2015. – М.: Изд-во Стандартинформ, 2016. – 40 с.

15. Wooldridge, M. An Introduction to Multi Agent Systems, 2nd ed.; John Wiley and Sons: Hoboken, NJ, USA, 2009.

16. Cardoso R. C., Ferrando A. A review of agent-based programming for multi-agent systems //Computers. – 2021. – №. 2. – С.16.

17. Russell, S.J.; Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd ed.; Prentice Hall: Upper Saddle River, NJ, USA, 2010.

18. Buehler K., Dooley R., Grennan L., Singla A. Getting to know—and manage—your biggest AI risks // QuantumBlack AI by McKinsey. – 2021. – С. 1–6.

УДК 004.09

МЕСТО «СЕРВИСНОГО ИНЖЕНЕРА СЕРВЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ» В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ERP–СИСТЕМЫ

Сакалкин Д.А., Степанов П.В.

МИРЭА - Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: dmbox2019@gmail.com

Статья рассказывает о важности роли сервисного инженера серверного оборудования в жизненном цикле ERP-системы. В ней описываются основные принципы работы ERP-систем, их функциональность и преимущества для компаний. Также рассматриваются типы ERP-систем и их особенности, а также этапы внедрения ERP-системы в компанию. Общая информация может быть полезна для тех, кто интересуется управлением бизнесом и хочет узнать больше о возможностях ERP-систем.

Ключевые слова: информационные технологии, интеграция, ERP-система, бизнес, цифровизация.

В эру техногенной цивилизации предприятия стали внедрять системы планирования ресурсов - ERP-системы. На современном предприятии существует множество различных систем, ERP является лишь одной из них.

Концепция данной системы была представлена ещё в конце XX в. аналитиками компании Gartner [1]. В основе новой концепции лежало ядро уже реализованного стандарта MRP II - стратегии производственного планирования, обеспечивающей как финансовое, так и планирование операций производства. ERP-система считается расширенной и дополненной более совершенной версией данной концепции. Первоначально системы планирования ресурсов предприятия (ERP) интегрировали основные бизнес-функции предприятия [2]. Позже, в связи с требованиями совместного бизнеса, задача интеграции эволюционировала внутри компании, чтобы

учитывать также клиентов и деловых партнеров [3].

Опираясь на современные требования для ERP-системы, она должна включать в себя не только ядро реализующего стандарта MRP II (URL: https://intuit.ru/studies/courses/13862/1259/lecture/24019#:~:text=Выше%20было%20отмечено%2C%20что%20основой,на%20базе%20стандарта%20MRP%20II. (дата обращения: 10.03.2023)). ERP– система должна включать в себя:

- управления логистическими цепочками (Distribution Resource Planning — DRP);
- усовершенствованного планирования и составления производственных графиков (Advanced Planning and Scheduling — APS);
- управления взаимоотношениями с клиентами (Customer Relation Management — CRM, ранее назывался модулем автоматизации продаж — Sales Force Automation);
- электронной коммерции (Electronic Commerce — EC);
- управления данными об изделии (Product Data Management — PDM);
- надстройки Business Intelligence, включающей решения на основе технологий OLAP (On-Line Analytical Processing) и DSS (Decision Support Systems);
- автономный модуль, отвечающий за конфигурирование системы (Standalone Configuration Engine — SCE);
- окончательного (детализированного) планирования ресурсов FRP (Finite Resource Planning).

Раскрывая возможности таких систем стоит отметить, что системы планирования ресурсов предприятия предназначены для управления всей финансовой и хозяйственной деятельностью. Они используются для оперативного предоставления руководству предприятия информации, необходимой для принятия управленческих решений, а также для создания инфраструктуры электронного обмена данными предприятия с поставщиками и потребителями. Кроме того, ERP-система позволяет использовать одну интегрированную программу вместо нескольких разрозненных. Единая система может управлять обработкой, логистикой, дистрибуцией, запасами, доставкой,

выставлением счетов-фактур и бухгалтерским учётом, что в свою очередь экономит временные и финансовые ресурсы. Такие системы, как правило, используются предприятиями среднего и крупного бизнеса ввиду определенных условий и нужд компании.

Реализуемая в ERP-системах система разграничения доступа к информации предназначена (в комплексе с другими мерами информационной безопасности предприятия) для противодействия как внешним угрозам (например, промышленному шпионажу), так и внутренним (например, хищениям данных). Внедряемые в связке с системами контроля качества и поддержки отношений с клиентами, ERP-системы нацелены на максимальное удовлетворение потребностей компаний в средствах управления бизнесом.

Основными блоками такой системы является управление персоналом, управление закупками, продажей, финансами и спросом, управление затратами, программами, планирование потребности производственной мощности.

Внедрение ERP-системы в структуру предприятия – важный шаг, так как это оптимизирует бизнес-операции и сокращает расходы предприятия. Жизненный цикл внедрения системы – это процесс внедрения для автоматизации бизнес-процессов. Он включает в себя несколько шагов и стадий с самого начала, планирование реализации проекта, анализ, проектирование, внедрение, переход и операции.

Авторы статей по данной тематике, а также компании, занимающиеся внедрением и изучением ERP-систем, выделяют различные этапы жизненного цикла внедрения таких систем, однако видится разумным остановимся на более подробном и релевантном делении на этапы жизненного цикла внедрения ERP–систем.

Поскольку внедрение ERP состоит из 8 важных шагов, это не работа одного дня. Интегрируя различные аспекты бизнеса, он оптимизирует эффективность управления своим бизнесом и в значительной степени способствует прибыльности. Давайте рассмотрим 8 этапов жизненного цикла внедрения ERP.

На первом этапе происходит выбор пакета ПО. Ввиду индивидуальности каждого предприятия, может возникнуть затруднение в выборе пакета со стороны предприятия, поэтому на

данном этапе происходит исключение модулей, которые не соответствуют требованиям заказчика.

Затем происходит планирование проекта: выбор ресурсов и распределение задач. После чего идёт выполняется анализ GAP для оценки и сравнения текущей системы организации и ее будущего положения по мере необходимости. Таким образом, вы можете легко определить ключевые процессы, которые требуют наибольшего внимания в вашей ERP. Для достижения наибольшей эффективности в процессе внедрения, проводится реинжиниринг, поскольку процесс включает в себя несколько изменений и изменений, основанных на планировании и анализе пробелов.

Поскольку существует новая система, сотрудникам потребуется пройти надлежащее обучение, чтобы они могли беспрепятственно начать использовать продукт. После обучения персонала происходит тестирование системы. В основном это выполняется для оценки ошибок и попытки их устранения до фактического процесса подачи заявки.

Следующим этапом является уже применение системы. На этом этапе происходит фактическое внедрение ERP-системы. После того, как все данные сопоставлены, проанализированы и преобразованы для ввода в систему, применяется новая реализация, а старая система отбрасывается.

Последним и завершающим этапом жизненного цикла ERP является техническое обслуживание. Теперь, когда новая система установлена, работающие над ней сотрудники несут ответственность за то, чтобы быть в курсе последних технологических предложений. Сотрудники также должны научиться поддерживать систему в рабочем состоянии, когда в этом возникает необходимость (URL: https://tallysolutions.com/erp-software/erp-life-cycle-8-stages-of-erp-implementation/#gref (дата обращения: 13.03.2023)).

Был сделан вывод о том, что решение интеграционных проблемы часто требуют сочетания различных технических подходов, вместо того чтобы решаться с помощью одного подхода [4]. Более того, интеграция была определена как социально-техническая задача, которая включает в себя, помимо технической стороны, также организационные и социальные аспекты [3].

Интеграция бизнес-функций является целью внедрения ERP, поскольку ERP-система объединяет бизнес-функции внутри организации и обеспечивает передачу данных между различными подразделениями организации [5]. Более того, многочисленные другие информационные системы, такие как система принятия решений Системы поддержки (DSS) [6] и производственные исполнительные системы (MES) [7] по-прежнему необходимы, и необходима интеграция с этими системами на уровне приложений. Функциональность ERP-системы часто расширяется за счет встроенных приложений, таких как CRMs и WMSs [8]. Поскольку целью современной ERP является обеспечение основы для делового сотрудничества, необходимо обеспечить внешнюю интеграцию с системами деловых партнеров [3]. Другая форма ERP-системы интеграция заключается в предоставлении пользователям интерфейсов для доступа к системе с мобильных устройств. Этот тип интеграции называется портально-ориентированной интеграцией приложений, где создается интерфейс для отображения желаемой информации, необходимой целевой группе пользователей [4]. Таким образом, мы понимаем интеграцию ERP-системы как многоплановую деятельность, которая включает в себя создание интерфейсов и управление взаимосвязями между ERP и другими внутренними и внешними системами в течение жизненного цикла ERP-системы с целью обеспечения совместимости между системами.

Список литературы

1. Esteves, J.M., Pastor, J.A.: An ERP Life cycle - based Research Agenda. In: First International workshop in Enterprise Management and Resource Planning: Methods, Tools and Architectures. Venice, Italy, 1999, pp. 1-12.

2. Barki, H., Pinsonneault, A.: A Model of Organizational Integration, Implementation Effort, and Performance. Organ. Sci. 16 (2), 2005, pp. 165–179.

3. Chowanetz, M., Legner, C., Thiesse, F.: Integration: An Omitted Variable in Information Systems Research. In: ECIS 2012 Proceedings.

(2012).

4. Linthicum, D.S.: Next generation application integration: from simple information to Web services. Addison-Wesley, Boston (2004)

5. Lee, J., Siau, K., Hong, S.: Enterprise integration with ERP and EAI. Commun. ACM. 46 (2), 2003, pp. 54–60

6. McCracken, D.D., Jackson, M.A.: Life cycle concept considered harmful. ACM SIGSOFT Softw. Eng. Notes. 7 (2), 1982, pp. 29–32.

7. Møller, C.: ERP II: a conceptual framework for next-generation enterprise systems? J. Enterp. Inf. Manag. 18 (4), 2005, pp. 483–497.

8. Watts, C.A., Mabert, V.A., Hartman, N.: Supply chain bolt-ons: investment and usage by manufacturers. Int. J. Oper. Prod. Manag. 28 (12), 2018, pp. 1219–1243.

УДК 004.91

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ИНТЕРЕСАХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММ НАЦИОНАЛЬНОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Гимранов Э.И.

МИРЭА - Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: gimranov@mirea.ru

Цифровая трансформация промышленности в России требует применения современных технологий, что в свою очередь требует развитие стандартизации. В информационных технологиях разработка новых национальных стандартов требует автоматизации, особенно при формировании программ стандартизации. Поэтому началась разработка Интегрированной платформы стандартизации, однако она требует ряд доработок.

Ключевые слова: стандартизация, национальная программа стандартизации, интегрированная платформа стандартизации, цифровая трансформация промышленности.

Необходимость разработки новых стандартов в сфере информационных технологий в последние годы растет. Причина этому – цифровизация промышленности в мире, в том числе и в России.

В России основополагающим документом является распоряжение правительства от 6 ноября 2021 об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности [6].

Распоряжение предусматривает реализацию четырех проектов:

— В рамках проекта «Умное производство» планируется сформировать эффективную систему поддержки российских

программных решений для обрабатывающей промышленности.

— «Цифровой инжиниринг» предусматривает создание национальной системы стандартизации и сертификации, базирующейся на технологиях виртуальных испытаний.

— «Новая модель занятости» направлена на совершенствование механизмов подбора кадров.

— «Продукция будущего» — на расширение возможностей по кастомизации продукции (выпуск изделий под заказ конкретного потребителя).

Наиболее известной инициативой в цифровой трансформации является немецкая программа Industrie 4.0 [3]. Платформа Индустрия постоянно совершенствуется. Основная концепция развития на ближайшие 10 лет называется «Миссия 2030» [7]. Она подразумевает достижение следующих целей:

— Автономность, или суверенитет: создание цифровой инфраструктуры, к которой есть доступ у всех участников рынка, а также обеспечение информационной безопасности и развитие соответствующих технологий.

— Интероперабельность: обеспечение взаимодействия между участниками рынка, что требует в первую очередь стандартизации.

— Устойчивое развитие: экономическое, экологическое и социальное, что требует обеспечения качественным образованием, улучшения условий труда работников, а также уделение внимания проблемам климата.

В немецкой программе уделяется большое внимание стандартизации.

Для решения задач, связанных со стандартизации выделена отдельная рабочая группа – «Эталонные архитектуры, стандарты и нормативы» [4]. Разработки других групп также формулируются в виде стандартов. Общая направленность развития стандартизации обычно формулируется в книгах «Дорожная карта Индустрии 4.0», которые регулярно обновляются. Одновременно, в рамках Индустрии 4.0 идет мониторинг достигаемых результатов. В своей публикации «Выявление и понимание слепых зон в процессе внедрения Индустрии 4.0» консультативный совет программы привел результаты интервью с

более чем 40 представителями немецких компаний, а также представителями ассоциации работодателей и работников [5].

Одной из проблем внедрения Индустрии 4.0. были названы отсутствующие адекватные внешние условия, что подразумевало наличие проблем с финансированием, стандартизацией, а также отсутствующие правовые нормы (рисунок 1).

Рис. 1. Основные проблемы цифровизации в немецкой программе Industrie 4.0

Таким образом, существует ряд препятствий, тормозящих цифровую трансформацию, и необходимость развития стандартизации при этом сохраняет свою актуальность.

Не менее важным является вопрос о том, в каком состоянии находится стандартизация в России, особенно в области информационных технологий (ИТ). Было рассмотрено существующее количество стандартов, относящихся к информационным технологиям. Из российского архива государственных стандартов были отобраны российские стандарты, относящиеся к классу 35 общероссийского классификатора стандартов (Информационные технологии) [1]. Далее было проведено сравнение со стандартами, опубликованными объединенным техническим комитетом JTC1 «Информационные технологии». Данные стандарты относятся к классу 35 международного классификатора стандартов, который идентичен российскому.

Результаты сравнения приведены на рисунке 2.

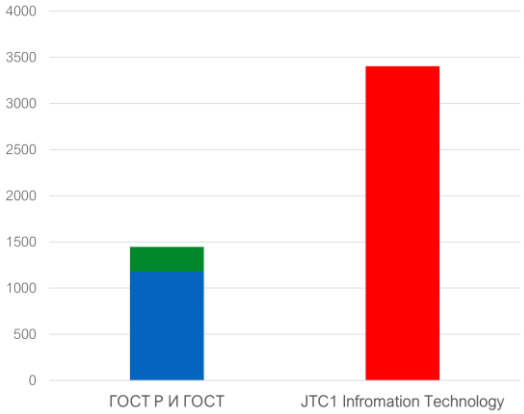


Рис. 2. Сравнение количества ИТ стандартов России и JTC1

В России действует около 1180 национальных стандартов (ГОСТ Р), и около 265 межгосударственных стандартов (ГОСТ). Объединенный технический комитет JTC1 разработал и опубликовал уже 3404 стандарта. Таким образом, международных стандартов по информационным технологиям более чем в 2 раза больше, чем российских.

Поэтому, необходимо больше уделять внимания разработке новых стандартов в области информационных технологиях.

Для решения этой задачи при взаимодействии межотраслевого совета по стандартизации информационных технологий (МСовИТ) и консорциума «Кодекс» началась разработка Интегрированной платформы стандартизации: Информационные технологии (ИПС: ИТ) [2]. Основные задачи создания платформы: автоматизация формирования предложений в программу национальной стандартизации (ПНС) в области ИТ, повышение производительности труда разработчиков стандартов и секретариата, координация работы ТК, работающих в смежных областях ИТ, генерация отчетных материалов, доступ к документам, стандартам и нормативным актам, сбор информации о существующих проектах стандартов зарубежных организаций по стандартизации.

В ходе решения последней задачи был создан банк документов,

содержащий актуальные проекты зарубежных стандартов (JTC1, ISO 184 Системы автоматизации и интеграция, IEC TC65 Измерение, контроль и автоматизация промышленных процессов).

Для решения задачи автоматизации формирования предложений в ПНС есть ряд проблем, требующих детального рассмотрения: отбор стандартов, которые нужны в программу в первую очередь, при формировании ПНС нужно учесть мнение большого количества экспертов, генерация отчетного материал. Решение первой проблемы требует наличия единого классификатора, поскольку банк данных ИПС: ИТ содержит проекты стандартов из различных международных организаций по стандартизации.

Поэтому специально для ИПС: ИТ был разработан классификатор стандартов, который позволил бы оценить количество стандартов в зависимости от области в ИТ (рисунок 3).

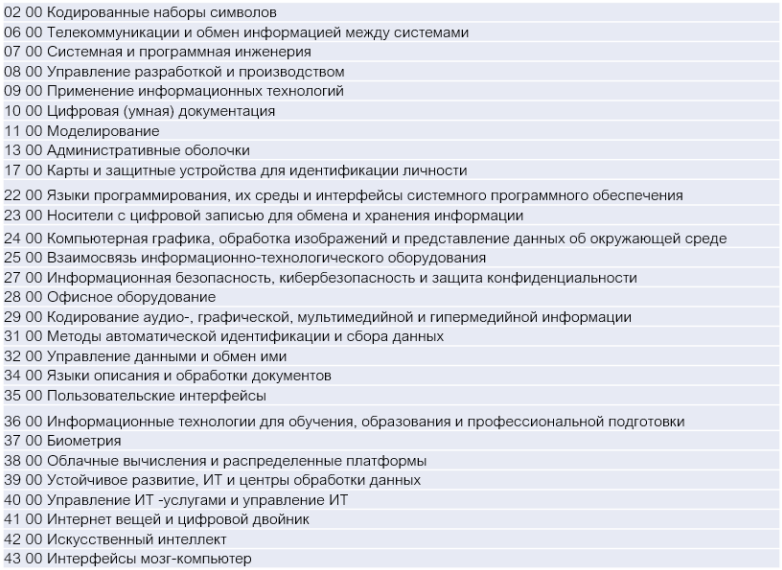


Рис. 3. Классификатор ИПС: ИТ направлений

Это двухуровневый классификатор, на 1 уровне – 28 категорий, всего - более 250 категорий. В большинстве своем классификатор

соответствует международному, однако в нем есть категории, отсутствующие в международном классификаторе: Искусственный интеллект, Интерфейсы мозг-компьютер, Интернет вещей, Управление ИТ. В будущем он будет дорабатываться и дополняться. По данному классификатору были отклассифицированы стандарты ГОСТ Р, а также стандарты JTC1 и проведено сравнение. Результаты сравнения – на рисунке 4.

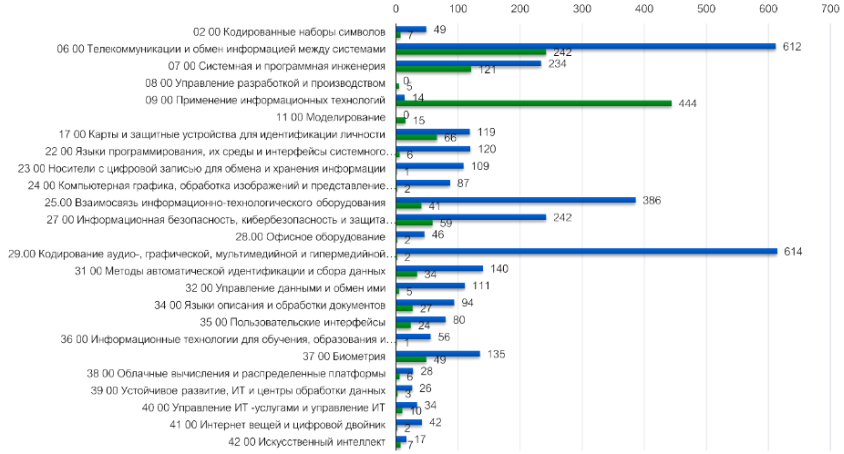


Рис. 4. Сравнение количества стандартов ГОСТ Р и JTC1, отклассифицированных по классификатору ИПС: ИТ направлений

Таким образом можно легко определить области, в которых разработка национальных стандартов наиболее актуальна, а именно: информационная безопасность, системная и программная инженерия, и телекоммуникации.

Для решения второй проблемы был разработан механизм формирования предложений в программу стандартизации информационных технологий.

Был предложен следующий вариант:

1. При помощи банка данных ИПС ИТ создается таблица в формате Excel с предложениями в ПНС. Так как работа с экспертами специфична, было принято решение работать именно с Excel-

таблицами.

2. Затем она рассылается экспертам, которые затем определят какие из стандартов нужны.

3. Ответы от экспертов автоматически обрабатываются, затем формируется сводная таблица.

4. Из сводной таблицы получается итоговая.

После получения итоговой таблицы нужно сгенерировать отчет. Для решения этой задачи было принято решение создать конструктор отчетов (генератор документов), который смог бы:

- Создавать и сохранять шаблоны отчетных документов
- Обрабатывать текстовые данные и изображения
- Обрабатывать таблицы с большим количеством строк, разделять их и вставлять в документ

На текущий момент данные инструменты дорабатываются и проводится их тестирование.

Список литературы

1. Каталог ГОСТ (Российский архив государственных стандартов) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rags.ru/gosts/. – Дата доступа: 15.04.2023.

2. Кодекс - ИС "Техэксперт: 6 поколение" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://discuss.kodeks.ru/. – Дата доступа: 15.04.2023.

3. Platform Industrie 4.0 - What is Industrie 4.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/EN/Industrie40/WhatIsIndustrie40/what-is-industrie40.html. – Дата доступа: 15.04.2023.

4. Platform Industrie 4.0 - The platform's working groups [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/EN/ThePlatform/Structure-Organization/PlatformWorkingGroups/platform-working-groups.html. – Дата доступа: 15.04.2023.

5. Platform Industrie 4.0 - Blinde Flecken in der Umsetzung von Industrie 4.0 – identifizieren und verstehen [Электронный ресурс]. – Режим

доступа: https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Blinde_Flecken.html. – Дата доступа: 15.04.2023.

6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 06.11.2021 № 3142-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности» // «Собрание законодательства РФ», 15.11.2021, №46

7. Platform Industrie 4.0 - 2030 Vision [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/34Njtm. – Дата доступа: 15.04.2023.

УДК 004.056:519.854

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА АТРИБУТОВ ПРИ МНОГОФАКТОРНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Быков А.Ю.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: bykov_a@mirea.ru

В статье представлена оптимизационная модель выбора атрибутов при многофакторной аутентификации пользователей автоматизированной системы. Модель основана на постановке задачи булевого программирования с нелинейным показателем качества, задающим оценку среднего ущерба из-за ошибок аутентификации, и линейными ограничениями. Представлены рекомендации по выбору метода для решения сформулированной задачи.

Ключевые слова: многофакторная аутентификация, атрибут аутентификации, автоматизированные системы, ошибки первого и второго родов, дискретное программирование, нелинейный показатель качества.

Введение

В настоящее время в автоматизированных системах (АС) для обеспечения безопасности информации широко используется идентификация и аутентификация пользователей (субъектов). Для повышения безопасности информации рекомендуется использовать многофакторную аутентификацию [1-4].

В «ГОСТ Р 58833-2020. Защита информации. Идентификация и аутентификация. Общие положения» определено понятие фактора как вид (форма) существования информации, используемой при идентификации и аутентификации. Введено три фактора: фактор знания (пароль, и т.п.), фактор владения (USB-токен и т.п.), биометрический фактор. Кроме понятия фактора используется понятие атрибута как признака или свойства субъекта или объекта доступа. При

аутентификации по этим трем факторам можно использовать разные атрибуты. По фактору знания: пароль, парольная фраза, ПИН-код и др. По фактору владения: USB-токен, смарт-карта, ключ iButton и др. По биометрическому фактору: голос, рисунок сетчатки глаза, отпечаток пальца и др.

В ГОСТ Р 58833-2020 не определено какие факторы использовать при многофакторной аутентификации и какие атрибуты внутри факторов выбирать, в современных условиях эта задача является актуальной. Сформулируем математическую постановку задачи выбора атрибутов при многофакторной аутентификации на основе оптимизационного подхода. Похожая модель на основе игрового подхода, но для клавиатурного подчерка, как дополнительного атрибута аутентификации рассмотрена в [5].

Математическая модель

Исходные данные

1. Основные базисные множества:

S=$\{S_1, S_{2,\dots,} S_n\}$ – множество пользователей АС (субъектов), N=$\{1, 2_{,\dots,} n\}$ – множество индексов пользователей.

A=$\{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ – множество атрибутов аутентификации, M=$\{1, 2, \dots, m\}$ – множество индексов атрибутов. Множество атрибутов и их индексов можно разбить на три непересекающихся подмножества $M = M^{(1)} \cup M^{(2)} \cup M^{(3)}$, соответствующим трем факторам аутентификации, каждый атрибут относится к одному из трех факторов аутентификации.

2. Параметры элементов множеств:

$p_i^{(1)} \in [0,1], \forall\, i \in M -$ вероятность ошибки первого рода (недопуск законного пользователя) при использовании *i*-го атрибута.

$p_i^{(2)} \in [0,1], \forall\, i \in M -$ вероятность ошибки второго рода (допуск нарушителя) при использовании *i*-го атрибута.

$t_i \geq 0, \forall\, i \in M$ – время, затраченное на аутентификацию с использованием *i*-го атрибута.

$c_i \geq 0, \forall\, i \in M$ – стоимость реализации аутентификации по *i*-му атрибуту.

$T_j^{(\max)}, \forall\, j \in N$ – максимальная допустимая длительность процесса

аутентификации для *j*-го пользователя.

$u_j^{(1)} \geq 0, \forall\, j \in N -$ оценка ущерба в случае ошибки первого рода, для *j*-го пользователя при аутентификации, ущерб зависит от важности информации, с которой работает пользователь.

$u_j^{(2)} \geq 0, \forall\, j \in N$ – оценка ущерба в случае ошибки второго рода для *j*-го пользователя.

$C^{(\max)}$ – максимальная допустимая стоимость реализации аутентификации для всех пользователей.

Искомые переменные

Введем булеву переменную $x_{ji} \in \{0,1\},\ ,\forall\, j \in N,\ i \in M,\ x_{ji} = 1,$ если для *j*-го пользователя используется *i*-ый атрибут аутентификации, $x_{ji} = 0$ – в противном случае, переменные образуют вектор X – вектор булевых переменных.

Показатель качества

Будем оценивать ущерб, связанный с возможными ошибками аутентификации. Считаем, что объект прошел аутентификацию, если результат по всем атрибутам будет положительный. Результат аутентификации по каждому атрибуту считается независимым от других атрибутов.

Вероятность ошибки первого рода при использовании нескольких атрибутов аутентификации для *j*-го пользователя:

$$P_j^{(1)}(X) = 1 - \prod_{\substack{i=1 \\ x_{ji}=1}}^{m} \left(1 - p_j^{(1)}\right),\ \forall\, j \in N.$$

Вероятность ошибки второго рода при использовании нескольких атрибутов для *j*-го пользователя:

$$P_j^{(2)}(X) = \prod_{\substack{i=1 \\ x_{ji}=1}}^{m} p_j^{(2)},\ \forall\, i \in N.$$

При расчете вероятностей ошибок компоненты вектора X присутствуют только под знаком произведения, $x_{ji} = 1$ означает, что в произведении участвуют только множители, для которых компоненты X равны 1.

Оценка среднего ущерба будет:

$$U(X) = \sum_{j \epsilon N} \left[u_j^{(1)} P_j^{(1)}(\mathrm{X}) + u_j^{(2)} P_j^{(2)}(\mathrm{X}) \right] \quad (1)$$

Данный показатель необходимо минимизировать.

Ограничения

Ограничения на то, что для каждого пользователя используется хотя бы один атрибута (в произведениях при расчете ошибок будет хотя бы один множитель):

$$\sum_{i \epsilon M} x_{ji} \geq 1, \forall j \in N. \quad (2)$$

Ограничения на то, что для каждого фактора аутентификации используется не более одного атрибута:

$$\sum_{i \,\epsilon\, M^{(k)}} x_{ji} \leq 1, \forall j \in N, k \in \{1, 2, 3\}. \quad (3)$$

Ограничения на допустимое время прохождения аутентификации для каждого пользователя:

$$\sum_{i \epsilon M} t_i \, x_{ji} \leq T_j^{(\max)}, \forall j \in N. \quad (4)$$

Ограничение на стоимость реализации аутентификации:

$$\sum_{j \epsilon N} \sum_{i \epsilon M} c_i x_{ji} \leq C^{(\max)} . \quad (5)$$

Обобщенная постановка задачи

$$U(X) \rightarrow \min_{X \in \Delta_{\text{доп}}} ,$$

где $\Delta_{\text{доп}}$ – множество допустимых альтернатив, определяемых ограничениями (2) – (5):

$$\Delta_{\text{доп}}: \begin{cases} \sum_{i \epsilon M} x_{ji} \geq 1, \forall j \in N, \\ \sum_{i \,\epsilon\, M^{(k)}} x_{ji} \leq 1, \forall j \in N, k \in \{1, 2, 3\}, \\ \sum_{i \epsilon M} t_i \, x_{ji} \leq T_j^{(\max)}, \forall j \in N, \\ \sum_{j \epsilon N} \sum_{i \epsilon M} c_i x_{ji} \leq C^{(\max)} . \end{cases}$$

Поставленная задача является задачей булева программирования с нелинейным по X показателем качества (1) и линейными ограничениями (2) – (5).

О методах решения

Существует множество методов решения подобных задач, выбор метода следует осуществлять с учетом нелинейного показателя качества (1). Методы решения могут быть точными и приближенными [6]. Следует учитывать, что для подобного типа задач точные методы имеют экспоненциальную вычислительную сложность, при большой размерности рекомендуется выбирать приближенные

методы с полиномиальной сложностью. При определенной модификации можно использовать точные методы: метод ветвей и границ, различные методы неполного перебора на решетке или на дереве, например, алгоритм Балаша и др. Можно при модификации использовать приближенные методы: жадные алгоритмы, генетические алгоритмы, «муравьиные» алгоритмы и др.

Список литературы

1. Казанцев И.С. О возможном подходе к аутентификации пользователя по клавиатурному почерку на основе ПЭМИ клавиатуры // Безопасные информационные технологии. Сборник трудов XI международной научно-технической конференции. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. С. 130-134.

2. Крутохвостов Д.С., Хиценко В.Е. Парольная и непрерывная аутентификация по клавиатурному почерку средствами математической статистики // Вопросы кибербезопасности. 2017. № 5 (24). С. 91-99.

3. Ложников П.С., Сулавко А.Е., Бурая Е.В., Писаренко В.Ю. Аутентификация пользователей компьютера на основе клавиатурного почерка и особенностей лица // Вопросы кибербезопасности. 2017. № 3 (21). С. 24-34.

4. Коннова Н.С., Сафина А.Д. Использование нейросетевых методов и атомарных функций в задаче биометрической аутентификации по ЭКГ // Безопасные информационные технологии. Сборник трудов XI международной научно-технической конференции. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2021. С. 165-172.

5. Быков А.Ю., Акулова Н.О. Игровая постановка задачи выбора дополнительного фактора аутентификации для рабочих мест на примере клавиатурного почерка // Безопасные информационные технологии. Сборник трудов Десятой международной научно-технической конференции. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. С. 46.

6. Басараб М.А., Коннова Н.С. Исследование операций в информационной безопасности: учеб.-метод. пособие – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019. 73 с.

УДК 004.4

ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗАЦИИ КАТАЛОГИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ

[1,2]Сорокин А.В., [2]Гайнаншина Л.А.

[1]МИРЭА- Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, пр-т Вернадского, 78, e-mail:: avsorokin@mirea.ru

[2]ООО «Эква-Н», 119234, г. Москва, Ленинские горы, владение 1, строение 75Д, e-mail: info@ekva-n.ru

В связи с потребностями компаний иметь детальные классификаторы продукции для своих каталогов, в том числе в целях закупочной деятельности, и отсутствием возможности удовлетворить полные запросы функционального характера с применением действующего ОКПД 2, ряд крупнейших организаций вынуждены самостоятельно разрабатывать свои классификаторы в номенклатурных каталогах под собственные нужды. Сегодня в повестке цифровой трансформации для промышленных предприятий России растет актуальность создания экосистем, в рамках которых необходим единый источник о производимой продукции для потребителей и поставщиков внутри отрасли, включая анализ и валидный подбор аналогов для импортозамещения.

Ключевые слова: автоматизированная система, нормативно-справочная информация, классификаторы, каталогизация продукции, импортозамещение.

Перед бизнес-сообществом стоит проблема однозначного толкования каталогизируемой продукции и это должно рассматриваться как общегосударственная, национальная задача нашей экономики. Задачи методологии построения, формирования и ведения каталогов промышленной продукции на любых уровнях связано с вопросами классификации [1] и применения различных классификаторов, включая общероссийские – ОК, кодификации и описания каталожных позиций, выполненные с учетом задач

применения каталогов. В связи с тем, что каталоги промышленных предприятий содержат потребляемую продукцию производителей многих отраслей, они, по сути, носят межотраслевой характер.

В 2017 году Российская Федерация перешла на применение общероссийского классификатора продукции по видам деятельности ОК 034-2014 (ОКПД 2), который предназначен для обеспечения информационной поддержки задач, связанных со статистическим анализом, разработкой нормативных правовых актов, налогообложением, закупками для государственных и муниципальных нужд, стандартизацией и обязательным подтверждением соответствия продукции и др. (данный классификатор имеет только 17 тысяч. классификационных группировок, включая еще и услуги, а отнесение объекта классификации к классификационным группировкам не совсем однозначно).

Применение общероссийских классификаторов, в том числе ОКПД 2, является обязательным в государственных и муниципальных информационных системах при межведомственном информационном взаимодействии (ПП РФ от 07.06.2017 N 733). А также ОК применяется субъектами хозяйственной деятельности там, где это необходимо для отчетности и закупок, включая учет в своих локальных каталогах закупаемой и производимой продукции. ОКПД2 в автоматизированных системах предприятий используются как ссылочные (не основные) для обслуживания задач, связанных с требованиями государства. Производители при этом вынуждены для информации по закупкам и тендерам заказчиков учитывать у себя отдельно информацию для каждого потребителя и случая там, где это возможно, поскольку между ними она не стандартизована для одинаковой номенклатуры. Что не позволяет говорить о возможности создания экосистем в этих случаях [2]. Но даже и при принятии новых классификаторов, проблема автоматизации в отношении договоров поставок, услуг, снабжения, многочисленных производственных и отчетных (фискальных) функций не будет решена.

Ситуация еще больше обострилась в связи с необходимостью решать дополнительно вопросы импортозамещения, как в рамках конкретной организации, так и в рамках целых отраслей

промышленности.

При этом в системе Росстандарта имеется 25-летний опыт формирования и ведения банка данных «Продукция России» на основании каталожных листов продукции, охватывающего практически все отрасли отечественной промышленности. В его формировании участвуют сами предприятия при поддержке Росстандарта во всех регионах, и они сами же являются ее пользователями. Что особенно востребовано средним и малым бизнесом.

Важнейшим условием при этом являются вопросы стандартизации требований к составу данных об однородной продукции по ее видам. Россия сегодня практически не имеет таких стандартизированных требований для применяемых каталогов любого уровня. А задачи каталогизации в компаниях России до сих пор ошибочно относят к исполнению служб ИТ и курированию службами снабжения (хотя это заказчик только одной из стадий жизненного цикла для управления промышленными объектами), не имеющими компетенций для решения задач стандартизации. При этом также и задачи импортозамещения требует разработки специально методик анализа соответствия продукции, произведенной по разным системам стандартизации.

Данную проблему можно решить, если наполнить каталог реальным перечнем видов продукции, выпускаемой как российскими, так и иностранными производителями и обязательно с техническими параметрами, реальным перечнем видов услуг, оказываемых предприятиями, а также реальными видами объектов капитального строительства (производственными объектами) и тоже с техническими параметрами. Наполнение каталогов необходимо проводить в момент сертификации продукции. Почти вся продукция, услуги, объекты производства должны иметь сертификат соответствия – обязательный или добровольный.

Добровольная сертификация в России получила своё развитие с принятием закона о техническом регулировании, регламентирующем правила добровольной сертификации продукции и порядок аккредитации систем добровольной сертификации продукции. Это привело к возникновению нескольких систем добровольной сертификации, среди которых наиболее авторитетной и развитой стала

система сертификации ГОСТ Р.

Основными особенностями систем сертификации являются:

- строгий подход к аккредитации центров сертификации;

- сертификация минимизирует риск поставки некачественной продукции;

- заявитель в случае добровольной сертификации дополнительно получает независимую и максимально достоверную информацию о качестве своей продукции и может более эффективно продвигать ее торговую марку на потребительском рынке товаров;

Поскольку сертификация контролируется из единого центра, будет исключаться возможность присвоения одной и той же продукции, производимой по одним стандартам, различных параметров. Каждому виду продукции (услуг), сертифицируемому в Системе будет присваиваться соответствующий код [3]. Тем самым будет формироваться единый каталог товаров и услуг. В этом случае будет образовываться группа производителей, продукция/услуги которых будет однозначно классифицирована. Поставщики и покупатели по коду продукции/услуг смогут однозначно определить их характеристики.

Многие крупные предприятия РФ пошли по пути создания своих собственных классификаторов и каталогов на основе самостоятельно разработанных принципов классификации продукции и услуг, а также классификаторов объектов капитального строительства. Данные классификаторы и каталоги разрабатываются самостоятельно сотрудниками IT служб данного предприятия или приобретаются как самостоятельный программный продукт, который предлагается специализированными компаниями, и который нужно будет сопрягать с имеющимися на предприятии автоматизированными системами [4].

В результате одна и та же продукция одного и того же производителя описывается в каталогах различных предприятий по-разному, т.к. наполняются каталоги на основании спецификаций, счетов – фактур и редко паспортов оборудования.

Для того, чтобы эффективнее решить поставленную задачу, необходимо использовать информационные технологии. Автоматизированные системы каталогизации продукции должны

выполнять следующие задачи [5], [6]:

- автоматизировать весь процесс ведения документооборота (подача заявлений на аккредитацию, аттестацию, сертификацию; согласование заявлений; формирование и учет договоров; учет выданных сертификатов; формирование и согласование планов мероприятий по проведению сертификационных работ; формирование базы данных нормативных документов);
- предоставлять доступ Заявителям для работы в Системе (прикреплять различные документы, отслеживать состояние проводимых работ, получать необходимую информацию);
- автоматизировать процесс централизованного ведения системы классификаторов для сертифицируемой продукции, услуг, объектов. Система ведения классификаторов должна включать подсистемы отправки запросов, ввода новых параметров, согласование изменений экспертами;
- автоматизировать процесс сертификации, связанный со сравнением состава и значений параметров сертифицируемой продукции/услуг с параметрами, соответствующими нормативной документации для данного класса (т.е. с параметрами эталонного классификатора) и присвоения соответствующего кода;
- обеспечить организационно-правовое, программно-техническое и информационно-технологическое взаимодействие объектов и субъектов информационного взаимодействия, а также упорядочить информационное поле такого взаимодействия между ними благодаря формированию и ведению обоснованной рубрикации и гармонизации используемой при этом организационно-правовой и нормативно-справочной информации.

Список литературы

1. Основные положения единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации и унифицированных систем документации в Российской Федерации. Правила по стандартизации ПР 50.1.019-2000, М., Госстандарт РФ, 2000г., 15с.

2. Мачкин П.И. «Проблемы формирования и ведения единого информационного пространства формализованных данных Российской Федерации» / Сборник трудов научно-технического конгресса по безопасности «Безопасность – основа устойчивого развития регионов и мегаполисов», октябрь – ноябрь 2005г., М: ООО «Научно-издательский центр «Инженер», 609с., стр. 24-27.

3. Зоря Е.И., Гайнаншина Л.А., Сорокин А.В. Использование современных средств автоматизации в системах сертификации / Журнал «Управление качеством в нефтегазовом комплексе», №3 2010г., стр.23.

4. Сорокин А.В., Гайнаншина Л.А. "Информационное сопряжение взаимодействующих автоматизированных систем" / Сборник трудов XI Международной научной конференции «ИТ-СТАНДАРТ 2021» - М: Издательство "Проспект", 2022, стр.290-295.

5. Гайнаншина Л.А. Автоматизированная система СИРИУС-НТ и ее применение в системах управления безопасностью сложных систем / Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды 17-й Международной конференции. М., декабрь 2009г., М.: РГГУ, 2009, стр.467-471.

6. Гайнаншина Л.А., Сорокин А.В. Система поддержки принятия решения в области ИТ-стандартизации: программно-информационный комплекс СИРИУС-НТ / Вторая международная конференция «Стандартизация, сертификация, обеспечение эффективности, качества и безопасности информационных технологий: ИТ-стандарт 2011», 11 – 12 октября 2011, МГТУ МИРЭА, М., стр.131-133.

УДК 004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ НАЗЕМНЫХ РОБОТОВ

Ал-Хафаджи Исра М. Абдаламир

МИРЭА- Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, пр-т Вернадского, 78, e-mail: misnew6@gmail.com

В этой статье обсуждается возможность применения эволюционных алгоритмов для оптимизации систем управления наземными роботами и улучшения способности наземных роботов к осуществлению навигации в сложных средах и способности избегать препятствия. Приведен алгоритм, описывающий шаги, необходимые для улучшения движения наземных роботов на базе эволюционных алгоритмов. Рассмотрен практический пример использования эволюционных алгоритмов для улучшения движения наземных роботов, а именно оптимизация контрольной системы четырехколесного наземного робота для максимальной скорости в прямой линии. Приведен сценарий оптимизации системы управления наземным роботом для прохождения лабиринта. Приведены и обсуждены результаты реализации алгоритмов следования наземных роботов в лабиринте.

Ключевые слова: эволюционные алгоритмы, наземные роботы, сложные среды, транспортировка, алгоритмы оптимизации, избегание препятствий, управляющие переменные, устойчивость.

Введение

Эволюционные алгоритмы - это класс алгоритмов оптимизации и поиска, базирующихся на принципах естественной эволюции. Эволюционные алгоритмы часто используются для поиска решений сложных задач, которые трудно решить с помощью традиционных методов. Одна из областей, где эволюционные алгоритмы показали обещающие результаты, - это управление наземными роботами. Наземные роботы используются в различных областях, включая поиск и спасение, эксплорацию и транспортирование. Однако одной из

основных проблем в управлении наземными роботами является способность осуществлять навигацию в сложных средах и избегать препятствий. Традиционные методы управления, такие как пропорционально-интегрально-дифференциальное управление (PID), ограничены в своей способности адаптироваться к изменениям в окружающей среде. Наземные роботы - это мобильные роботы, предназначенные для движения по земле и взаимодействия с окружающей средой. Это особенно проблематично в динамических средах, где препятствия могут внезапно появляться или макет среды может изменяться. Для оптимизации систем управления наземных роботов используют эволюционные алгоритмы. Эволюционные алгоритмы имитируют процесс естественной эволюции, в котором массив решений подвергается селективному давлению, и выбираются самые приспособленные решения, что со временем позволяет эволюционировать в сторону лучших решений.

В случае наземного робота эволюционный алгоритм может быть использован для оптимизации системы управления, определяющей движение робота. Алгоритм может быть инициализирован с популяцией случайно сгенерированных систем управления, и робот может быть испытан в симулированной среде с препятствиями. Системы управления, позволившие наземному роботу наиболее успешной избежать препятствий, будут выбраны для выживания и размножения, менее успешные системы управления будут отброшены. Этот процесс, повторяемый в течение многих поколений, приводит к популяции систем управления, высоко адаптированных к задаче избежания препятствий.

Цель исследования - управление наземными роботами в сложных окружающих условиях на основе разработки систем управления наземными роботами на основе эволюционного подхода.

Материал и методы исследования

В [1] рассмотрено управление транспортным автономным роботом в неструктурированной среде и в условиях чрезвычайных ситуаций. Конструкция робота содержит комбинированную систему движителей, состоящую из трансформируемых гусеничных и колесных групп, позволяющую перемещаться по различным видам поверхностей и

преодолевать препятствия сложной конфигурации. В результате построения кинематической модели блока реконфигурации получена возможность более точного управления роботом при снижении требуемых усилий исполнительного механизма. В [2] показано, что на основе улучшенного эволюционного алгоритма можно избежать «деградации» традиционного генетического алгоритма и быстрее получить оптимальное решение. Проверка оптимизации параметров процесса выполнена во время строительства испытательной платформы полировочного робота. Результаты испытаний демонстрируют значительное сокращение времени удаления заусенцев на единицу длины и повышение эффективности по сравнению с эмпирическим методом. В работе [3] сделан ряд предложений по применению усовершенствованного эволюционного алгоритма, показан достигнутый положительный эффект на примере оптимизации параметров полировки промышленного робота для оптимизации управления параметрами производственного процесса. В работе [4] представлен метод использования эволюционных алгоритмов для улучшения планирования движения автономных роботов, продемонстрирована эффективность предложенного подхода для использования наземного робота в симулированной среде с препятствиями. Применение эволюционного алгоритма улучшило способность робота к навигации в среде. Авторы [5] описывают использование эволюционного алгоритма для оптимизации контроллеров для мобильного робота. Робот был протестирован в симулированной среде с препятствиями, и эволюционный алгоритм значительно улучшил производительность робота в избегании препятствий. В [6] описан метод использования искусственных нейронных сетей и генетических алгоритмов для улучшения способности мобильных роботов избегать препятствий. Подход был протестирован с использованием наземного робота в симулированной среде со статическими и динамическими препятствиями. Авторы нашли, что комбинация нейронных сетей и генетических алгоритмов существенно улучшила производительность робота в терминах избегания препятствий. В статье [7] предоставлен анализ эволюционных алгоритмов для динамической оптимизации, включая

генетические алгоритмы, генетическое программирование и эволюционные стратегии. Дано обсуждение сильных и слабых сторон каждого метода и приведены примеры применения методов для различных сред. Для улучшения движения наземных роботов с помощью эволюционных алгоритмов необходимо выполнить следующие шаги:

1. Выбрать среду симуляции для проведения тестирования наземного робота: размеры и форму среды, препятствия или другие объекты, физические свойства поверхности Земли.

2. Спроектировать управляющую систему для наземного робота: определить входные данные, получаемые роботом, триггеры, используемые для движения и взаимодействия со средой, и алгоритмы обработки входных данных и генерации выходных команд.

3. Для улучшения эффективности наземного робота применить эволюционный алгоритм: определить начальный набор управляющих систем, критериев выбора для генерации следующего поколения, операторов мутации и скрещивания для создания новых управляющих систем из существующих.

4. Оценить эффективность наземного робота с помощью метрик скорости, гибкости, устойчивости и эффективности, способность обходить препятствия или следовать определенному маршруту.

5. Итеративное применение эволюционного алгоритма по результатам оценки эффективности для управления выбором и модификацией управляющих систем.

6. При достижении требуемого уровня эффективности поведения наземного робота, результирующая управляющая система может быть протестирована в симулированной среде для подтверждения ее эффективности. Если оптимизированная управляющая система показывает приемлемые результаты в симуляции, то она может быть реализована на физическом наземном роботе и протестирована в реальном мире.

Необходимые корректировки могут быть сделаны в управляющей системе на основе результатов тестирования в реальном мире. Оптимизированная управляющая система затем может быть использована для улучшения эффективности других наземных роботов,

либо прямым внедрением, либо как точка отправления для дальнейшей оптимизации. Также полезно сравнить производительность оптимизированной системы управления с данными систем управления, реализованных на основе традиционных методов управления или на альтернативных алгоритмах оптимизации.

Как практический пример использования эволюционных алгоритмов для улучшения движения наземных роботов, рассмотрим сценарий, где целью является оптимизация контрольной системы четырехколесного наземного робота для максимальной скорости в прямой линии. Робот оснащен четырьмя двигателями. Каждый двигатель независимо управляем применением определенного крутящего момента к соответствующему колесу. Контрольная система состоит из набора коэффициентов, определяющих величину применяемого крутящего момента к каждому колесу в любой момент времени. Алгоритм действий:

1. Инициализация популяции контрольных систем: создается популяция из N контрольных систем, состоящих из набора четырех коэффициентов (один для каждого двигателя). Эти коэффициенты инициализируются случайным образом в заданном диапазоне.
2. Оценка производительности каждой контрольной системы: земляной робот моделируется в заданной среде, и скорость робота измеряется для каждой контрольной системы. Это делается с помощью применения коэффициентов контрольной системы к двигателям и измерения результирующей скорости робота на фиксированном расстоянии.
3. На основе оценки производительности в шаге 2 для следующего поколения выбираются лучшие управляющие системы, остальные управляющие системы отбрасываются.
4. Создаются новые управляющие системы для следующего поколения с помощью операторов мутации и скрещивания, применяемых к выбранным управляющим системам из шага 3. Мутация включает в себя случайное изменение коэффициентов управляющей системы, в то время как скрещивание включает в себя комбинирование коэффициентов двух управляющих систем, чтобы создать новую.

Пока не достигнут желаемый уровень производительности или не

выполнено максимальное количество поколений повторяем шаги 2-4 (табл. 1). Средняя скорость наземного робота постепенно увеличивается в течение процесса оптимизации, в то время как лучшая скорость достигает максимального значения 1,05 м/с после 10 поколений.

Таблица.1. Эволюция скорости в системе управления земельным роботом

Поколение	Средняя скорость (м/с)	Лучшая скорость (м/с)
1	0.50	0.60
2	0.55	0.65
3	0.60	0.70
4	0.65	0.75
5	0.70	0.80
6	0.75	0.85
7	0.80	0.90
8	0.85	0.95
9	0.90	1.00
10	0.95	1.05

Пример результатов этого процесса оптимизации показан в табл. 2. В этом примере средняя скорость и средняя стабильность наземного робота постепенно увеличиваются в течение процесса оптимизации, в то время как лучшая скорость и лучшая стабильность достигают максимальных значений 1,05 м / с и 1,15 соответственно после 10 поколений. Это указывает на то, что эволюционный алгоритм успешно улучшил производительность наземного робота, находя контрольные системы, которые привели к быстрее и более стабильному движению вокруг препятствий. Также можно использовать эволюционные алгоритмы для оптимизации системы управления наземным роботом для следования определенному пути или навигации в лабиринте. В этих случаях критерии производительности включают в себя меры точности и эффективности, следования роботом желаемому пути или прохождению лабиринта.

Для оптимизации системы управления наземным роботом для прохождения лабиринта можно следовать алгоритму:

1. В симулированной среде строится лабиринт, а также любые дополнительные объекты или препятствия, которые могут присутствовать.

2. Система управления для наземного робота проектируется с учетом входных данных от датчиков, таких как камеры или лазерные

дальномеры, а также исполнительных устройств для управления движением робота и другими действиями.

3. Реализуется эволюционный алгоритм, чтобы оптимизировать производительность наземного робота в лабиринте. Это может включать в себя определение начальной популяции систем управления, критериев выбора, используемых для выбора систем управления, которые будут использоваться для создания следующего поколения, и операторов мутации и скрещивания, которые будут использоваться для создания новых систем управления из существующих.

4. Наземный робот моделируется в лабиринте и его производительность оценивается на основе точности и эффективности решения лабиринта.

5. Итерация в эволюционном алгоритме: результаты оценок производительности используются для указания выбора и изменения систем управления с целью улучшения производительности наземного робота.

Таблица.2. Результаты оптимизации системы управления

Поколение	Средняя скорость (м/с)	Средняя устойчивость	Лучшая скорость (м/с)	Лучшая устойчивость
1	0.50	0.50	0.60	0.70
2	0.55	0.55	0.65	0.75
3	0.60	0.60	0.70	0.80
4	0.65	0.65	0.75	0.85
5	0.70	0.70	0.80	0.90
6	0.75	0.75	0.85	0.95
7	0.80	0.80	0.90	1.00
8	0.85	0.85	0.95	1.05
9	0.90	0.90	1.00	1.10

Этот процесс повторяется, пока не достигнут желаемый уровень производительности. Пример результатов этого процесса оптимизации показан в таблице 3. В этом примере среднее время решения лабиринта и средняя дистанция, пройденная роботом, регулярно уменьшаются в ходе процесса оптимизации, в то время как лучшее время решения лабиринта и лучшая пройденная дистанция достигают минимальных значений 5 с и 45 м соответственно после 10 поколений. Это указывает на то, что эволюционный алгоритм успешно улучшил производительность наземного робота, находя контрольные системы,

которые привели к более эффективному и точному решению лабиринта.

Таблица.3. Эволюция производительности наземного робота в лабиринте

Поколение	Среднее время решения (с)	Средняя пройденная дистанция (м)	Лучшее время решения (с)	Лучшая пройденная дистанция (м)
1	60	100	50	90
2	55	95	45	85
3	50	90	40	80
4	45	85	35	75
5	40	80	30	70
6	35	75	25	65
7	30	70	20	60
8	25	65	15	55
9	20	60	10	50
10	15	55	5	45

Выводы

В настоящее время наблюдается тенденция перехода от дистанционного управления робототехническими комплексами к автономному.

В этом случае наземный робот должен самостоятельно принимать решения по подготовке и исполнению маршрута движения. При этом он должен использовать текущую информацию о состоянии комплекса и характеристиках объектов окружающей среды.

Для решения данной задачи используется множество методов, позволяющих роботу выбирать маршрут движения с учетом препятствий, возникающими на его пути. Особое место среди таких методов занимают нейронные сети, которые позволяют обеспечить достаточное эффективное управление движением наземного робота при меньших схемных и временных затратах.

Поэтому автор предложила использовать эволюционные алгоритмы для управления движением наземных роботов, так как данные алгоритмы работают существенно лучше градиентных методов для не унимодальной целевой функции.

При использовании эволюционных алгоритмов после выполнения заданного количества операций скрещивания и мутации робот останавливает вычисления и находит наилучшее возможное решение.

Проведенные испытания показали перспективность использования эволюционные алгоритмы для управления движением наземных роботов.

Список литературы

1. Основные положения единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации и унифицированных систем документации в Российской Федерации. Правила по стандартизации ПР 50.1.019-2000, М., Госстандарт РФ, 2000г., 15с.

1. Цюе У, Рачков М. Ю. Расчет и оптимизация работы механизма реконфигурации колесно-гусеничного мобильного робота // Мехатроника, автоматизация, управление. 2022. №4. С.209-215.

2. G.Yao, Y. Li, M.D. Ansari, M.A. Talab & A. Verma Optimization of industrial process parameter control using improved genetic algorithm for industrial robot. Paladyn, Journal of Behavioral Robotics. 2022. Vol.13. P. 67–75.

3. T. A. N. G. Wei, Y. A. N. G. Runshan, and S. U. N. Zhenyu Application of the PID parameters optimization based on improved genetic algorithm in blow-through steam flow rate control. Trans. China Pulp Pap. 2019. Vol. 34, № 1. P. 60–66.

4. Li, R., Hu, H., & Hu, J. Evolutionary optimization of a robotic fish using a hybrid genetic algorithm. IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 2014. Vol. 18(2). P.243-257.

5. Nguyen, D., Nguyen, T., & Lee, D. Adaptive motion planning for autonomous robots using evolutionary algorithms. Robotics and Autonomous Systems. 2018. Vol. 105. P.11-21.

6. Muñoz, J., Alba, J., & Soto, M. Evolutionary control of a quadrotor using particle swarm optimization. IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 2013. Vol. 17(4). P.531-547.

7. Hassan, S., Al-Nimr, M., & Al-Dhahir, A. Obstacle avoidance for mobile robots using artificial neural networks and genetic algorithms. International Journal of Robotics and Automation. 2016. Vol. 31(1). P.37-48.

УДК 681.3

Оптимизация планирования числовых показателей корпоративных бизнес-процессов с использованием методов линейного программирования

Андрианова Е.Г., Вишняков М.Е., Полторак А.В.

МИРЭА- Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, пр-т Вернадского, 78, e-mail: vishnyakov_me@mail.ru

Рассмотрены вопросы оптимизациимкорпоративных ресурсов, имеющих численное представление и характеристики при выполнении проектов. Описан класс задач, для которых такая оптимизация должна осуществляться с учётом имеющихся ограничений по бизнес-процессам, в частности, бюджетных ограничений. Обоснована возможность и результативность решения указанных задач методами линейного программирования. Приведен и проанализирован пример, демонстрирующий предлагаемые подходы. Оценена применимость предложенных подходов с позиции перспективы построения «цифрового» предприятия.

Ключевые слова: бизнес-процессы, управление ресурсами предприятия, процессное управление, линейное программирование, корпоративные информационные системы.

Для планирования и последующей оптимизации бизнес-процессов и принятия управленческих решений по предприятию необходимо оперировать количественными показателями и характеристиками корпоративных ресурсов. Выделяют три основные группы корпоративных ресурсов: финансовые, человеческие (привлекаемые сотрудники) и «запас» времени (сроки выполнения работ и т.п.). Несмотря на имеющуюся, чаще всего непростую, корреляцию между этими корпоративными ресурсами (сотрудники получают оплату их труда, работники высокой квалификации могут выполнить необходимые работы в сокращённые сроки и т.д.) эти три категории ресурсов имеют индивидуальную значимость (например, даже имея

значительные финансовые ресурсы и высококвалифицированные человеческие ресурсы, нельзя выполнить работы раньше некоторых «минимально возможных» сроков в силу естественных особенностей этих работ).

В современных условиях промышленной революции 4.0, помимо трех указанных ресурсов, можно выделить корпоративные ресурсы, имеющие индивидуальную специфику и собственные наборы показателей (например, технологические или геополитические ресурсы и т.д.). В условиях рыночных социально-экономических отношений показатели в качестве основного или «универсального» средства корпоративной оценки, планирования и расчётов чаще всего используют финансовые ресурсы. В более широком смысле можно рассматривать описание корпоративных ресурсов и их характеристик как часть единой семантической информационной среды предприятия [1], а как основу многих корпоративных расчётов можно рассмотреть финансовые характеристики, дающие весьма полезные и достаточные по степени точности оценки.

Для описания и решения задач планирования и оценки вариантов использования корпоративных ресурсов традиционно приходится решать оптимизационные задачи по минимизации или максимизации некоторой целевой функции в рамках имеющихся ограничений. Основываясь на процессном подходе к управлению предприятием, деятельность предприятия или отдельные его проекты рассматриваются как совокупность различных видов деятельности (процессов), использующих «на входе» иодин или несколько видов ресурсов, а в результате этой деятельности на «выходе» создаётся продукт, представляющий ценность для потребителя. При этом и ресурсы, и связанные с ними параметры и «коэффициенты» (учитывающие специфику работ в рамках бизнес-процессов), и ценность продукта для потребителя и т.д. представляются в однотипных финансовых единицах измерения. А с точки зрения математических подходов для решения подобных оптимизационных задач в рамках имеющихся ограничений используются методы линейного программирования [2].

С с точки зрения решения задачи линейного программирования нет необходимости разделять преобразуемые и не преобразуемые ресурсы,

поскольку они в равной степени влияют на результат бизнес-процесса, а единственным требованием для ресурсов бизнес-процесса является возможность их числового (финансового) выражения.

Рассмотрим сумму выходов бизнес-процесса, как целевую функцию от множества переменных X, которые представляют собой ресурсы бизнес-процесса. Тогда целевая функция будет существовать в n-мерном пространстве, где n – количество ресурсов. Целевая функция существует в некой системе внешних и внутренних ограничений, учёт которых и является основной целью. Задача управления ресурсами будет заключаться в удовлетворении системы ограничений при одновременной максимизации или минимизации целевой функции в зависимости от её экономического смысла. Ограничения, в свою очередь, в любой момент времени могут быть представлены в виде линейных равенств или неравенств с использованием констант, вычисляемых независимо от решаемой задачи (например, методом экстраполяции по каким-либо имеющимся корпоративным данным предыдущих периодов и/или проектов). Это обеспечивает гибкость применения формального метода решения таких оптимизационных корпоративных задач для различных целей и позволяет программно автоматизировать соответствующие расчеты.

В качестве конкретного примера рассмотрим выполнение на предприятие некоторого проекта. Предположим, что этот проект требует выполнения трёх бизнес-процессов (обозначим их, как БП1, БП2 и БП3). Каждый БП выполняется двумя сотрудниками, всего сотрудников шесть. Обозначим почасовую оплату сотрудников в рублях, как X_i. Считаем, что существует некоторый минимум X_{min}, ниже которого платить сотруднику нельзя в соответствии с требованиями законодательства. При исчислении результатов выполнения проекта в финансовом выражении, можно сказать, что сотрудник преобразует свою оплату в финансовый результат проекта с некоторым коэффициентом эффективности k, который для каждого сотрудника вычисляется независимо, например, исходя из опыта участия этого сотрудника в уже состоявшихся ранее аналогичных корпоративных проектах. Помимо этого, учтём, что каждый сотрудник затрачивает на выполнение своей работы в рамках бизнес-процесса n

часов, и этот объём работы также известен заранее индивидуально для каждого сотрудника (планируется на основании предыдущих проектов предприятия с учётом оценки трудоёмкости нового проекта). В таком случае, задача сводится к максимизации финансового результата проекта при оптимизации почасовой ставки каждого сотрудника. Предположим также при этом, что существуют некоторые бюджетный ограничения для каждого бизнес-процесса, обозначим их, как r_i Запишем тогда целевую функцию и ограничения в общем виде для заявленных бизнес-процессов:

$$max(f) = max(n_1k_1x_1 + n_2k_2x_2 + n_3k_3x_3 + x_4k_4x_4 + n_5k_5x_5 + n_6k_6x_6)$$
$$\begin{cases} n_1x_1 + n_2x_2 \le r_1 \\ n_3x_3 + n_4x_4 \le r_2 \\ n_5x_5 + n_6x_6 \le r_3 \\ X_i \ge X_{min} \end{cases}$$

Подставив вместо обозначений конкретные значения, получим:

$$max(f) = max(4 \cdot 2x_1 + 6 \cdot 1{,}5x_2 + 2 \cdot x_3 + 5 \cdot 2{,}5x_4 + 8 \cdot 2x_5 + 6 \cdot x_6)$$
$$\begin{cases} 4x_1 + 6x_2 \le 8000 \\ 2x_3 + 5x_4 \le 6000 \\ 8x_5 + 6x_6 \le 14000 \\ x_i \ge 500 \end{cases}$$

Смысл подставленных в пример численных значений следующий:

1. Всего сотрудников шесть, и они участвуют в трёх бизнес-процессах.
2. В БП1 участвуют сотрудники 1 и 2, в БП2 — 3 и 4, в БП3 — 5 и 6.
3. Минимальная почасовая оплата сотрудника составляет 500 [рублей].
4. Сотрудники 1 и 2 в рамках БП1 должны работать 4 и 6 часов соответственно.
5. Сотрудники 3 и 4 в рамках БП2 должны работать 2 и 5 часов соответственно.
6. Сотрудники 5 и 6 в рамках БП3 должны работать 8 и 6 часов

соответственно.

7. Бюджетные ограничения по БП1, БП2 и БП3 составляют соответственно 8000, 6000 и 14000 [рублей].

8. Коэффициенты эффективности работников по опыту аналогичных предыдущих проектов рассчитаны как: 2, 1.5, 1, 2.5, 2, 1.

В качестве детализации примера в терминах конкретных бизнес-процессов можно привести следующее: БП2 осуществляет некоторый производственный процесс, при котором сотрудник 4 выполняет работы на некотором станке в течении 5 часов, а сотрудник 3 предварительно в течении 2 часов проводит подготовку и настройку режимов работы для этого станка. Некие аналогичные по виду смысловые интерпретации можно дать для БП1 и БП3. Отметим, что равное (по 2 в рассматриваемом примере) число работников в каждом из бизнес-процессов не является обязательным требованием для аналогичных задач.

Если для решения задачи использовать симплекс-метод [2], то можно рассчитать следующие почасовые ставки для сотрудников [в рублях]:

$$\begin{cases} x_1 = 1250 \\ x_2 = 500 \\ x_3 = 500 \\ x_4 = 1000 \\ x_5 = 1375 \\ x_6 = 500 \end{cases}$$

При использованных в примере числовых данных повышенный уровень почасовой оплаты получили более эффективные по предыдущим проектам сотрудники с учётом планируемого количества времени участия каждого из них в новом проекте. Однако даже для такого достаточно простого примера конкретные числовые результаты далеко не тривиальны и не просчитываются «вручную». А при усложнении задачи (например, при увеличении общего количества сотрудников и/или при участии одного и того же сотрудника в нескольких бизнес-процессах) решение становится далеко не просто «интерпретируемым» и не вычисляется даже весьма приблизительно

без проведения автоматизированных расчётов.

Приведённый пример по смыслу достаточно конкретен и, на первый взгляд, достаточно узко направлен. Однако оптимизационные вопросы для планирования и расчёта характеристик бизнес-процессов с учётом имеющихся ограничений могут быть весьма разнообразными как по их семантической интерпретации в терминах разнообразных корпоративных задач, так и по видам исследуемых, рассчитываемых и планируемых показателей.

В первом случае, например, финансовые показатели могут рассчитываться не только по имеющемуся персоналу, но и по закупаемым и перерабатываемым предприятием сырью и материалам, используемому оборудованию и т.д. Дальнейшая детализация этого примера: получение максимального финансового результата в виде произведенной продукции в зависимости распределения ограниченного бюджета между расходами на закупку сырья и материалов, на покупку оборудования для производства и т.д.

Во втором случае могут рассчитываться не только финансовые характеристики, но и представленные в числовом описании иные перечисленные выше корпоративные ресурсы (сроки, персонал, используемые технологии и т.д.). Дальнейшая детализация этого примера: минимизация времени выполнения некоторого проекта с учётом нижних ограничений по времени выполнения отдельных работ (для производственного предприятия с конкретным оборудованием у этого оборудования есть минимально требуемое время выполнения производственных операций или максимально возможная скорость работы оборудования).

Важно понимать, что даже намеченными направлениями расширения случаев решаемых на основе предложенного подхода корпоративных задач ситуация не ограничивается. И это связано преимущественно с происходящей в настоящее время технологической революции 4.0 и всё более широкой цифровой трансформацией как отдельных предприятий, так и экономики и даже всего общества в целом. С одной стороны, цифровая трансформация отдельного предприятия, например, создаёт базу для поиска различных путей оптимизации ресурсов и повышения эффективности работы

предприятия на основе сбора и систематизации корпоративных массивов «больших данных». С другой же стороны, такие найденные эффективные решения по сути «оцифровываются» и в алгоритмическом виде заносятся в корпоративный репозиторий для дальнейшего использования и развития методами искусственного интеллекта и т.д. Применительно к описанным в статье подходам к решению оптимизационных корпоративных задач методами линейного программирования реализованные для этого программные средства расчёта и семантически формализованные постановки решённых с их помощью задач позволяют в частности создать интеллектуального «помощника», определяющего схожие с уже возникавшими внутрикорпоративные ситуации и предлагающего для них оптимальное решение. Всё это служит успешному существованию и развитию современного предприятия в условиях его динамично меняющегося социально-технологического окружения.

Список литературы

1. Андрианова Е.Г., Полторак А.В. Подходы к цифровой трансформации производственного предприятия на основе создания единой корпоративной информационной среды// Сборник трудов Национальной научно-практической конференции «Фундаментальные, поисковые, прикладные исследования и инновационные проекты» – Москва: РТУ МИРЭА, 2022 — с.23-28.

2. Леонова Н.Л. Задачи линейного программирования и методы их решения: учебно-методическое пособие // СПб.: Высшая школа технологии и энергетики СПбГУПТД, 2017. - 75 с.

УДК 004.4

СИСТЕМА ВЕДЕНИЯ ОБЩЕРОССИЙСКИХ КЛАССИФИКАТОРОВ

[1,2]Сорокин А.В., [2]Гайнаншина Л.А.

[1]МИРЭА- Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, пр-т Вернадского, 78, e-mail: avsorokin@mirea.ru

[2]ООО «Эква-Н», 119234, г. Москва, Ленинские горы, владение 1, строение 75Д, e-mail: info@ekva-n.ru

Недооценка значимости централизованной системы классификации приводит к типичным проблемам. Это и невозможность осуществлять оперативный контроль и мониторинг текущей деятельности своих предприятий, получать консолидированную отчетность (в частности, по формированию плана потребности в продукции, по складским остаткам).
Сегодня в повестке цифровой трансформации для промышленных предприятий России растет необходимость создания автоматизированной системы по разработке и ведению общероссийских классификаторов, которые являются основой для обеспечения сопоставимости данных в различных областях и секторах жизнедеятельности общества.

Ключевые слова: общероссийские классификаторы, автоматизированная система, эталонная общегосударственная база данных, стандартизированная терминология, иностранные классификаторы.

В правилах стандартизации по разработке, ведению, изменению и применению общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации (ОК) определяются основные положения по порядку, последовательности и содержанию работ [1]. При формировании проекта правил стандартизации общероссийского классификатора предлагаются следующие работы:

- классификация заданного множества объектов классификации;
- унификация построения и написания наименований объектов

классификации;

- кодирование заданного множества объектов классификации.

Затем проводится классификация заданного множества объектов классификации, которая включает в себя:

- выделение признаков классификации;

- определение методов классификации;

- определение необходимой и достаточной глубины классификации;

- упорядоченное расположение объектов классификации и их группировок.

При унификации построения и написания наименований объектов классификации должно проводиться упорядочение применяемой терминологии (исключение многозначности, синонимии), взаимоувязка со стандартизованной терминологией [2].

Далее проводится согласование каждого ОК (на бумажном носителе и в некоторых случаях версии на электронном носителе), формирование окончательной редакции проекта общероссийского классификатора, согласование и экспертиза и затем его утверждение и регистрация.

В настоящее время, с учетом того, что:

- как правило, все классификаторы построены либо фасетным способом, либо иерархическим способом, либо их комбинацией. Поэтому логично использовать единую автоматизированную систему (АС) по ведению общероссийских классификаторов, где соответствующее министерство будет вести свой классификатор [3]. Поскольку принципы построения классификаторов схожи, отличие будет только в наименованиях групп, списков параметров и т.д.;

- если в одном классификаторе, в качестве параметра будет использоваться другой классификатор, тогда с использованием автоматизированной системы, если в одном классификаторе провели изменения, то в другом классификаторе, который содержит его в качестве параметра, изменения отобразятся сразу, в отличие от бумажного согласования [4,5];

- бумажное согласование заведомо будет иметь больше ошибок из-за человеческого фактора, поэтому с учетом того, что уже XXI век и полным ходом идет развитие искусственного интеллекта, то и задачу по созданию и ведению общероссийских классификаторов необходимо

переводить в плоскость автоматизации.

Поэтому первоначально необходимо будет:

- создать соответствующую нормативную базу по ведению общероссийских классификаторов в единой информационной среде, т.е. принять Закон о создании Единой Государственной Автоматизированной Системы по формированию и ведению общероссийских и ведомственных классификаторов и справочников (далее Система);

- разработать структуру организации, которая будет контролировать и координировать работу всех ведомственных служб, ответственных за конкретный классификатор и осуществлять оперативную экспертную работу по выявлению задвоений и разночтений одной и той же информации в различных классификаторах;

- разработать регламент по ведению существующих общероссийских и ведомственных классификаторов и справочников в Системе;

- перенести в Систему все общероссийские классификаторы (как есть);

- взаимоувязать все классификаторы Системы;

- выявить все неточности и противоречия и исправить их;

- разработать регламент по изменению и дополнению существующих общероссийских и ведомственных классификаторов и справочников;

- разработать регламент по созданию и ведению новых общероссийских и ведомственных классификаторов и справочников.

Тем самым будет создана эталонная общегосударственная база данных (ЭОБД) как для государственных, так и коммерческих структур, с обязательным применением кодов ЭОБД в своих корпоративных АС. С использованием Системы классификаторы перестанут быть «мертвыми», они будут динамичны. Будет обеспечено оперативное доведение всех изменений в классификаторах.

Все существующие сейчас классификаторы очень общие, но они очень продуманы. Их не стоит ломать, а следует только оптимизировать, особенно в части единой классификации номенклатуры продукции всех производителей.

В результате использования ЭОБД всеми производителями продукции при составлении своих каталогов выпускаемой продукции и реестров выпущенной продукции, автоматически могут быть сформированы каталог выпускаемой промышленной продукции производителями РФ и реестр российской промышленной продукции, произведенной на территории РФ. Та же самая ситуация необходима и для услуг.

Далее необходимо:

- перенести в Систему все интересующие государственные органы иностранные классификаторы;

- взаимоувязать их с российскими классификаторами.

Для чего это надо:

Каталоги, реестры и т.д. сформированные на основе формализованных данных ЭОБД, можно будет построить в разрезе любого, как российского, так и иностранного классификатора, что исключит постоянное изменение российских классификаторов для их соответствия иностранным.

Вносить изменения можно будет только при необходимости в интересах государства.

Построение информационного обеспечения для создания АС по ведению общероссийских классификаторов необходимо осуществлять на основе высокоэффективных программно-технических и информационно-технологических решений [6], которые должны:

а) описывать любые сущности ОК, создавая произвольные классы, объекты, атрибуты классов и объектов, и при этом:

- типы значений атрибутов могут быть простыми, такими как строка, текст, число, дата, время и пр.;

-типы значений атрибутов ОК могут быть ссылками на любые классы и отдельные объекты, в том числе и другие ОК;

б) создавать множественные иерархии классов и объектов;

в) описывать отношения между классами, объектами, любыми словарями и справочниками, и при этом описание таких отношений должны иметь множественные настройки, позволяющие по выстроенным отношениям производить поиск и анализ данных по цепочкам связей любой длины.

Список литературы

1. Основные положения единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации и унифицированных систем документации в Российской Федерации. Правила по стандартизации ПР 50.1.019-2000, М., Госстандарт РФ, 2000г., 15с.

2. Мачкин П.И. «Проблемы формирования и ведения единого информационного пространства формализованных данных Российской Федерации» / Сборник трудов научно-технического конгресса по безопасности «Безопасность – основа устойчивого развития регионов и мегаполисов», октябрь – ноябрь 2005г., М: ООО «Научно-издательский центр «Инженер», 609с., стр. 24-27.

3. Далин А., Гайнаншина Л.А. IT-технологии должны помочь бизнесу и государству / Газета «ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ» №6 (12) 2007г., стр.8.

4. Сорокин А.В., Гайнаншина Л.А. "Информационное сопряжение взаимодействующих автоматизированных систем" / Сборник трудов XI Международной научной конференции «ИТ-СТАНДАРТ 2021» - М: Издательство "Проспект", 2022, стр.290-295.

5. Гайнаншина Л.А. Автоматизированная система СИРИУС-НТ и ее применение в системах управления безопасностью сложных систем / Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды 17-й Международной конференции. М., декабрь 2009г., М.: РГГУ, 2009, стр.467-471.

6. Гайнаншина Л.А., Сорокин А.В. Система поддержки принятия решения в области ИТ-стандартизации: программно-информационный комплекс СИРИУС-НТ / Вторая международная конференция «Стандартизация, сертификация, обеспечение эффективности, качества и безопасности информационных технологий: ИТ-стандарт 2011», 11 – 12 октября 2011, МГТУ МИРЭА, М., стр.131-133.

УДК 004.891

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Антипкин Ю.С., Масленников В.В.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: dzheykob.obruzin@list.ru

В статье рассматриваются аспекты применения методов искусственного интеллекта, направленных на автоматизацию выполнения деятельности, связанной с распределением задач среди сотрудников предприятия. Рассматриваются подходы и алгоритмы машинного обучения для построения модуля искусственного интеллекта, ответственного за принятие решений в бизнес-процессах, связанных с определением способности выполнения указанной задачи, посредством прогнозирования.

Ключевые слова: модуль информационной системы, искусственный интеллект, машинное обучение, рекуррентные нейронные сети, распределение задач, делегирование, прогнозирование способности выполнения задачи.

Введение

Распределение задач (делегирование) является одним из основных мероприятий планирования на предприятиях. Главная цель делегирования заключается в корректном распределении обязанностей среди сотрудников и достижении установленных результатов с минимизацией возникновения сопутствующих проблем. Планирование на всех уровнях предприятия играет важную роль в управленческой деятельности, поскольку, как показывает многолетний мировой опыт, если, например, у любого экономического действия отсутствует цель, то, как следствие, отсутствует и смысловая составляющая. Также на

успешное решение поставленных задач большое влияние оказывают индивидуальные способности сотрудников. Стоит отметить, что для корректного распределения задач среди сотрудников важно выделить достаточно большое количество времени, что особенно характерно для крупных предприятий.

Искусственный интеллект – это комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека и получать результаты при выполнении практически значимых задач обработки данных, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека [1].

Область искусственного интеллекта стремительно развивается во всём мире и предоставляет возможность решать большинство задач с высокой степенью точности. В рамках предприятия искусственный интеллект позволяет уменьшить число совершаемых человеком ошибок, поскольку результаты работы любого интеллектуального алгоритма основываются на существующих данных, которые появляются в рамках деятельности предприятия за определённый промежуток времени. Кроме этого, программное обеспечение на базе искусственного интеллекта способно выполнять работу в беспрерывном режиме, что является преимуществом перед использованием человеческого ресурса.

Аналитический обзор экспериментального набора данных

Современные предприятия и организации имеют сложную и динамическую структуру, в которой сотрудникам постоянно требуется выполнять широкий спектр задач на высоком уровне. Это условие представляет собой основополагающий фактор для обеспечения эффективности функционирования предприятия. По этой причине для более корректного распределения задач между сотрудниками следует рассматривать такой параметр, как тип задачи.

Также одним из параметров задачи является её сложность. Следовательно, в интересах предприятия необходимо выбрать высококвалифицированного сотрудника, чтобы решение трудоёмкого задания было максимально корректным и точным.

Каждый сотрудник имеет как сильные, так и слабые стороны, которыми он отличается при выполнении определенных типов задач. В

связи с этим важно вести статистику ключевых показателей эффективности для каждой категории задач.

Ключевой показатель эффективности (KPI) – это показатель эффективности, поддающийся количественному определению и выраженный в терминах целей и задач предприятия [2]. В правильном распределении задач важную роль играет KPI сотрудника для типа задач, который выбран в качестве первого параметра.

На любом предприятии время – ключевой фактор для достижения успеха. Обычно оно представляется в виде сроков выполнения задачи и достижения каких-либо поставленных целей. Соблюдение временных рамок позволяет предприятиям планировать и иметь полное понимание о процессе выполнения работ, а также обеспечивает предприятию высокий уровень эффективности и производительности.

Квалификация – степень профессиональной готовности работников к выполнению трудовых функций в рамках определенной профессии, характеризуемая определенными знаниями, навыками и умениями, приобретенными в процессе специального обучения. При выполнении сложных задач, требующих специальных знаний и навыков, необходимо пройти процесс квалификации. Этот процесс может использоваться для проверки и подтверждения квалификации людей на различных уровнях или для достижения сторонних целей. Процесс квалификации является важным элементом процесса обучения и позволяет людям получить необходимый опыт и навыки для успешной деятельности в определенной области. По этой причине наличие диплома или сертификата о квалификации немаловажно относится к распределению задач среди сотрудников.

Уровень образования имеет существенное значение для того, как человек использует свои знания и умения для получения и осуществления рабочей деятельности. Высшее образование может включать в себя программы и курсы, которые предоставляют студентам академические навыки и знания для последующей карьеры.

Трудовой стаж – это общее количество лет, проведённых человеком на рабочем месте. Исследования показывают, что трудовой стаж имеет положительное влияние на выполнение рабочей деятельности. С длительным стажем приходит больше знаний и опыта, что улучшает

производительность работы. Таким образом, трудовой стаж также важен в распределении задач.

В результате исследования ключевых факторов, влияющих на эффективность выполнения тех или иных задач возможно выделить признаки, которые определяют способность выполнить поставленную задачу сотрудником.

В таблице 1 представлен набор признаков с кратким описанием и типом значения.

Таблица 1. Описание признаков датафрейма

Признак	**Тип значения**	**Описание**
task_type	Категориальное	Тип задачи
deadline	Количественное	Сроки выполнения задачи
complexity	Количественное	Сложность задачи
kpi	Количественное	Ключевой показатель эффективности сотрудника
can_do_task	Количественное	Возможность выполнить определенный тип задач
qualification	Категориальное	Квалификация в определенном навыке сотрудника
education_level	Категориальное	Уровень образования (основное общее, среднее общее, среднее профессиональное, высшее образование)
experience	Количественное	Опыт работы в месяцах
task_status	Категориальное	Способность выполнить задачу

Каждый признак представляет собой количественное, либо категориальное значение с общей информацией о сотруднике предприятия или показателе его эффективности работы.

Количественный признак – это признак, который возможно измерить в виде числа или диапазона чисел, используемых для описания атрибутов объектов или ситуаций.

Качественный признак – это признак, который может быть описан как классификация или набор категорий.

В рамках исследования имеется предварительно подготовленный

набор данных, представляющий собой генеральную совокупность из 5213 объектов с набором признаков, указанных в таблице 1.

Синтезирование экспериментального набора данных

Для того, чтобы провести машинное обучение таким образом, чтобы спрогнозированный результат был максимально приближен к реальному, необходимо на основании экспериментального набора данных создать больше дополнительных объектов, похожих на входные в генеральной совокупности.

Машинное обучение – это процесс автоматического обучения и совершенствования поведения системы искусственного интеллекта на основе обработки массива обучающих данных без явного программирования [1].

Синтезирование данных – это процесс создания новых данных, которые похожи на реальные данные, но не являются точной копией оригинальных данных.

В качестве способа синтезирования используется метод увеличения числа примеров миноритарного класса Synthetic Minority Over-sampling Technique (далее – SMOTE).

SMOTE (техника избыточной выборки синтетических меньшинств) – алгоритм предварительной обработки данных, используемый для устранения дисбаланса классов в наборе данных.

На рисунке 1 изображена иллюстрация случайного набора данных.

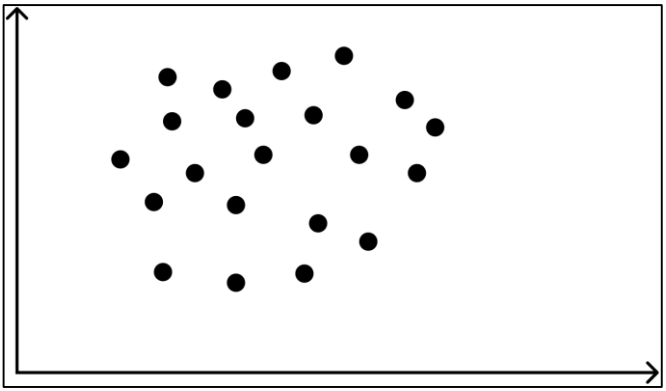


Рис. 1. Иллюстрация случайного набора данных

В абстрактном виде алгоритм SMOTE описывается следующим образом:

– находит разность между заданным образцом и его ближайшим соседом;

– разность умножается на случайное число в интервале от 0 до 1;

– полученное значение добавляется к заданному образцу для формирования нового синтезированного образца в пространстве признаков;

– подобные действия продолжаются со следующим ближайшим соседом, до заданного пользователем количества образцов.

На рисунке 2 изображен принцип работы алгоритма SMOTE.

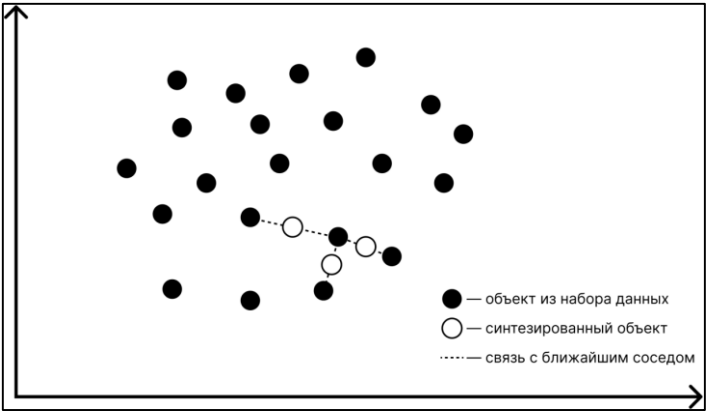


Рис. 2. Принцип работы алгоритма SMOTE

То есть для получения синтезированного объекта следует:

$$x_{new} = x_i + \lambda * (x_{zi} - x_i) \quad (1)$$

где x_{new} – синтезированный объект;

x_i – рассматриваемый объект;

λ – случайным числом в диапазоне [0,1];

x_{zi} – рассматриваемый объект в качестве ближайшего соседа.

Таким образом, SMOTE позволяет увеличить количество примеров миноритарных классов, избегая при этом чрезмерного обучения. В результате создаются новые синтезированные образцы, близкие к

другим точкам (принадлежащим к миноритарному классу) в пространстве признаков.

Применение методов искусственного интеллекта для распределения задач на предприятии

Для распределения задач на предприятии возможно применить такие методы искусственного интеллекта, как классификация или регрессия.

Классификация – задача автоматического определения метки для неразмеченного образца, где происходит процесс группирования объектов по категориям на основе предварительно классифицированного тренировочного набора данных, которое выполняется обучением функции:

$$Rn \rightarrow \{1, \dots, m\} \quad (2)$$

где Rn – вектор признаков в один конкретный класс из m различных классов.

Регрессия – задача прогнозирования метки с целевым значением для образца без метки, использующая алгоритм обучения, который принимает на вход набор размеченных данных и создает модель с неразмеченными данными.

В данном методе алгоритм формирует функцию:

$$Rn \rightarrow R \quad (3)$$

где Rn – определяет непрерывное значение y или набор непрерывных значений, выраженный как вектор y [3].

Рекуррентные нейронные сети RNN (Recurrent Neural Networks) являются классом сетей с внутренней памятью, где связи между элементами образуют направленную последовательность. RNN основываются на концепции реализации краткосрочной памяти в нейронных сетях, когда на вход нейрона вместе с информацией о текущем состоянии системы подаётся информация о предыдущем состоянии этого нейрона [4].

В качестве подхода для решения рассматриваемой в рамках данного исследования задачи, используются рекуррентные нейронные сети, так как они обладают рядом преимуществ над стандартными алгоритмами машинного обучения, которые заключаются в способности использовать данные, полученные в процессе обучения. То есть,

рекуррентные нейронные сети способны обучаться по одному примеру несколько раз, извлекать закономерности и распознавать паттерны в данных, которые, в свою очередь, увеличивают точность прогнозирования.

На рисунке 3 изображена структурная схема интеллектуальной системы автоматического распределения задач на предприятии.

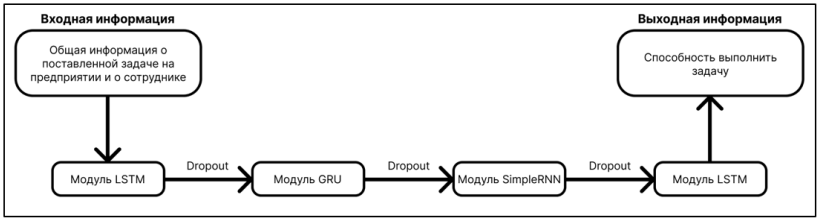


Рис. 3. Структурная схема интеллектуальной системы автоматического распределения задач на предприятии

Традиционная LSTM-сеть с вентилями забывания является нейронной сетью с тремя входными и выходными каналами [5]. На рисунке выше представлено совмещение двух модулей LSTM.

GRU – это модифицированная, упрощенная версия LSTM, в которой долговременная и кратковременная память объединяются в скрытое состояние (Hidden State) [6].

Дополнением к рассматриваемым модулям является простая рекуррентная сеть Элмана, состоящая из трёхслойной нейронной сети с вспомогательным набором специализированных контекстных блоков [7]. Скрытый слой соединяется с контекстными блоками с единичным весом. В соответствии с заданными правилами обучения на каждом временном шаге на вход сети подаётся информация, проходящая напрямую к выходному слою, при этом предыдущие значения скрытого слоя сохраняются в контекстных блоках фиксированными обратными связями, что позволяет сети сохранять своё текущее состояние.

Определение качества работы нейросетевой модели осуществляется путём построения ROC-кривой и вычисления площади под кривой AUC-ROC. На рисунке 4 представлена ROC-кривая для нейросетевой модели на этапе тестирования.

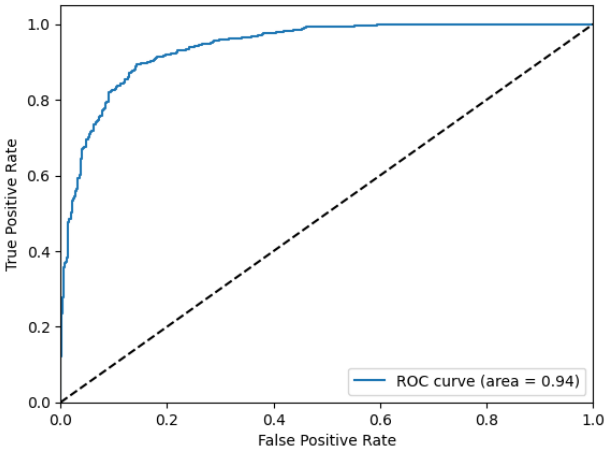


Рис. 4. ROC-кривая для нейросетевой модели на этапе тестирования

Заключение

В ходе экспериментального исследования предметной области результатом решения проблем эффективности труда и автоматизации бизнес-процессов предприятия стал модуль искусственного интеллекта для реализации функции распределения задач среди сотрудников.

Использование модуля искусственного интеллекта с применением подхода на основе рекуррентных нейронных сетей позволяет более эффективно распределять задачи, а затем принимать последующие решения.

Также, одним из главных преимуществ модели является её универсальность, позволяющая легко внедряться в другие предприятия, где присутствует схожая потребность в автоматизации бизнес-процессов и прогнозировании способности решения конкретной задачи определенными сотрудниками предприятия.

Список литературы

1. ГОСТ Р 59895-2021 Технологии искусственного интеллекта в образовании. Общие положения и терминология, 2022.

2. ГОСТ Р ИСО 22400-1-2016 Системы промышленной

автоматизации и интеграция. Ключевые технико-экономические показатели (KPIs) для управления производственными операциями. Часть 1. Общие положения, понятия и терминология, 2017.

3. Макеев А.Д., Кузьмин А.Г., Масленников В.В. Информационная система автоматизации работы отдела по управлению персоналом с модулем искусственного интеллекта // Электронный научный журнал «ИТ-Стандарт», 2022, URL: http://itstd-journal.ru.

4. Масленников В.В. Математическая модель интеллектуальной системы прогнозирования инсульта и её реализация на базе гибридного нейросетевого алгоритма рекуррентного типа // Научный журнал «Современная Наука», 2022, URL: http://itstd-journal.ru.

5. Нейросети — это просто (Часть 4): Рекуррентные сети // MQL5. [Электронный ресурс]: https://www.mql5.com/ru/articles/8385 (дата обращения: 17.03.2023).

6. Управляемый рекуррентный блок (GRU) // URL: https://clck.ru/34Nqta (дата обращения: 17.03.2023).

7. Elshamy, M.M.M. Evaluation of the elastic modulus of pavement layers using different types of neural networks models / M.M.M. Elshamy, A.N. Tiraturyan, E.V. Uglova // Advanced Engineering Research. — 2021.— Vol. 21.— No 4.— P. 364–375.— DOI 10.23947/2687–1653–2021–21–4–364–375.

УДК 519.237.8

ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ МАССИВОВ ДАННЫХ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Потапова К.А., Андрианова Е.Г.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: dtghmflysq@gmail.com, ksurashanti@gmail.com

В статье обозначены основные проблемы, возникающие при обработке данных. Также представлен обзор истории кластеризации. Исследования истории кластеризации позволит выявить и обозначить проблемы этического характера, возникающие при применении, а также проблемы, которые только могут возникнуть при дальнейшем развитии моделей кластеризации.

Ключевые слова: история кластеризации, кластеризация данных, обработка данных, модели кластеризации, большие данные, кластеризация.

В настоящее время различные модели кластеризации данных широко используются в самых разных областях: от медицины и науки, до социологии и информационных технологий. Модели кластеризации востребованы и крупными компаниями, занимающимися преумножением прибыли с помощью рекламы, и научными лабораториями, желающими решить глобальные проблемы человечества. Таким образом, тема кластеризации данных актуальна в современном мире, так как её область применения чрезвычайно велика.

В истории развития кластерного анализа легко прослеживаются три ключевые даты:

1. В конце 1950-х годов анализ был обращен к наиболее естественному пути нахождения образов: задавалось точное определение образа и отыскивалось скопление точек, обладающих

соответствующими свойствами. В данном случае кластер можно определить, как такое скопление точек, в котором среднее межточечное расстояние меньше среднего расстояния от данных точек до остальных. Таким образом, речь шла о процедуре прямой классификации.

2. В конце 1960-х годов набирает силу оптимизационное направление, стремившееся направить кластерный анализ в традиционное математическое русло (поиск алгоритмов); в современной литературе описывается более 70 алгоритмов, пригодных для анализа социальных явлений.

3. В середине 1970-х годов развивается аппроксимационное направление, требующее соблюдения следующего условия: отношения, заложенные в исходных данных, необходимо наилучшим образом аппроксимировать отношением, отвечающим нашему представлению о классификации; задача заключается в поиске эквивалентности, ближайшей к исходной толерантности.

У баз больших данных есть характерные особенности, которые не разделяются традиционными наборами данных. На рис. 1 показано сравнение больших наборов данных и традиционных наборов данных. Эти особенности создают значительные проблемы для анализа данных и мотивируют разработку новых статистических методов.

В отличие от традиционных наборов данных, где объем выборки, как правило, больше, чем измерение, большие данные характеризуются огромным размером выборки и высокой размерностью. С одной стороны, большой размер выборки позволяет нам раскрыть скрытые модели, связанные с небольшими подгруппами населения и слабой общностью среди всей популяции. С другой стороны, моделирование внутренней неоднородности больших данных требует более сложных статистических методов. При обработке больших данных возникает несколько уникальных явлений, связанных с высокой размерностью, включая накопление шума, ложную корреляцию и случайную эндогенность. Эти уникальные особенности делают традиционные статистические процедуры недействительными.

Разнородность.

Большие данные часто создаются путем объединения множества источников данных, соответствующих различным подгруппам. Каждая

подгруппа может демонстрировать некоторые уникальные особенности, которые не разделяются другими. В классических условиях, когда размер выборки небольшой или умеренный, точки данных из небольших субпопуляций обычно классифицируются как «отклонения», и их систематически сложно моделировать из-за недостаточного количества наблюдений.

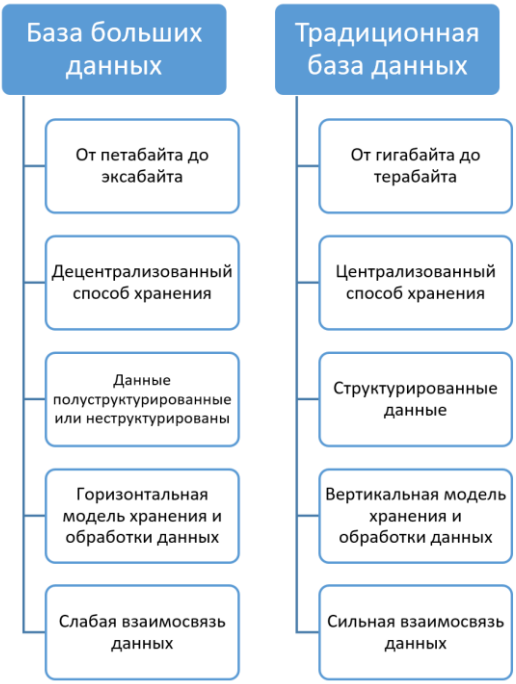


Рис. 1. Сравнение баз больших данных и традиционных баз данных

Однако в эпоху больших данных большой размер выборки позволяет нам лучше понять гетерогенность, проливая свет на исследования, такие как изучение связи между определенными ковариатами (например, генами или SNP) и редкими результатами (например, редкими заболеваниями или болезнями в небольших популяциях) и понимание того, почему определенные виды лечения (например,

химиотерапия) приносят пользу одной группе населения и наносят вред другой. Большие Данные также позволяют нам, благодаря большим размерам выборки, выявить слабую общность среди всего населения. Например, оценить пользу на сердце одного бокала красного вина в день может быть трудно без большого объема выборки. Точно так же риски для здоровья, связанные с воздействием определенных факторов окружающей среды, могут быть оценены более убедительно только тогда, когда размеры выборки достаточно велики.

Помимо вышеупомянутых преимуществ, неоднородность Больших Данных также создает значительные проблемы для статистического вывода. В небольших измерениях могут применяться стандартные методы, такие как алгоритм ожидания-максимизации для моделей конечных смесей. В больших размерах, однако, нам необходимо тщательно упорядочить процедуру оценки, чтобы избежать переобучения или накопления шума и разработать хорошие вычислительные алгоритмы.

Накопление шума.

Анализ Больших Данных требует от нас чтобы мы одновременно оценили и проверили много параметров. Ошибки оценки накапливаются тогда, когда решение или правило прогнозирования зависит от большого количества таких параметров. Такой эффект накопления шума особенно серьезен в больших размерностях и может даже доминировать над истинными сигналами. Это обычно обрабатывается предположением о разреженности.

Например, многомерная классификация. Плохая классификация обусловлена наличием множества слабых мест, которые не способствуют уменьшению ошибки классификации.

Ключевую роль играет выбор переменных. Это позволяет преодолеть накопление шума при классификации и прогнозировании регрессии. Тем не менее, выбор переменных в больших измерениях является сложной задачей из-за ложной корреляции, случайной эндогенности, неоднородности и ошибок измерений.

Ложная корреляция.

Высокая размерность также содержит ложную корреляцию, ссылаясь на тот факт, что многие некоррелированные случайные

величины могут иметь высокие выборочные корреляции в больших измерениях. Ложная корреляция может привести к ошибочным научным открытиям и неправильным выводам.

Случайная эндогенность.

Случайная эндогенность — еще одна тонкая проблема, возникающая из-за высокой размерности.

В отличие от ложной корреляции, случайная эндогенность относится к настоящему существованию корреляций между непреднамеренными переменными. Первое аналогично тому, что два человека похожи друг на друга, но не имеют генетической связи, а второе похоже на знакомство, которое легко происходит в большом городе. В более общем смысле эндогенность возникает в результате смещения выбора, ошибок измерения и пропущенных переменных. Эти явления часто возникают при анализе Больших Данных, в основном по двум причинам.

Во-первых, благодаря новым высокопроизводительным методам измерения ученые могут собирать как можно больше функций и стремиться к этому. Это, соответственно, увеличивает вероятность того, что некоторые из них могут быть коррелированы с остаточным шумом.

Во-вторых, Большие Данные обычно объединяются из нескольких источников с потенциально разными схемами генерации данных. Это увеличивает вероятность смещения выбора и ошибок измерения, которые также вызывают потенциальную случайную эндогенность.

Хранение больших данных не всегда приводит к получению выгоды.

Хранение огромного количества данных, описывающих некоторые легко наблюдаемые события, не всегда приводит к выгодному пониманию реальности.

Это в равной мере относится к анализу акций, каналов социальных сетей, медицинских данных, данных CRM или мониторингу комплекса оборудования для диагностического обслуживания.

Например, при мониторинге работы электростанций было установлено, что обращение внимания именно на определенные фрагменты информации и на изменения, которые происходят в некоторых комбинациях, более информативны для последующего представления, чем мониторинг тысячи параметров потоков данных за

каждую секунду.

Также у анализа больших данных есть и этические проблемы:

Сбор данных и их использование. Если для анализа собираются данные людей, эти люди не могут быть уверены, что произойдёт с их данными после того, как они будут получены.

Передача данных третьим лицам. Это обязательно должно происходить только с разрешение человека, и не содержать в себе данные о личности человека, а также данные, позволяющие установить личность.

Наблюдение. Технологии видеоаналитики или анализа поведения заставляют пользователей чувствовать, что они находятся под постоянным наблюдением.

Предрассудки. Большие данные не должны закреплять стереотипы, например, сексизм или расизм. Чтобы решить эту проблему, нужно повышать качество прогнозов, либо задуматься о целесообразности применения алгоритма.

Методы и средства кибернетических атак на пользователей также прогрессируют с развитием новых технологий. Везде, где повышается уровень компьютеризации и объем использования данных, растут информационные риски. Наблюдается всплеск новых угроз в области социальных сетей, мобильных устройств, а также частных, публичных и гибридных облачных технологий.

Список литературы

1. Попова О.В., Политический анализ и прогнозирование, 2011 // www.ozlib.com/815930/sotsium/klasternyy_analiz

2. Академия НАФИ. Кластерный анализ, 2019 // www.nafi.ru/upload/spss/Lection_9.pdf

3. Воронцов К.В., Лекции по алгоритмам кластеризации и многомерного шкалирования, 2010 // www.machinelearning.ru/wiki/images/c/ca/Voron-ML-Clustering.pdf

4. Котлярова В.В., Бабаев. А.М., Этические проблемы больших данных, 2019 // https://cyberleninka.ru/article/n/eticheskie-problemy-bolshih-dannyh/viewer

5. Мамфорд Л., Миф машины. Техника и развитие человечества / Пер. с англ.: Т. Азаркович, Б.Скуратов. – Москва, 2004

6. Назаренко Ю.Л., Обзор технологии больших данных и программно-аппаратных средств, применяемых для анализа и обработки // https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-tehnologii-bolshie-dannye-big-data-i-programmno-apparatnyh-sredstv-primenyaemyh-dlya-ih-analiza-i-obrabotki

7. Артамонов А.С., Иванов А.Ю., Перспективные методы анализа информационных потоков в сфере безопасности автоматизированных систем МЧС России (информационно-аналитический обзор – часть 1), 2016 // cyberleninka.ru/article/n/perspektivnye-metody-analiza-informatsionnyh-potokov-v-sfere-bezopasnosti-avtomatizirovannyh-sistem-mchs-rossii-informatsionno-1

8. Устюжанина Е.В., Евсюков С.Г., Петров А.Г., Казанкин Р.В., Дмитриева М.Б., Научная школа как структурная единица научной деятельности. Москва, ЦЭМИ РАН, 2011. 73 с.

9. Бондаренко Н.Е., Кластерная теория экономического развития: история становления и формирования. Международный научный журнал «Символ науки» №2/2016. 116-121 с.

10. Дубовик М.В., Кластеры как эффективное решение проблемы неравномерности регионального развития // Вестник экономической интеграции, 2009. №11-12. 117-123 с.

УДК 004.9

СТАНДАРТЫ И ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ ИТ-АУДИТА

Габриелян Г.А., Исаева И.А., Трохаченкова Н.Н.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: rirri-13@yandex.ru

Обоснована актуальность создания нейронных сетей для генерации музыкальных файлов. Рассматриваются типы исходных данных, которые можно использовать для обучения нейронной сети. Изучаются модели нейронных сетей подходящих для генерации музыкальных файлов.

Ключевые слова: ИТ-аудит, информационная система, , генерация музыкальных файлов, машинное обучение, нейронные сети, RNN, LSTM, CNN, GPT, GAN.

Введение

Эффективность средств контроля информационной системы (ИС) оценивается посредством технического аудита (ИТ-аудита). ИТ-аудит направлен на определение того, защищают ли ИС корпоративные активы, поддерживают ли целостность хранимых и передаваемых данных, эффективно ли реализуют корпоративные цели. Технический аудит подтверждает правильность выбора, настройки и внедрения информационных технологий (ИТ).

ИТ оказывают большое влияние на деятельность предприятия, расширяя его организационные возможности, обеспечивают поддержку бизнес-операций для принятия решений, для инноваций посредством разработки новых продуктов и процессов, для взаимоотношений с клиентами, поставщиками и партнерами с целью достижения конкурентного преимущества. Использование ИТ помогает снизить затраты на выполнение работ, а также улучшить взаимодействие между участниками рабочего процесса.

Тем не менее ИС не всегда приводят к увеличению

производительности и прибыли. Успех зависит как от навыков развертывания, так и от их использования в сочетании с другими ресурсами предприятия, такими как отношения с деловыми партнерами или знания в промышленном сегменте. Использование ИС позволило создать новые организационные структуры. В частности, появились так называемые виртуальные организации, которые не полагаются на физические офисы и стандартные организационные схемы, а используют облачные платформы для развертывания программного обеспечения (ПО).

Наряду с глобальной транспортной инфраструктурой сетевые ИС стали фактором роста международного бизнеса и корпораций. Взаимосвязь между развертыванием ИС и более высокой производительностью была показана в ряде отраслей, когда эти системы дополняют другие корпоративные ресурсы. Электронная коммерция переместила многие отношения и сделки между компаниями и отдельными лицами в Интернет, что привело к расширению возможностей и повышению эффективности. Развитие экосистемы на базе Интернета при низкой стоимости оборудования и телекоммуникации, доступности ПО с открытым исходным кодом и массовым глобальным доступом к мобильным средствам связи привело к пику развития предпринимательской деятельности и появлению множества фирм, основанных на новых бизнес-моделях, например, фирмы, занимающиеся электронными аукционами, фирмы поисковых систем, электронные торговые центры, платформы социальных сетей и компании, занимающиеся большими данными.

Внедрение инновационных технологий помогло повысить эффективность бизнес-процессов и увеличить объем обрабатываемых данных, но в то же время ввело новые уязвимости и риски, требующие контроля. Технический аудит необходим для обеспечения уверенности в том, что разработаны и действуют меры, направленные на минимизацию подверженности рискам.

Общие положения и стандарты к проведению ИТ-аудита

Общие тенденции глобализации в индустрии приводят к ускорению и усложнению развития бизнес-процессов организации. И как следствие, информационная инфраструктура становится важнейшим

условием, непосредственно влияющим на эффективность деятельности организации. Информационная инфраструктура является комплексом структур, которая обеспечивает функционирование и развитие информационного пространства, а также средств информационного взаимодействия. Она включает в себя не только совокупность информационных центров, БД и знаний, но также обеспечивает доступ потребителей к информационным ресурсам.

Современные методики проведения технического аудита информационных систем базируются на риск-ориентированном подходе и на передовых стандартах в области организации, управления и обеспечения безопасности ИТ-инфраструктуры, а именно:

– COBIT, Control Objective in IT and related technologies, – методология управления информационными технологиями, принадлежащая и разрабатываемая некоммерческой организацией ISACA [1];

– ITIL, IT Infrastructure Library, – методология управления, отладки и непрерывного улучшения бизнес-процессов, связанных с ИТ [2].

COBIT – контрольные объекты информационных технологий

Открытый стандарт COBIT был разработан с целью помочь аудиторам и консультантам, руководителям отделов информационно-технической поддержки, администраторам и заинтересованным пользователям ассоциацией ISACA, а также привлеченным специалистам из ведущих мировых консалтинговых компаний. Стандарт связывает информационные технологии и действия аудиторов, объединяет и согласовывает многие другие стандарты в единый ресурс, который позволяет получить адекватное представление о целях и задачах информационной системы, учитывая все особенности информационных систем различного масштаба и сложности.

Структура COBIT и составляющие

Задача COBIT заключается в ликвидации разрыва между руководством компании с их видением бизнес-целей и IT-департаментом, осуществляющим поддержку информационной инфраструктуры, которая должна способствовать достижению бизнес-целей.

Нередко руководство компании в силу объективных причин не понимает IT-специалистов. Те, в свою очередь, не понимают бизнес-терминов, на основании которых строятся распоряжения руководства. Всё это приводит к росту издержек, выполнению лишней работы, что, конечно же, сказывается на эффективности деятельности компании.

COBIT, благодаря единой терминологии, служит своеобразной платформой – буфером для конструктивного диалога между всеми участниками бизнеса:

– топ-менеджерами;

– руководителями среднего звена (IT-директором, начальниками отделов);

– непосредственными исполнителями (инженерами, программистами);

– аудиторами.

В COBIT детально описаны цели и принципы управления, объекты управления, чётко определены все IT-процессы (задачи), протекающие в компании, и требования к ним, описан возможный инструментарий (практики) для их реализации. В описании IT-процессов также приведены практические рекомендации по управлению IT-безопасностью.

Кроме того, COBIT вводит целый ряд показателей (метрик) для оценки эффективности реализации системы управления IT, которые часто используются аудиторами IT-систем. В их число входят показатели качества и стоимости обработки информации, характеристики её доставки получателю, показатели, относящиеся к субъективным аспектам обработки информации (например, стиль, удобство интерфейсов).

COBIT позволяет связать бизнес-цели с непосредственными IT-процессами, оценивать текущее состояние процессов управления IT, определять направления для совершенствования бизнеса. Оцениваются показатели, описывающие соответствие компьютерной IT-системы принятым стандартам и требованиям, достоверность обрабатываемой в системе информации, её действенность, общепринятые показатели информационной безопасности: конфиденциальность, целостность и доступность обрабатываемой в системе информации.

Управление ИТ по COBIT можно представить в следующем ступенчатом виде (по порядку реализации):

– стратегии (выстраивание IT-процесса по бизнес-целям, постановка задачи, цели и создание концепции IT-процесса; ответственные: руководство бизнес-подразделений);

– политики (методы достижения целей в рамках стратегий, например, «длина пароля регламентируется»; ответственные: руководство

IT-подразделений);

– стандарты (метрики для политик-методов, например, «длина пароля должна составлять не менее 8 символов»; ответственные: руководство IT-подразделений);

– процедуры (регламенты работ для применения политик-методов с использованием стандартов-метрик, рабочие инструкции для исполнителей; ответственные: руководство IT-подразделений).

Стандарт отвечает всем потребностям практики, сохраняя независимость от конкретных производителей, технологий и платформ. При разработке стандарта была заложена возможность использования его как для проведения аудита IT-системы компании, так и для проектирования IT-системы. В первом случае COBIT позволяет определить степень соответствия исследуемой системы лучшим образцам, а во втором – спроектировать систему, почти идеальную по своим характеристикам.

ITIL – библиотека инфраструктуры информационных технологий

ITIL – самое распространенное в мире руководство по управлению ИТ-услугами (ITSM). AXELOS (компания, созданная в 2014 для разработки, управления и эксплуатации ПО в соответствии с практиками управления) запустил инициативу, направленную на то, чтобы позволить организациям использовать ITIL для повышения бизнес-ценности через управления услугами, выходящих за рамки традиционного использования в ИТ.

Цель инициативы – собрать и поделиться передовым опытом организаций по всему миру, чтобы продемонстрировать, как ITIL может и был успешно принят и адаптирован не только к управлению ИТ-услугами. Использование ITIL для управления услугами вне ИТ не

является новым явлением, многие организации используют ITIL в других областях бизнеса на протяжении многих лет. Поэтому данное мероприятие направлено на то, чтобы обеспечить сбор и обмен этими знаниями и опытом, что позволит организациям по всему миру расширить свои возможности по управлению услугами.

ITIL может помочь отдельным лицам и организациям использовать ИТ для реализации изменений, трансформации и роста бизнеса. На протяжении более 30 лет ITIL возглавляет отрасль ITSM, осуществляя руководство, обучение и программу сертификации. ITIL 4 приводит ITIL в соответствие с современными требованиями, перестраивая большую часть устоявшихся практик ITSM в более широкий контекст клиентского опыта, потоков ценности и цифровой трансформации, а также внедряя новые методы работы, такие как Lean, Agile и DevOps.

ITIL 4

Ключевыми компонентами фреймворка ITIL 4 являются система создания ценности услуг ITIL (Service Value System) и модель четырех измерений (4 dimensions model).

ITIL 4 определяет в качестве первого ключевого компонента систему создания ценности услуг (SVS).

ITIL назвал пять основных компонентов ITIL SVS:

1. Цепочка создания ценности услуг – набор взаимосвязанных действий, которые организация выполняет, чтобы предоставить ценный продукт или услугу своим потребителям и способствовать реализации ценности.

2. Практики – наборы организационных ресурсов, предназначенных для выполнения работы или достижения цели. Практики ITIL теперь включает в себя процессы и функций. Они сгруппированы как 14 Практик общего управления, 17 Практик управления услугами и 3 Практик управления технологиями.

3. Руководящие принципы ITIL – рекомендации, которыми может руководствоваться организация при любых обстоятельствах, независимо от изменений в ее целях, стратегиях, типе работы или структуре управления. В ITIL 4 7 руководящих принципов.

4. Руководство – средства, которыми организация руководствуется и контролируется. Организационное управление – это

система, посредством которой организация направляется и контролируется.

5. Постоянное улучшение – периодическая организационная деятельность, выполняемая на всех уровнях, чтобы гарантировать, что эффективность организации постоянно соответствует ожиданиям заинтересованных сторон.

Вторым ключевым компонентом ITIL 4 является Модель четырех измерений. Четыре измерения отражают прежние 4 точки ITIL – люди, продукты, партнеры, процессы.

Каждый компонент Системы создания ценности услуг ITIL должен учитывать следующие четыре аспекта:

1. Организации и люди. Люди играют ключевую роль в этом измерении, и каждый человек должен иметь четкое представление об их вкладе в SVS. Организация охватывает формальную структуру, культуру и соответствующий уровень способностей и компетенции.

2. Информация и технология – это информация, управляемая в услуге, и любая сопутствующая информация, и знания, включая ее защиту, управление и архивирование. Технология является основной движущей силой в управлении услугами. Это может быть искусственный интеллект, машинное обучение, использование мобильных платформ, облачные решения, инструменты совместной работы, автоматизированное тестирование и операции, а также решения для непрерывной интеграции/разработки/развертывания.

3. Партнеры и поставщики – каждый поставщик услуг использует другие организации для создания своей собственной ценности. Стратегия принятия решений об использовании других зависит от их собственной стратегической направленности, корпоративной культуры, нехватки ресурсов, проблем с затратами, предметной экспертизы, внешних ограничений и моделей спроса.

4. Потоки создания ценности и процессы – это последовательность шагов, которые создают ценность в виде продуктов или услуг. Каждый продукт или услуга в организации должны быть определением потока создания ценности.

Внедрение методологий ITIL и набора лучших мировых практик дает бизнесу ряд неоспоримых преимуществ:

– регламентирование всех процессов, процедур с дальнейшим контролем выполнения;

– рост конкурентного преимущества за счет снижения операционных расходов и гибкости управления;

– оптимизированные ИТ-процессы для повышения эффективность техподдержки и компании в целом;

– работа ИТ-департамента становится понятной для бизнеса, появляется стратегия развития.

Реализация стратегии гарантированно улучшит и ускорит работу технической поддержки.

Понятие технического аудита информационной системы

ИТ-аудит – это проверка и оценка информационно-технологической инфраструктуры, политики и операций предприятия. ИТ-аудит можно рассматривать как процесс сбора и оценки фактических данных для определения того, обеспечивает ли компьютерная система защиту активов, целость конфиденциальной информации, стабильную работу всех компонентов, позволяет ли эффективно достигать организационных целей и рационально использовать ресурсы предприятия.

Подход к проведению технического аудита как отдельной самостоятельной услуги с течением времени упорядочился и стандартизировался. Крупные и средние консалтинго-аудиторские компании образовали ассоциации – союзы профессионалов в области аудита информационных систем, которые занимаются созданием и сопровождением стандартов аудиторской деятельности в сфере ИТ. Необходимость аудита ИС и баз данных (БД) обусловлена, прежде всего, широким распространением ИТ во всех областях и усложнением процессов обработки информации.

В ходе аудита ИС проводится анализ ее структурных компонентов, посредством разделения на составные части и отбора ключевых элементов, оказывающих на формированные достоверной информации наибольшее влияние. При этом учитываются все изменения, произведенные компанией в структуре ИС в соответствии со стратегическими задачами развития.

Риск – это вероятность наступления действия или события, которое

может оказать неблагоприятное воздействие на организацию или информационные ресурсы.

Риск-ориентированный подход при проведении технического аудита дает своевременную оценку эффективности работы ИС, выявляет негативные и положительные аспекты работы, формирует рекомендации для дальнейшего развития.

Риск-ориентированный подход заключается в том, что учитывает следующие типы рисков:

– неотъемлемый риск: вероятность того, что какие-то события и действия могут оказать неблагоприятное влияние на объект проверки, при допущении отсутствия соответствующих внутренних средств контроля;

– риск средств контроля: вероятность того, что ошибка, которая может произойти во время проведения аудита, не будет предотвращена, обнаружена и своевременно исправлена системой внутреннего контроля;

– риск необнаружения: возможность того, что процедуры проверки не обнаружат нарушения, которые могут быть существенными по отдельности или в сочетании с другими ошибками.

Все больше и больше организаций переходят к подходу проведения аудита, основанному на оценке рисков, который можно адаптировать для развития и улучшения процесса непрерывного внутреннего аудита.

В ходе такого аудита происходит всестороннее тестирование, строятся схемы зависимостей и потоков информации, сравниваются требуемые и фактические показатели функционирования ИС, анализируется полученные данные.

Таким образом, проводится комплексная оценка ИТ-инфраструктуры, позволяющая оценить воздействие нарушений и сбоев в ее работе на достоверность формируемой отчетности, а также резервов ее более эффективного использования. В данном случае аудит выступает в качестве средства приведения ИТ-инфраструктуры компании в соответствие с бизнес-целями.

Риски, связанные с информационными технологиями

ИТ-аудит позволяет оценить риски и их последствия путем проверки логического и физического доступа к информационным ресурсам.

Являясь одним из элементов оценки функционирования внутренней системы контроля компании, технический аудит становится гарантом качества аудиторской проверки, т. к. позволяет оценить не только сами показатели деятельности предприятия, но и дать характеристику надежности процессу их формирования.

Возможные риски:

1. Несанкционированный доступ/изменение данных или программ: в любом приложении должны быть созданы разные уровни доступа в зависимости от занимаемой должности и выполняемой роли. Если программа прошла этапы тестирования и отладки, запущена в работу, разработчики больше не должны иметь доступа к используемым в ней данным. Если же программистам предоставляется доступ, то все действия должны регистрироваться и рассматриваться независимой группой. Риски несанкционированного доступа к данным включают возможность утечки информации, которая позволит оценить текущее состояние и характеристики организации. Прикладное ПО и данные транзакций должны быть защищены от несанкционированного изменения за счет использования соответствующих физических и логических средств контроль доступа. Контроль физического доступа включает установку физических барьеров для ограничения доступа к внутренним программам организации, помещениям, компьютерным залам с аппаратным обеспечением. Контроль логического доступа – это ограничения, связанные с защитой персональных компьютеров, компьютерных сетей и внутренней информации.

2. Автоматическая обработка: компьютерная система может автоматически инициировать транзакции или выполнять функции обработки по расписанию. Подтверждения этих этапов обработки (и любых связанных элементов управления) могут быть, а могут и не быть видимыми.

3. Высокий риск необнаруженных ошибок: ИС используют и хранят информацию в электронной форме и требует меньшего участия человека в её обработке. Это увеличивает вероятность получения людьми несанкционированного доступа к конфиденциальной информации и возможности изменить данные без видимых доказательств. Благодаря электронной форме, изменения в

компьютерных программах и данных не поддаются быстрому обнаружению. Также пользователи меньше подвергают сомнению надежность электронных отчетов.

4. Анонимность и снижение ответственности: риск совершения несанкционированной транзакции может быть уменьшен за счет наличия средств контроля, которые идентифицируют пользователей в системе и регистрируют совершенные действия. Снижение рисков реализуется путем выдачи пользователям уникальных паролей и последующей принудительной аутентификации их личности при входе в систему.

5. Маскировка или невидимость какого-либо процесса: эта уязвимость может быть использована путём встраивания неавторизованных программ в авторизованные. Угроза несанкционированного внесения изменений в программу может быть уменьшена путем использования соответствующих процедур контроля изменений, включая эффективный контроль доступа, ведение журналов и их проверку, разделение обязанностей между разработчиками систем, системными администраторами, персоналом по работе с компьютерами и конечными пользователями.

6. Недостоверная информация: сотрудник может сформировать отчетную документацию, будучи недостаточно компетентным в данной области, что может повлечь за собой серьезные последствия.

7. Наличие, полнота и объем журнала событий: это подтверждения, демонстрирующие, как была инициирована, обработана и завершена конкретная транзакция. Некоторые компьютерные системы предназначены для ведения аудиторского журнала лишь в течение короткого периода времени, или в электронном формате, или в краткой форме. Кроме того, полученная информация может быть слишком объемной для эффективного анализа.

8. Тип используемого аппаратного и программного обеспечения: распределенные компьютерные сети позволяют компьютерам взаимодействовать друг с другом, вне зависимости от местоположения и отдаленности, но в то же время увеличивают риск несанкционированного доступа к компьютерным ресурсам и возможного изменения данных. Также прикладное ПО, разработанное

собственными силами, может иметь более высокий уровень подверженности уязвимостям, чем ПО, поставляемое поставщиком, которое было тщательно протестировано и используется в коммерческих целях.

9. Слабый уровень безопасности: безопасность ИС должна быть одной из главных задач как конечных пользователей, так и руководства компании. Однако безопасность для многих компаний не является главным приоритетом.

10. Несанкционированный удаленный доступ: ОС обеспечивают контроль доступа, который ограничивает возможности удаленных пользователей видеть, изменять, удалять или создавать данные. Средства контроля доступа ОС могут быть оснащены дополнительными инструментами идентификации и аутентификации в каждом приложении. Кроме того, конфиденциальные данные, передаваемые по общедоступным линиям связи, должны быть зашифрованы.

11. Недостаточное тестирование: независимое тестирование важно для выявления конструктивных недостатков, которые могли быть упущены разработчиком системы. Конечный пользователь должен разработать критерии оценки системных требований, которые будут использованы при тестировании программы.

12. Недостаточное обучение: организации могут принять решение не инвестировать в обучение персонала, рассматривая эти затраты как неоправданные.

При этом у руководителей возникает множество вопросов о роли ИС в стратегическом плане развития организации и оптимизации инвестиций в информационную инфраструктуру. Кроме того, актуальны проблемы выявления и локализации проблем при сбоях в работе ИС, а также вопросы безопасности и контроля доступа.

Также остаются актуальными вопросы оценки организаций, работающих на аутсорсинге, при выполнении работ по настройке, поддержке, модернизации существующего оборудования и ПО. Руководитель организации должен иметь возможность получать достоверную информацию о текущем состоянии ИС и необходимости закупки дополнительного оборудования.

В подходе к тестированию функционирования ИТ-инфраструктуры аудитор может использовать разные способы тестирования, а именно: инспектирование, наблюдение, запрос, подтверждение, сквозное тестирование.

В ходе планирования проверки аудитор должен составить представление об общем объеме и сложности процессов, протекающих в информационной среде, а также оценить уровень доступа к исходным данным для целей проведения проверки. Аудит субъектов среднего бизнеса, а также крупных холдинговых структур предполагает использование различных детальных и аналитических процедур.

В рамках аудита информационных систем аудитор должен проверить:

принципы функционирования компьютерной информационной системы (способы организации, ввода, настройки, обновления данных);

обеспечение архивирования и хранения данных;

наличие специальных контрольных процедур для мониторинга функционирования среды компьютерной обработки данных;

уровень программного обеспечения и наличие лицензий;

соответствие применяемых алгоритмов требованиям нормативной документации по ведению учета и состоянию отчетности по основным автоматизированным расчетам (бизнес-или доход процессам);

возможности настройки (обновления) программного обеспечения для гибкого реагирования на изменения законодательства;

возможности расширения функций имеющихся систем;

степень информационной безопасности (ограничение несанкционированного доступа);

общую информационную политику компании и ее планы по развитию системы информационных технологий.

Таким образом, в методических рекомендациях должны быть отражены следующие основные характеристики элементов компьютерной среды, процедуры, применяемые аудитором для проверки (рис. 1) и рассмотрены возможности привлечения внешнего или внутреннего эксперта.

Заключение

В ходе аудита ИС проводится анализ ее структурных компонентов,

посредством разделения на составные части и отбора ключевых элементов, оказывающих на формированные достоверной информации наибольшее влияние.

Характеристики среды	Метод проверки	Источник информации
Местонахождение	Наблюдение. Инспектирование документации.	Фактический осмотр местонахождения элементов компьютерной среды. Организационный план размещения аппаратных мощностей.
Тип аппаратного и ПО	Наблюдение. Инспектирование	Реестр объектов основных средств. Фактический осмотр объектов.
Краткая характеристика обрабатываемой информации: тип данных, источники информации, потребители информации, взаимодействие с другими элементами компьютерной среды.	Инспектирование документации. Опрос.	Внутренние регламенты в отношении: разделения обязанностей среди сотрудников; взаимодействия с другими элементами компьютерной среды. Опросный лист с комментариями ответственных сотрудников.
Пользователи	Инспектирование документации.	Внутренние регламенты в отношении групп пользователей и уровней доступа.
Наличие средств защиты	Наблюдение. Инспектирование Опрос	Отчет аудитора по результатам наблюдения и инспектирования наличия средств защиты. Внутренние регламенты в отношении организационных мер обеспечения безопасности. Письменные жалобы сотрудников на неэффективную работу средств
Резервирование информации: тип данных, подлежащих резервированию, средства резервации, частота.	Инспектирование	Регламенты в части хранения и обработки данных, регламент восстановления бизнес-операций в случае чрезвычайных ситуаций.

Рис. 1. Характеристики среды и методы проверки

При этом учитываются все изменения, произведенные компанией в структуре ИС в соответствии со стратегическими задачами развития.

Риск-ориентированный подход при проведении технического аудита дает своевременную оценку эффективности работы ИС, выявляет негативные и положительные аспекты работы, формирует рекомендации для дальнейшего развития. Риск-ориентированный подход заключается в том, что учитывает следующие типы рисков:

– неотъемлемый риск: вероятность того, что какие-то события и действия могут оказать неблагоприятное влияние на объект проверки, при допущении отсутствия соответствующих внутренних средств контроля;

– риск средств контроля: вероятность того, что ошибка, которая может произойти во время проведения аудита, не будет предотвращена, обнаружена и своевременно исправлена системой внутреннего контроля;

– риск необнаружения: возможность того, что процедуры проверки не обнаружат нарушения, которые могут быть существенными по отдельности или в сочетании с другими ошибками.

В ходе такого аудита происходит всестороннее тестирование, строятся схемы зависимостей и потоков информации, сравниваются требуемые и фактические показатели функционирования ИС, анализируется полученные данные, проводится комплексная оценка ИТ-инфраструктуры, позволяющая оценить воздействие нарушений и сбоев в ее работе на достоверность формируемой отчетности, а также резервов ее более эффективного использования.

Список литературы

1. Cobit // [Электронный ресурс] URL: https://clck.ru/34ShGt (дата обращения: дата обращения: 20.02.2021).

2. ITIL // [Электронный ресурс] URL: https://clck.ru/dWXPp (дата обращения: дата обращения: 20.02.2021).

3. Ю.С. Руденская, И.А. Исаева / Облачные средства мониторинга ИТ-инфраструктуры // «Студенческий вестник»: научный журнал. – № 2(147). Часть 5. Москва, Изд. «Интернаука», 2021.

УДК 004.8

ГЕНЕРАЦИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ ФАЙЛОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Епифанов Ф.С., Бескин А.Л.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: phoudor@yandex.ru

Обоснована актуальность создания нейронных сетей для генерации музыкальных файлов. Рассматриваются типы исходных данных, которые можно использовать для обучения нейронной сети. Изучаются модели нейронных сетей подходящих для генерации музыкальных файлов.

Ключевые слова: музыка, генерация музыкальных файлов, машинное обучение, нейронные сети, RNN, LSTM, CNN, GPT, GAN.

Машинное обучение

Основная цель машинного обучения заключается в том, что можно представить реальность, используя математическую функцию, которую алгоритм не знает заранее, но которую он может определить после просмотра некоторых данных, всегда в форме парных входов и выходов. То есть каждый алгоритм машинного обучения построен на модифицируемой математической функции. Функцию можно изменить и адаптировать к конкретной информации, взятой из данных. Эта концепция является основной идеей для всех видов алгоритмов машинного обучения. [1] Для создания нейросети необходимо понять зачем и для кого она нужна. Также для эффективного обучения системы в контексте генерации аудиофайлов необходимо разработать подходы по представлению звука в виде данных, поскольку для обучения требуются соответствующие информационные ресурсы.

Актуальность

В настоящее время для создания типовых музыкальных композиций (музыка без слов) всё чаще используют нейронные сети. В основном, это различные веб сервисы для потоковой генерации музыкальных

файлов. Современные платформы для генерации музыкальных файлов также имеют широкий спектр настройки генерируемой музыки.

Цели применения нейронных сетей в этой области:

– сокращение времени работы музыкантов;

– уменьшение затрат на наем музыкантов;

– сокращение затрат на использование авторских музыкальных файлов;

– возможность создания музыкальных треков непрофессионалами.

Разработанные в данной области решения либо платные, либо у них отсутствует графический интерфейс, либо нет возможности офлайн генерации, либо требуют высокого уровня знания предметной области от пользователя [2-4].

Разработка новых автономных и простых в настройке систем генерации аудиофайлов весьма актуальна на данный момент.

Используемые данные для обучения

Чтобы понять какие данные нужно использовать для обучения нейронных сетей генерации музыкальных файлов необходимо определить, как можно представлять музыку в виде данных. Для обучения нейросети генерации музыкальных файлов можно использовать различные форматы данных, такие как:

Аудиофайлы: музыкальные файлы в форматах WAV, MP3, FLAC и других могут использоваться для обучения нейросети. Аудиофайлы содержат аудио-сигналы, которые могут быть представлены в виде временных рядов или спектрограмм. [5]

Спектрограмма — это визуальный способ представления уровня или «громкости» сигнала во времени на различных частотах, присутствующих в форме волны. Пример спектрограммы представлен на рис.1. [6] Миди-файлы: содержат информацию о музыкальных событиях, таких как ноты, темп, длительность и динамика, и могут быть использованы для обучения нейросети, которая генерирует музыку на основе этих данных. [7] Музыкальные нотации: файлы с музыкальными нотациями, такими как MusicXML или LilyPond, могут быть использованы для обучения нейросети, основываясь на музыкальных символах и структурах, таких как ноты, аккорды, фразы и т. д. [8-9]

Сырые аудиоданные: исходные сырые аудиоданные, записанные с

музыкальных инструментов или микрофонов, могут быть использованы для обучения нейросети, позволяя модели изучать различные звуковые характеристики, такие как тембр, тон, громкость и динамика.

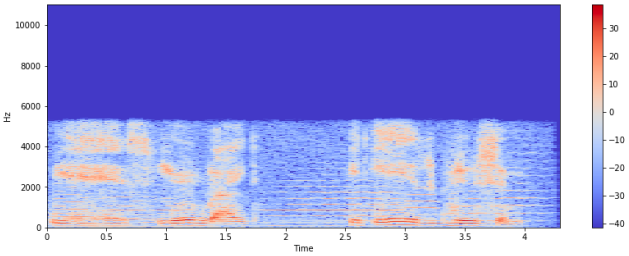


Рис. 1. Спектрограмма

Музыкальные тексты: текстовые данные, содержащие слова песен, могут быть использованы для обучения нейросети, которая генерирует музыку на основе текстовых описаний, настроений или эмоций.

Определить какой формат наилучший для обучения нельзя, так как всё зависит от конкретной цели, сроков обучения, качества выходного звука, размер данных генерируемых нейронной сетью аудиофайлов.

Используемые модели

Модели и способы обучения модели нейронной сети постоянно совершенствуются, но на данный момент определить оптимальную модель затруднительно, так как всё зависит от цели. Некоторые модели лучше работают с нотами, другие быстрее обучаются и.т.д. На текущий момент для обучения нейронной сети применяются модели LSTM, RNN, GPT, CNN, GAN и другие экспериментальные форматы.

CNN (Convolutional Neural Networks) схожи с обычными нейронными сетями: они состоят из нейронов с обучаемыми весами и сдвигами. Каждый нейрон получает входные данные, выполняет скалярное произведение и при необходимости добавляет нелинейную оптимизацию. Вся сеть выражает одну дифференцируемую функцию оценки: начиная от пикселей «сырых» изображений и заканчивая оценкой класса. [10]

GAN (Generative adversarial network) — это тип нейронных сетей, которые могут обучаться генерировать новые примеры данных, имитируя существующие. В контексте музыки GAN может использоваться для создания новых музыкальных композиций, которые

могут звучать как настоящие. [11]. GPT (Generative Pre-trained Transformer) — это тип нейронной сети, представляющий собой модель глубокого обучения, используется для генерации текста, является одним из наиболее эффективных подходов в задаче генерации текста на основе контекста. [12]

LSTM (Long Short-Term Memory) — это тип рекуррентных нейронных сетей (RNN), который широко используется для анализа и моделирования последовательных данных, таких как тексты, речь, временные ряды и другие. LSTM-сети широко применяются в различных областях машинного обучения, где важно учитывать контекст и долгосрочные зависимости в данных [13].

RNN (Recurrent Neural Network) — это тип нейронных сетей, предназначенных для работы с последовательными данными, такими как тексты, временные ряды, речь и другие, и обладающих внутренней памятью, позволяющей сохранять информацию о предыдущих состояниях. RNN обрабатывает входные данные пошагово, пропуская информацию через последовательные временные шаги, и использует свою внутреннюю память для сохранения контекста и моделирования зависимостей в последовательных данных [14].

Нейронная сеть — это компьютерная модель, которая имитирует работу человеческого мозга. Она состоит из большого количества взаимосвязанных нейронов (искусственных нейронов), которые способны обрабатывать и передавать информацию [15]. Выбор типа нейронной сети сильно зависит от целей, а также от выбранного формата данных для обучения.

Заключение

Различные виды моделей нейронных, такие как RNN, CNN, LSTM, GPT, GAN дают широкий выбор вариантов реализации задачи генерации музыкальных файлов. Однако, наилучших и единственно верных вариантов исходных данных и моделей нейронной сети не существует. При выборе нейронной сети для обучения генерации музыкальных аудиофайлов, а также формата обучающих данных стоит большое внимание уделять конкретной цели, срокам обучения, качества выходного звука, размеру входных данных, а также модели нейронной сети, чтобы получить ожидаемый результат.

Список литературы

1. Машинное обучение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/34NvVZ (дата обращения 10.04.23)

2. Magenta Studio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://magenta.tensorflow.org/studio (дата обращения 10.04.23)

3. Amper Music [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/34NvWA (дата обращения 10.04.23)

4. Melodrive [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://melodrive.itch.io/ (дата обращения 10.04.23)

5. MP3, AAC, WAV, FLAC: рассказываем обо всех форматах аудиофайлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/QFdE9 (дата обращения 10.04.23)

6. Руководство по MIDI для начинающих: Что это такое? Как это работает? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/34NvX7 (дата обращения 10.04.23)

7. Анализ аудиоданных с помощью глубокого обучения и Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/34NvaK (дата обращения 10.04.23)

8. musicXML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.musicxml.com (дата обращения 10.04.23)

9. LilyPond [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://lilypond.org (дата обращения 10.04.23)

10. Анализ аудиоданных с помощью глубокого обучения и Python [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nuancesprog.ru/p/6758/ (дата обращения 10.04.23)

11. Generative adversarial networks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/352794/ (дата обращения 10.04.23)

12. Generative Pre-Trained Transformer [Электронный ресурс]. – Режим доступаhttps://clck.ru/34NvYE (дата обращения 10.04.23)

13. Каковы особенности рекуррентных нейронных сетей? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/34Nvac (дата обращения 10.04.23)

14. LSTM-сети долгой краткосрочной памяти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://clck.ru/34NvZU (дата обращения 10.04.23)

15. Нейронные сети для начинающих. Часть 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/312450/ (дата обращения 10.04.23)

УДК 004.8

КАК БРАУЗЕРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ УЛУЧШАЮТ ПРОЦЕСС ТЕСТИРОВАНИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ

Руденко В.Р., Бескин А.Л.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: rud-valik17@mail.com

В статье авторами рассмотрены основные проблемы тестирования веб-приложений в различных браузерах. Были проанализированы основные процессы тестирования, выделены особенности различных браузерных инструментов, исходя из общих требований к разработке веб-приложений, определен наиболее универсальный веб-браузер для целей тестирования.

Ключевые слова: тестирование, веб-браузер, панель инструментов, вёрстка, автоматизация.

Введение

Тестирование веб-приложений становится все более важным компонентом разработки программного обеспечения. Неудивительно, что разработчики и тестировщики постоянно ищут новые и лучшие способы для обеспечения качества своих продуктов. Одним из наиболее эффективных способов является применение браузерных инструментов разработчика. Данные инструменты никогда не исчерпают свою актуальность в рамках тестирования, в отличие от браузерных расширений (плагинов), поэтому именно они были выбраны основным предметом исследования.

Браузерные инструменты – это наборы программных средств, которые позволяют разработчикам и тестировщикам изучать внутреннее устройство веб-страниц и приложений. Использование браузерных инструментов для тестирования дает возможность изучать детали работы веб-приложения и выявлять в нем потенциальные ошибки.

Существует множество различных браузеров и соответственно столько же вариаций панели инструментов для этих браузеров. В целом для всех вариантов функциональные возможности схожи, но в данном исследовании будет затронут конкретный браузер под названием Firefox в силу его технических особенностей и преимуществ над аналогами, которые будут раскрыты далее.

Целью данного исследования является анализ возможности повышения эффективности тестирования веб-приложений путем использования браузерных инструментов.

Проблемы тестирования вёрстки веб-приложений

Тестирование вёрстки веб-приложений является важной частью процесса разработки, поскольку оно помогает достичь корректного отображение контента на различных устройствах и браузерах. Однако, при тестировании вёрстки могут возникнуть ряд проблем, которые могут затруднить, замедлить процесс тестирования и привести к ошибкам, связанным с неправильным отображением контента.

Как сделать тестирование вёрстки менее болезненным для тестировщиков? Для ответа на данный вопрос рассмотрим основные проблемы и функции панели инструментов браузера Firefox, которые их решают.

Тестирование на различных устройствах. Для данной проблемы браузер Firefox предоставляет следующий механизм: необходимо перейти в режим адаптивного дизайна, далее в «название устройства» и «изменить список». В данном окне можно увидеть всевозможные актуальные устройства от телефонов до ТВ с возможностью добавлять свои собственные. Также удобной функцией является возможность включить автоматическую перезагрузку страниц при смене устройства.

Масштабирование вёрстки на неосновных разрешениях. Часто возникают кейсы, при которых необходимо проверить, насколько пропорционально масштабируется вёрстка. Для этого есть функция измерения отдельных блоков, чтобы её включить необходимо перейти в настройки, затем в доступные кнопки инструментов и поставить галочку напротив «измерить часть страницы» [1].

Скриншоты. Существует 3 вида скриншотов в браузере Firefox:

– скриншоты видимой части;

– скриншоты всей страницы (троеточие -> параметры -> доступные кнопки инструментов -> сделать скриншот всей страницы);

– скриншоты узлов (инспектор -> выбрать узел -> скриншот узла).

Также можно сделать снимок браузера следующими способами:

– зажать клавишу Ctrl и правую кнопку мыши в области браузера и далее нажать на «сделать снимок экрана»); в данном меню возможно сделать снимок выделенной области, конкретного элемента, видимой области и всей страницы;

– с помощью команды «:screenshot» в консоли. Наиболее полезными параметрами команды являются: «clipboard», «delay» и «fullpage».

Проверка шрифтов. Для этой задачи существует функция «Все шрифты на странице». Чтобы ее включить необходимо перейти по следующему пути: инспектор -> включить 3-х панельный инспектор -> шрифты -> все шрифты на странице. Здесь отображаются абсолютно все шрифты страницы, при наведении на которые видимый текст с соответствующим стилем будет подсвечен.

Анимации. Для повторного проигрывания анимаций на странице с отличающейся от оригинальной скорости в целях тестирования существует функция записи по следующему пути: инспектор -> 3-х панельный инспектор -> анимации.

Далее приведена таблица для сравнений функций браузерных инструментов для целей тестирования веб-приложений (табл. 1).

Опции для функциональных проверок

При тестировании веб-приложений одним из важных аспектов является функциональное тестирование. Оно позволяет убедиться в правильности работы приложения в соответствии с заданными требованиями и ожиданиями пользователей. В данном разделе мы рассмотрим основные браузерные инструменты, которые используются для функционального тестирования веб-приложений, и объясним их особенности и преимущества.

Экспорт данных. Во многих кейсах тестировщикам необходимо перенести файлы логирования, данные запросов и т.д. в другие инструменты, такие как Postman, Charles и др. Здесь на помощь приходит HAR[1], который содержит все запросы пройденного

[1] HAR (http archive с англ.) – HTTP-архив в формате JSON для экспорта данных.

пользовательского пути. Такие файлы можно использовать для логирования, передачи разработчикам для выявления сложно воспроизводимых багов. Также удобно копировать запросы в разных форматах для дальнейшего рефакторинга [2].

Таблица 1 - Сравнение браузерных инструментов

Браузер / Функция	**Firefox**	**Chrome**	**Safari**
Актуальный список viewports	Да	Да	Нет
Все виды создания скриншотов	Да	Нет	Нет
Встроенный рекордер	Да	Да	Да
User-Agent Client Hints	Нет	Да	Нет
Динамическое масштабирование элементов	Да	Нет	Нет
Accessibility отчеты	Нет	Да	Нет
Использование breakpoints	Да	Да	Да
Тестирование dark mode	Да	Да	Нет
Встроенный удобный JSON viewer	Да	Нет	Нет
Редактирование и отправка запросов	Да	Да	Да
SEO отчеты	Нет	Да	Нет
Поддержка выделения шрифтов на странице	Да	Нет	Нет

Разбор JSON файлов. В Firefox есть инструмент под названием JSON viewer, который позволяет разобрать любой запрос в практичном иерархическом виде с возможностями поиска, развертывания, свертывания, экспорта и копирования.

Редактирование и отправка запросов. В Firefox есть возможность отправки запросов с тестовыми параметрами, проверки отображения на frontend результатов, не воспроизводимых через frontend, а также воспроизведения ошибок на backend.

Работа с исходным кодом. Firefox является наиболее комфортным и дружелюбным веб-браузером в области работы с исходным кодом, так как позволяет переносить длинные строки, подсвечивает синтаксис, а

также позволяет искать информацию с подсветкой результатов, учётом регистра и другими параметрами.

Инструменты для автоматизации

Developer tools Firefox – это один из самых мощных и гибких инструментов для разработки и отладки веб-приложений. Но, помимо этого, они могут быть использованы для автоматизированного тестирования [3].

Браузер Firefox поддерживается всеми известными фреймворками для автоматизации тестирования, что упрощает выбор между ними и последующее использование. Одной из уникальных особенностей является обнаружение неуловимых элементов страницы (ситуации, когда нужно остановить выполнение скрипта в определенном месте). Для этого используются breakpoints[2] в различных вариациях во вкладке «Отладчик», благодаря чему можно установить необходимое состояние страницы для последующей отладки. Использовать поиск по элементам для создания локаторов, применяемых в тестах намного проще и удобнее, чем в других браузерах за счет отключенной функции поиска во время ввода текста селекторов. И, в заключение об автоматизации, хотелось бы добавить про встроенный механизм записи видео браузера. В панели разработчика есть вкладка «Профайлер», которая позволяет использовать интегрированный рекордер, в котором доступны все необходимые функции для отладки пользовательских сценариев. Как выглядит данное окно можно увидеть на рис. 1 [4].

Заключение

Различные инструменты, такие как панель разработчика в Firefox, предоставляют широкий набор функций для тестирования и отладки веб-приложений. Они могут быть использованы для проверки функциональности, производительности, доступности и совместимости веб-приложений.

Однако, необходимо помнить, что выбор конкретного инструмента зависит от задач тестирования и особенностей веб-приложения. Кроме того, эффективное использование браузерных инструментов требует профессиональных навыков и опыта в их использовании.

[2] Точка останова (breakpoint на англ.) – преднамеренное прерывание скрипта в момент изменения внешнего вида страницы.

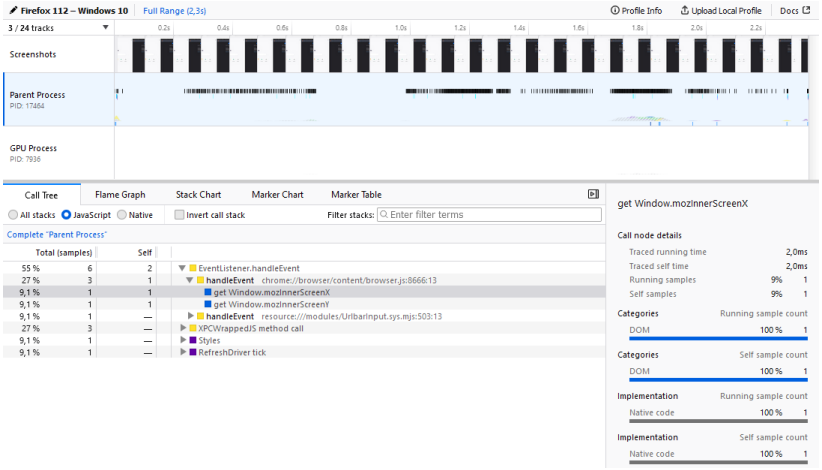


Рис. 1. Интегрированный рекордер «Профайлер»

Тем не менее, современные браузерные инструменты делают тестирование веб-приложений более доступным, эффективным и удобным для тестировщиков и разработчиков. Веб-браузер Firefox, о котором мы рассказали в данной статье, обладает самым обширным и уникальным набором инструментов тестирования по сравнению с распространенными аналогами, что ставит его на первое место при выборе браузера для процессов обеспечения качества веб-приложений.

Список литературы

1. David, M., & Robb, M. (2021). Browser Tools and Techniques for Web Application Testing. In 2021 IEEE 31st International Symposium on Software Reliability Engineering.

2. Hall, J. (2023). Practical Web Application Penetration Testing. Packt Publishing Ltd.

3. Akhtar, M., & Bahramisharif, A. (2021). Browser Testing Tools: An Overview. In Proceedings of the 2021 5th International Conference on Computer Science and Computational Intelligence (pp. 1-5). IEEE.

4. Mozilla. (2023). Firefox Developer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Tools (дата обращений 12.04.23)

5. Andrey Enin, Accessibility Manual Testing. Step-by-step guide for testers on how to deal with the accessibility. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://adequatica.medium.com/accessibility-manual-testing-85826e161071 (дата обращения 12.04.23)

6. Thomas Steiner, prefers-color-scheme: Hello darkness, my old friend. [Электронный ресурс]. – https://web.dev/prefers-color-scheme/ (дата обращения 12.04.23)

7. Mirza, N., & Soomro, T. R. (2022). An Overview of Browser-Based Testing Tools for Web Applications. In Proceedings of the 2022 4th International Conference on Computational Intelligence and Applications (pp. 1-6). ACM.

8. Pham, T. L., & Nguyen, H. H. (2022). The Application of Browser-based Tools for Web Application Testing: A Systematic Review. Journal of Science and Technology Development, 25(3), 100-115.

УДК 004.4'244

РЕАЛИЗАЦИЯ УНИФИЦИРОВАННОГО CI/CD-КОНВЕЙЕРА ДЛЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ И РАЗВЕРТЫВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

[1]Ижболдин А.Ф., [1,2]Съедин Д.Ю.

[1]МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: alexfzero@gmail.com

[2]Федеральное государственное автономное научное учреждение «Центр информационных технологий и систем органов исполнительной власти имени А.В.Старовойтова», 123557 г. Москва, ул. Пресненский вал, дом 19, стр. 1

В работе рассмотрена реализация унифицированного CI/CD-конвейера, обеспечивающего стандартизацию и автоматизацию процессов сборки, доставки и развертывания программных приложений на целевой серверной инфраструктуре. Особенностью конвейера является его универсальность, обеспечивающая выполнение вышеуказанных процессов на различных CI/CD-системах для программных проектов, минимизируя при этом труд DevOps-специалистов.

Ключевые слова: стандартизация, автоматизация, CI/CD-конвейер, унифицированное взаимодействие, DevOps, программное приложение.

Введение

В последнее время наблюдается усложнение программных проектов, вызванное увеличением количества зависимостей и библиотек, из которых эти проекты состоят [1-3]. Это приводит к существенному усложнению процессов формирования готовых программных решений и, как следствие, повышает риск возникновения

потенциальных ошибок при выполнении рутинных процедур сборки программных приложений, их доставки и развертывания на целевой вычислительной инфраструктуре [4, 5].

В этой связи, создание и применение эффективных инструментов стандартизации и автоматизации вышеуказанных процессов, уменьшающих время разработки программных продуктов и минимизирующих участие человека, представляет значительный интерес [6, 7]. Таким образом, настоящая работа посвящена вопросу реализации унифицированного CI/CD (continuous integration / continuous delivery) конвейера, способствующего стандартизации и автоматизации процессов сборки и развертывания программных приложений.

Реализация унифицированного CI/CD-конвейера

В настоящей работе реализация унифицированного CI/CD-конвейера заключается в формировании обобщенной последовательности этапов, выполнение которых предполагается при сборке и развертывании различных программных приложений.

При разработке унифицированного CI/CD-конвейера будем руководствоваться следующими принципами:

– информация о целевом сервере, на который должна быть осуществлена доставка собранного приложения, указывается в файле, в котором зафиксированы этапы выполнения конвейера;

– в процессе выполнения конвейера на целевом сервере должен производиться вызов некоторого программного средства (ПС), которому передается управление и которое отвечает за процессы формирования целевых файлов приложения;

– программное средство должно быть реализовано на любом интерпретируемом языке программирования для устранения зависимости от различных операционных систем (ОС) [8].

Учитывая вышеуказанные принципы, сформулируем обобщенную последовательность этапов реализуемого унифицированного CI/CD-конвейера:

1. Подготовка подключения к целевому серверу;
2. Получение файлов, необходимых для работы ПС;
3. Подготовка окружения перед запуском ПС;
4. Передача управления ПС;

5. Подготовка сервера и окружения;
6. Тестирование;
7. Завершение подключения.

На рис. 1 приведено визуальное представление описываемого конвейера.

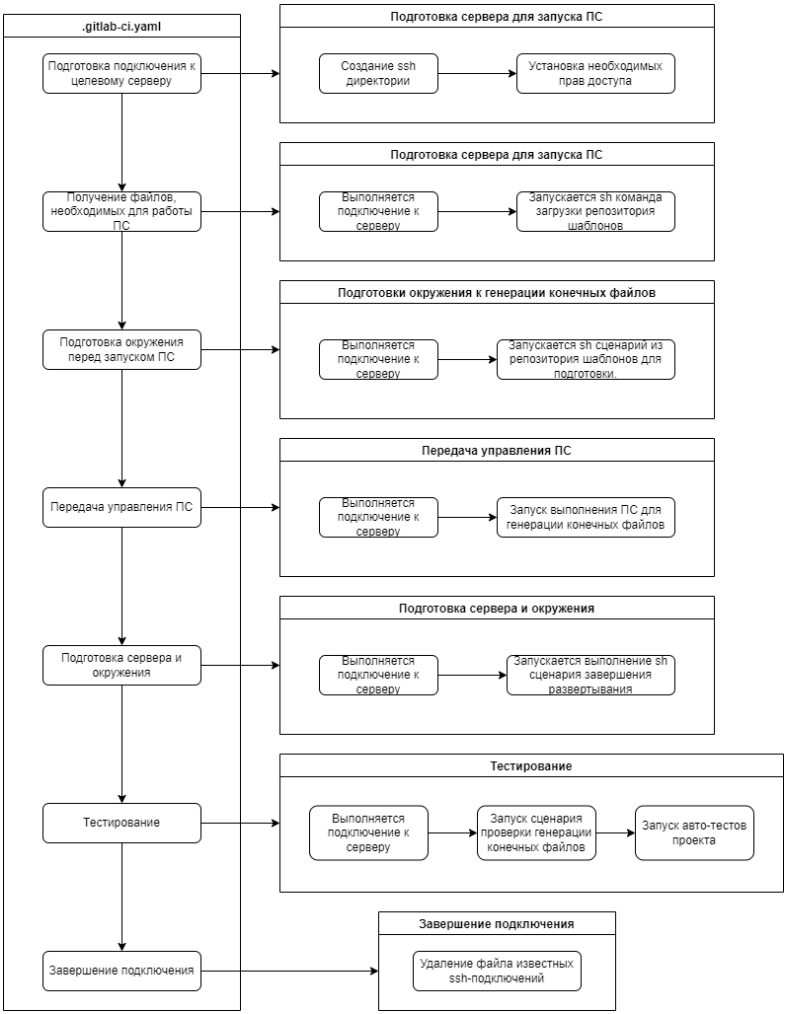


Рис. 1. Визуализация описанного конвейера

Рассмотрим каждый этап подробно.

1. На начальном этапе экземпляр сборки CI/CD-сервиса осуществляет формирование директории «.ssh» на локальном сервере для хранения ключей будущих ssh-соединений, при этом ей присваиваются определенные права доступа исключительно для владельца данной директории.

2. Экземпляр сборки CI/CD-сервиса загружает все необходимые файлы приложения из репозитория кодовой базы в вышеуказанную директорию. Эти файлы затем будут использованы ПС для сборки. Для работы ПС также загружаются так называемые конфигурационные шаблоны инструментов – предварительно созданные в отдельном репозитории конфигурационные файлы с минимально необходимой структурой для использования инструментами, которые будут задействованы при работе собранного и развернутого приложения. Указанные шаблоны содержат переменные для будущей подстановки значений, передаваемых в качестве входных параметров в шаблоны при их обработке управляющим программным средством.

3. Производится подготовка окружения перед запуском ПС. В рамках данного этапа CI/CD-сервис осуществляет подключение к целевому серверу по протоколу ssh, после чего выполняет необходимый сценарий подготовки окружения для запуска ПС, который может быть также размещен в репозитории с конфигурационными шаблонами.

4. Выполняется передача управления ПС, на котором производится формирование конечных файлов приложения. На данном этапе CI/CD-сервис, подключившись к целевому серверу, осуществляет запуск ПС для генерации всех директорий и файлов, необходимых для корректной работы программного приложения.

5. Далее необходимо выполнить подготовку сервера и окружения, в котором ПС выполняет сценарий завершения развертывания программного приложения.

6. На данном этапе CI/CD-сервисом проводится тестирование, по итогам которого проверяется корректность формирования конечных файлов, а также выполняется запуск авто-тестов, если они предусмотрены в проекте.

7. В заключение выполняется итоговый этап по завершению

подключения, который подразумевает удаление CI/CD-сервисом файла, содержащего открытые ключи используемых ранее серверов, к которым было осуществлено подключение с помощью ssh.

Заключение

Рассмотрена реализация унифицированного CI/CD-конвейера, обеспечивающего стандартизацию и автоматизацию процессов сборки, доставки и развертывания программных приложений на целевой серверной инфраструктуре. Показаны этапы выполнения конвейера с указанием основных действий в рамках каждого этапа. Общность подхода к реализации конвейера позволяет минимизировать ручное вмешательство специалистов в процессы сборки и развертывания приложений, вследствие чего, достигается снижение нагрузки на персонал и уменьшается вероятность совершения ошибок при выполнении процессов CI/CD.

Список литературы

1. Зампетти Ф., Вассалло К., Паничелла С., «Эмпирическая характеристика плохих практик непрерывной интеграции», Empirical Software Engineering, с. 1095–1135, 8 января 2020 г.

2. Клотинс Э., Горшек Т., Сунделин К., «На пути к оценке рентабельности непрерывной деятельности по разработке программного обеспечения», Empirical Software Engineering, стр. 157-197, 2022.

3. Старовойтов А.В., Стариков П.П., Дубицкий К.А., Лукьянов С.Э., Павлов Л.П., Симонов В.М., Съедин Д.Ю. Комплекс автоматизированных государственных информационных систем поддержки управленческих решений в сфере науки и техники. // Информатизация и связь. – 2021. – №6. – С.7-19. – DOI: 10.34219/2078-8320-2021-12-6-7-19. – EDN: RNPCNV.

4. Ланлан Гонг, Гуйфен Гонг, Синхун Линг, «Практика разработки программного обеспечения на основе DevOps», Forest Chemicals Review, стр. 1287-1302, 2021.

5. М. Вирмани, «Одиннадцатая международная конференция по инновационным вычислительным технологиям (INTECH 2021)», в

материале «Понимание DevOps и преодоление разрыва между непрерывной интеграцией и непрерывной доставкой», Лутон, 2021 г.

6. А. Насрин, «Международный семинар IEEE/ACM по программно-интенсивному бизнесу (IWSiB) 2022 г.», в материале «Понимание критических факторов успеха и организационных практик DevOps», Питтсбург, 2022 г.

7. Донка И.С., Стэн О.П., Мисарос М., Гота Д., Миклеа Л., «Метод непрерывной интеграции и развертывания с использованием конвейерного генератора для гибких программных проектов», Sensors, стр. 22-40, 2022.

8. А. Бахманн, Язык программирования Python как центр конвергенции исследований и процессов DevOps в инфраструктуре IDL, Институт аэрокосмической медицины, Гамбург, 2016.

УДК 004.8

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СФЕРЕ ЛОГИСТИКИ

Сельдин А.С., Бескин А.Л.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: alexandrhering@gmail.com

В статье представлены результаты анализа информационных систем для управления логистикой предприятий. В исследование были включены российские и зарубежные информационные системы логистики, такие как IBM, Roadnet Transportation Suite, iSolutions-Логистика, DNA evolutions, Первый БИТ и др. Было проведено сравнение систем с различным функционалом программного обеспечения для разных уровней и видов логистики. Это позволило оценить масштабность и узкопрофильность каждой системы.

Ключевые слова: информационные системы логистики, производственная логистика, имитационное моделирование.

Введение

В настоящее время мобильные технологии и социальные сети радикально меняют бизнес-процессы организаций, модели взаимоотношений между поставщиками и клиентами и дают перспективные возможности компаниям как для удержания стабильных позиций на рынках, так и для выхода на новые рубежи в конкурентной борьбе.

Под влиянием информационных технологий произошли значительные изменения в области управления цепями поставок (Supply Chain Management (SCM)), где информационные технологии используются для решения широкого круга задач с целью повышения эффективности логистических бизнес-процессов. Использование IT решений позволяет сделать следующее:

– сбор и хранение данных о логистической деятельности с целью организации единого информационного пространства предприятия;

– анализировать собранные данные с целью получения информации, необходимой для принятия эффективных управленческих решений;

– минимизировать или исключить дублирование информации;

– для стандартизации и автоматизации рутинных операций;

– развивать компетентность персонала путем обмена информацией;

– поиск новых клиентов и поставщиков и т. д.

Цель данной статьи состоит в анализе информационных систем, используемых в логистике предприятий с целью определения их масштабности и специализации.

Информационные системы логистики

Современные логистические предприятия работают в условиях динамичной и конкурентной рыночной среды, где эффективное управление потоками материалов, товаров и информации играет решающую роль в достижении успеха. Для этого необходимо использовать специализированные информационные системы, которые помогают оптимизировать логистические процессы, снизить затраты на хранение и транспортировку грузов, а также повысить качество обслуживания клиентов.

Существует множество различных информационных систем, которые предназначены специально для управления логистическими потоками. Некоторые примеры таких систем включают в себя:

– Системы управления складами (WMS) автоматизируют процессы на складах, включая прием товаров, хранение, отбор и отгрузку.

– Системы управления транспортом (TMS) помогают управлять транспортными потоками, включая маршрутизацию, отслеживание и оптимизацию доставки.

– Системы управления запасами (IMS управляют запасами товаров, включая заказы, прогнозирование спроса, оптимизацию запасов и контроль за выполнением заказов.

– Системы управления логистической сетью (LNS) дают возможность управления всей логистической сетью, включая склады, транспорт и процессы управления запасами.

– Системы управления перевозками (CTS) управляют перевозками грузов, включая заказы, маршрутизацию и отслеживание грузов.

– Системы управления заказами (OMS) работают с заказами товаров, включая обработку заказов, доставку и отслеживание.

Такие системы могут значительно повысить эффективность работы логистического предприятия, снизить риски и ошибки, ускорить выполнение заказов и сократить время на обработку документации. Благодаря этому компания может сократить затраты на логистику и увеличить свою конкурентоспособность на рынке.

Каждая из этих систем имеет свои особенности и преимущества, которые могут помочь логистическому предприятию повысить эффективность управления и оптимизировать процессы логистики.

Для проведения сравнительного анализа информационных систем в области логистики были выбраны разработки, доступные на российском рынке программных продуктов, а именно:

– IBM – комплекс программных решений для управления цепочками поставок [1]. Он включает два блока: планирование (модули оптимизации сети, маршрутизации, запасов и принятия решений) и поддержание функционирования (модули автоматизации транспортных процессов, оптимизации бизнес – процессов и поставок, B2B-возможности и управление продуктивностью в реальном времени).

– Roadnet Transportation Suite [2] – пакет программных продуктов, специализирующийся на оптимизации транспортной логистики в сфере торговли;

– iSolutions-Логистика является дополнительным решением, расширяющим возможности модуля «Управление складом» Microsoft Dynamics AX, и позволяет комплексно автоматизировать процессы управления складом.

– Solvo – автоматизация складских комплексов, автоматизация портов и контейнерных терминалов, управление цепочками поставок [3];

– DNA evolutions – online сервисы для различных оптимизационных задач транспортного планирования;

– JDA – программное решение направлено на бизнес-трансформацию системы поставок. Объектом планирования является цепочка поставок на основе управления спросом, включающая точки продаж, промежуточные склады, распределительные центры, производственные объекты, поставщиков [6];

– Axapta Retail – система, предназначенная для автоматизации управления на предприятиях крупного и среднего бизнеса, относящаяся к системам класса ERP II;

– Epicor – комплекс отраслевых ERP – систем на основе сервисно-ориентированной архитектуры и веб-сервисов.

Сравнительный анализ информационных систем (ИС) логистики

Представим результаты сравнительного анализа информационных систем (ИС) по следующим критериям:

– возможность поддержки различных видов логистики (табл. 1);

– обеспечение функциональных уровней логистики в рамках одного предприятия или организации [10] (таблица 2).

В таблице 1 выделены виды логистики, которые поддерживаются описанием соответствующих программных продуктов. В таблице 2 выделены функциональные уровни логистики, которые также явно поддерживаются описанием соответствующих ИС.

Таблица 1. Обеспечение информационными системами различных видов логистики

Виды логистики	Информационные системы						
	IBM	Roadnet Transportation Suite	iSolutions – Логистика	DNA evolutions	JDA	Axapta Retail	Epicor
Закупочная	+				+	+	+
Производственная	±						+
Распределительная					+	±	±
Складская	+		+			+	+
Транспортная	+	+		+	+		
Сервисное обслуживание	±	+					+

Для полного понимания возможностей информационных систем в области логистики важно рассмотреть их обеспечение тремя уровнями:

оперативным, диспетчерским и плановым.

Оперативный уровень представляет собой набор функций и задач, связанных с текущей операционной деятельностью компании. На этом уровне ИС предназначены для выполнения оперативных задач, таких как отслеживание состояния склада, регистрация поступления и отгрузки товаров, контроль за сроками годности и температурными режимами хранения товаров и т. д. ИС на оперативном уровне обычно включают такие модули, как складское управление, транспортное планирование, управление запасами, управление продажами и другие.

Диспетчерский уровень включает в себя функции, связанные с контролем за текущими логистическими операциями и управлением персоналом. На этом уровне ИС предназначены для поддержки принятия решений и оптимизации текущих операций, таких как управление транспортными ресурсами, диспетчеризация автомобильного транспорта, маршрутизация грузов и др. ИС на диспетчерском уровне включают модули для мониторинга текущих логистических операций, управления мобильными устройствами, распределения нагрузки между сотрудниками и другие.

Плановый уровень обеспечивает стратегический подход к логистическому управлению и включает в себя функции, связанные с прогнозированием, планированием и оптимизацией логистических операций. На этом уровне ИС предназначены для принятия решений, определяющих будущую логистическую стратегию компании и включают модули для анализа рынка, прогнозирования спроса, планирования маршрутов, оптимизации запасов и другие.

Таблица 2. Обеспечение информационными системами уровней логистики

Виды логистики	Информационные системы						
	IBM	Roadnet Transportation Suite	iSolutions–Логистика	DNA evolutions	JDA	Axapta Retail	Epicor
Оперативный	+	+	+		+		±
Диспетчерский	+	+	+	+	+		+
Плановый	+				+	+	+

Информационные системы наиболее полно освещают решения задач

закупочной, складской и транспортной логистики (при этом не все системы складской логистики были включены в исследование). Однако функции производственной и распределительной логистики охвачены менее широко.

Анализ таблиц показывает, что масштабные системы с несколькими программными модулями обеспечивают большинство видов логистики, преимущественно на уровне прогнозирования, комплексного решения проблем и стратегического планирования. В то же время, специализированные программные продукты складской и транспортной логистики ориентированы на оперативный и диспетчерский уровни.

В таблице 3 представлены результаты сравнительного анализа ИС по критериям, связанным с транспортной логистикой. В таблице 4 представлены результаты сравнительного анализа ИС по критериям, связанным со складской логистикой.

Таблица 3. Сравнение программного обеспечения в сфере транспортной логистики

Критерий оценки	Информационные системы		
	Roadnet Transportation Suite	ИС «Первый БИТ»	DNA evolutions
Разбиение территории на зоны обслуживания	+	+	+
Возможность выбора параметров балансировки разбиения территории (количество пунктов назначения, объем груза, количество поездок, затраченное время)	+		
Анализ сценариев	+		
Автоматическая перестройка территорий	+		
Создание планов на разные ситуации	+		
Контроль передвижения транспортных средств и персонала (с помощью GPS)	+	+	

Учет отклонений от заданного маршрута	+		+
Контроль выполнения заказов	+	+	
Учет расхода ГСМ[3]		+	
Online взаимодействие водителя с логистом		+	
Сбор статистических данных о передвижении, времени, проводимом в пункте назначения	+		
WEB-отчетность, удаленное оформление документов	+		+
Перевозки несколькими видами транспорта		+	

Таблица 4. Сравнение программного обеспечения в сфере складской логистики

Критерий оценки	Информационные системы	
	ИС «Первый БИТ»	Isolutions – Логистика
Формирование правил размещения товара на складе	+	+
Учет серий и сроков годности при размещении	+	+
Контроль качества товара	+	+
Оптимизация складских запасов за счет перераспределения товара	+	
Оптимизация использования складских площадей	+	+
Получение актуальной информации об остатках товара на складе в разрезе адресов хранения	+	+
Оптимизация маршрутов отбора товара по различным критериям (срок годности, партия, зона хранения и т.п.)		+
Проведение инвентаризации без остановки работы склада	+	+

[3] ГСМ - "Горюче-Смазочные Материалы".

В ИС слабо представлен блок внутрипроизводственной логистики, который, однако играет важную роль в промышленном производстве. Организация внутрипроизводственной логистики позволяет оптимизировать временные затраты на основные, транспортные и складские операции, обеспечить непрерывность производственного процесса, сократить выпуск бракованной продукции и обеспечить гибкость производства. Однако специфика производственных процессов в каждой технологической цепочке определяет причины низкого уровня распространения соответствующих информационных систем.

Логистические и организационные задачи управления предприятием различны по своей природе. Существующее программное обеспечение, как правило, направлено на автоматизацию процессов и обеспечение доступности актуальной информации. Автоматизация позволяет сократить время, упростить обработку данных и обеспечить их удобный поиск в любой момент.

Однако для оптимизации процессов необходимо использовать специальные методы. Их применение позволяет быстро принимать верные решения в меняющихся условиях. Крупные предприятия, такие как металлургические, требуют модульную систему, включающую конструктора моделей, хранилище данных и оптимизатора. Основные принципы разработки такой системы описаны в [1].

Заключение

Решения комплексной оптимизации технологических, логистических и организационных процессов требует универсального подхода. Среди существующих средств и методов оптимизации и моделирования процессов, мультиагентное имитационное моделирование является эффективным подходом. Одной из платформ, которая использует мультиагентное моделирование, является Anylogic [15]. Специальная версия этой системы моделирования, Anylogistix [16], используется для оптимизации логистических проектов.

Методы имитационного моделирования обладают рядом преимуществ, таких как учет различных стохастических и случайных факторов, возможность составления базы решений, учет динамики процессов и интеграция с эвристическими и численными методами

оптимизации. Однако, при постановке экспериментов для всего множества подзадач производства методы имитационного моделирования могут быть ресурсоемкими. Кроме того, результатом решения задачи оптимизации с помощью методов имитационного моделирования будет квазиоптимизация – решение, близкое к оптимальному.

Использование имитационного моделирования позволяет определить влияние различных факторов на результат решения задачи, включая те, которые затруднительно учесть при использовании отдельных методов решения каждой подзадачи. Anylogic и Anylogistix, как платформы для мультиагентного моделирования, обладают широким набором возможностей для решения различных задач моделирования и оптимизации процессов в различных отраслях.

Список литературы

1. Аксенов К.А., Антонова А.С., Спицина И.А., Сысолетин Е.Г., Аксенова О.П. Разработка автоматизированной системы анализа, моделирования и принятия решений для металлургического предприятия на основе мультиагентного подхода // Автоматизация в промышленности. – 2014. – № 7. – С. 49-53.

2. Описание программного продукта «Первый БИТ». URL: http://www.1cbit.ru/tor/btask/skladckaya-logistika/ (дата обращения 12.04.2023).

3. Описание программного продукта DNA evolutions. URL: http://www.dnaevolutions.com/joptproductlineoverview.html (дата обращения 12.04.2023).

4. Описание программного продукта E-SKLAD. URL: http://www.datascan.ru/systems/sklad/esklad.htm (дата обращения 12.04.2023).

5. Описание программного продукта iSolutions. URL: https://pinpoint.microsoft.com/Applications/12884936173?locale=ru-ru (дата обращения 12.04.2023).

6. Описание программного продукта JDA. URL: http://www.jda.com/ru/solutions.cfm (дата обращения 07.10.2014).

7. Описание программного продукта Roadnet Transportation Suite. URL: http://www.roadnet.com/pub/products/Roadnet-Transportation-Suite/ (дата обращения 12.04.2023).

8. Описание программного продукта Solvo. URL: http://www.solvo.ru/ (дата обращения 12.04.2023).

9. Описание программных решений IBM для управления цепочками поставок. URL: http://www-142.ibm.com/software/products/ru/ru/ibmilogtrananal/ (дата обращения 12.04.2023)

10. Сергеев В.И. Логистика: Информационные системы и технологии: учебно-практическое пособие / Сергеев В.И., Григорьев М.Н., Уваров С.А. – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2008. – 608 с.

11. «Freight and Logistics industry solutions and services | IBM». URL: https://www.ibm.com/industries/travel-transportation/freight-logistics (дата обращения: 12.04.2023).

12. «Roadnet Transportation Suite (RTS) | Omnitracs». URL: https://www.omnitracs.com/roadnet-transportation-suite-rts (дата обращения: 12.04.2023).

13. «Солво» – разработка и внедрение информационных систем по автоматизации логистики. URL: https://www.solvo.ru/ (дата обращения: 12.04.2023).

14. БИТ.Управление транспортной логистикой. URL: https://www.1cbit.ru/1csoft/bit-upravlenie-transportnoy-logistikoy/#/description (дата обращения: 12.04.2023).

15. Anylogic. Моделирование для обоснованных решений. https://www.anylogic.ru/ (дата обращения: 12.04.2023).

16. Программное обеспечение Anylogistix — оптимизация, моделирование и анализ логистики и цепей поставок. https://www.anylogistix.ru/ (дата обращения: 12.04.2023).

УДК 004.9

СИТУАЦИОННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТИ И ПРИНЦИПЫ ЕЁ РАБОТЫ

Сорокин А.Б., Лащик Н.М.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: ab__sorokin@mail.ru, LKolya97@gmail.com

Особенностью рассматриваемой нейронной сети является формат её обучения на 3D-моделях, что поможет не только натренировать искусственный интеллект на распознавание 3D-объектов по отдельности, но и оценивать взаимосвязи нескольких предметов, на основании которых делать выводы о ситуации, происходящей на изображении.

Ключевые слова: машинное обучение, ситуационный анализ, нейронные сети, обработка 3d-изображений.

Распознавание объектов - одна из важнейших когнитивных функций человеческого мозга. Прежде всего, процесс распознавания начинается с процесса восприятия объекта. Данный процесс восприятия осуществляется с помощью органов восприятия: прежде всего, зрения, но также слуха, осязания и других. Органы человека помогают ему считывать информацию об отличительных чертах наблюдаемых объектов. На первых этапах жизни человека свойства объектов не образуют устойчивых взаимосвязей восприятия, но чем больше человек взаимодействует с этими объектами, тем больше различных отличительных особенностей он замечает.

Путем частого взаимодействия с объектами мозг может находить взаимосвязь конкретных черт объекта, которые встречаются вместе друг с другом, то есть видеть корреляционные связи объектов, либо наоборот понимать, что некоторые признаки объектов вместе быть не могут.

Нахождение устойчивых взаимосвязей различных признаков,

характеризующих какой-либо объект, означает, что они не являются просто набором признаков самих по себе, а характеризуют какой-то конкретный объект, обладающий данным набором признаков.

Переход же от познания органами чувств к распознаванию, основанному на логическом поиске закономерностей признаков, характеризуется прежде всего, как переход от восприятий, представлений к отражению в форме понятий. Из этой мысли очевидно, что такого рода переход восприятия на другой уровень — сложный процесс, который осуществляется с помощью таких методов, как сравнение, анализ, синтез, абстрагирование, идеализация, обобщение, эксперимент и др.

В настоящий момент все больше и больше для выполнения повседневных задач используются нейронные сети. Наиболее широкое применение получили нейронные сети, которые могут обрабатывать изображения, начиная с обычных нарисованных картинок и заканчивая фотографиями с камер дорожного наблюдения. Именно для обработки визуальной информации лучше всего себя зарекомендовали сверточные нейронные сети.

Сверточные нейронные сети - обычно они используются для обработки изображений, реже для аудио [4]. Типичным способом применения данной сети является классификация изображений, то есть, если нейронной сети, обученной распознаванию самолетов, показать фотографию, на которой есть самолет, то сеть об этом скажет. Такая нейронная сеть основывается на нескольких особенностях зрительной коры человеческого мозга, в которой были открыты «простые клетки», которые реагируют на прямые линии под разными углами, и «сложные клетки», которые реагируют при активации определенного набора «простых клеток».

Когда сверточные нейронные сети обучаются распознавать объекты, они разрабатывают представление изображения, которое делает информацию об объекте более явной по иерархии обработки. Поэтому вдоль этой иерархии сети входное изображение преобразуется в представления, которые больше обращают внимание на фактическое содержимое изображения, а не на его подробные значения пикселей.

Как уже было сказано, сверточные нейронные сети могут

обрабатывать любые типы изображений. Компьютерную графику разделяют на две основные группы: двумерную и трехмерную. В двумерную графику, в свою очередь, входят растровая, векторная и фрактальная графики.

Рис. 1. Архитектура сверточной нейронной сети

Растровая графика представляет собой изображение, состоящее из преимущественно прямоугольного массива пикселей или цветных точек [5]. Данный вид графики может быть представлен на любого рода отображающих устройствах (например, на компьютерном мониторе) и материалах (чаще всего на бумаге).

Другой способ построения графических изображений — векторная графика. Компьютерные изображения, созданные данным методом, представляют собой множество точек, интегрированных за счёт математических соотношений. Таким образом, любой объект, представленный с помощью векторной графики, — отражение математической функции.

На сегодняшний день одним из наиболее перспективных и быстро совершенствующихся видов компьютерной графики представляется фрактальная графика. Математически данный способ построения графических изображений основан на фрактальной геометрии. Методом создания объектов в данном случае является следующий принцип: объекты-наследники перенимают от «родителей» их геометрические свойства.

Понятие «фрактал», связанное с фрактальными геометрией и графикой, представляет собой бесконечно самоподобный геометрический объект, каждый из фрагментов которого повторяется при уменьшении масштаба. Фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в каком-то смысле подобны целому. Одним из основных свойств фракталов является самоподобие. Объект называют самоподобным, когда увеличенные части объекта походят на сам объект и друг на друга. Перефразируя это определение, можно сказать, что в простейшем случае небольшая часть фрактала содержит информацию обо всем фрактале.

Наконец, для изображения объёмных объектов используется трёхмерная графика. Под данным понятием понимается как непосредственно раздел компьютерной графики, так и множество программных и аппаратных приёмов и инструментов, создающих такого рода объекты. До появления и повсеместного внедрения 3-D технологий графическое изображение трёхмерных объектов, в отличие от двумерных, состояло из построения трёхмерной модели сцены на плоскость (например, экран компьютера) за счёт специальных программ. Теперь же условие проецирования на плоскости не является обязательным. Важно отметить, что трёхмерная модель может как быть совершенно абстрактной (представлять собой проекцию четырёхмерного фрактала), так и являться отражением любого объекта действительности.

3D моделирование — это процесс создания трехмерной модели объекта [6]. Задача 3D моделирования — разработать визуальный объемный образ желаемого объекта. С помощью трехмерной графики можно и создать точную копию конкретного предмета, и разработать новое, даже нереальное представление до сего момента не существовавшего объекта. Для получения трёхмерного изображения на плоскости требуются следующие шаги:

- моделирование — создание трёхмерной математической модели сцены и объектов в ней;

- текстурирование — назначение поверхностям моделей растровых или процедурных текстур (подразумевает также настройку свойств материалов — прозрачность, отражения, шероховатость и пр.);

- освещение — установка и настройка источников света;

- анимация (в некоторых случаях) — придание движения объектам;

- динамическая симуляция (в некоторых случаях) — автоматический расчёт взаимодействия частиц, твёрдых/мягких тел и пр. с моделируемыми силами гравитации, ветра, выталкивания и др., а также друг с другом;

- рендеринг (визуализация) — построение проекции в соответствии с выбранной физической моделью;

- композитинг (компоновка) — доработка изображения;

- вывод полученного изображения на устройство вывода— дисплей или принтер.

Моделирование сцены (виртуального пространства моделирования) включает в себя несколько категорий объектов:

- геометрия (построенная с помощью различных техник (напр., создание полигональной сетки) модель, например, здание);

- материалы (информация о визуальных свойствах модели, например, цвет стен и отражающая/преломляющая способность окон);

- источники света (настройки направления, мощности, спектра освещения);

- виртуальные камеры (выбор точки и угла построения проекции);

Поскольку задача данного исследования заключается в обработки ситуаций, то для создания данных для обучения и дальнейшего распознавания нам больше всего подходит 3D моделирование. Для утверждения того, что разработанная сверточная нейронная сеть действительно правильно распознает 3D-объекты, был смоделирован базовый макет чайника.

Рисунок 2. Созданная 3D-модель чайника

Помимо модели для обучения была создана простая программа с интерфейсом, которая получает на вход путь до изображения (рис. 2), которое нужно разобрать, а после распознавания выдает ответ о том, какой предмет изображен, либо о том, что выбранный объект не был распознан.

Поскольку разработанная и обученная сверточная нейронная сеть доказала, что успешно распознает 3D-модели, что видно на рис. 3, возможна дальнейшая ее разработка для получения результата обработки не просто одной 3D-модели, но и нескольких 3D-моделей, находящимся на одном изображении.

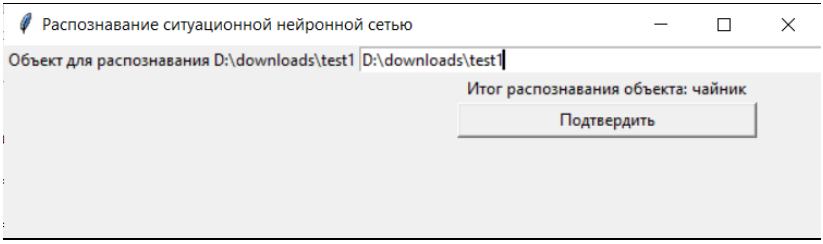


Рис. 3. Пример работы обученной нейронной сети

Тогда на основе определяемых объектов возможно определять различные ситуации применяя на программном уровне образное мышление.

Как уже было сказано, что для перехода от обычного распознавания объектов, основанного на восприятии, в нашем случае визуальном, к распознаванию путем нахождения различных закономерностей необходимо произвести сложную и чрезвычайно долгую работу как раз для выявления различных паттернов, характерных для конкретного объекта.

Нейронные сети отлично подходят для выполнения такого рода задач. Поскольку при правильно выстроенном обучении нейронной сети время этого самого обучения колоссально сокращается, если мы будем сравнивать время, за которое человек и компьютер смогут определить набор атрибутов, относящихся к конкретному объекту.

В дальнейшем планируется разработать такую систему

искусственного интеллекта, которая сможет не только распознать все предметы, находящиеся на изображении, но и определить ситуацию, которая происходит на экспозиции.

Список литературы

1. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Интеллектуальные информационные системы: Учебник- М.: Финансы и статистика, 2006 – 424 с

2. Быков В.С., Валькман Ю.Р., Рыхальский А.Ю. О моделировании образного мышления в компьютерных технологиях: образ как результат отражения //Труды междунар. конф. Интеллектуальные системы (ICAIS'05), Геленджик-Дивноморское, Москва: Физматлит, 2005.

3. Валькман Ю.Р. Контексты в процессах образного мышления: определения, отношения, операции // Тезисы докладов I Российской конференции по когнитивной науке, 9-12 октября, Казань, 2004.

4. Лащик Н.М. Сверточная нейронная сеть распознавания языка жестов научный журнал «Студенческий вестник» № 21(71). 2019

5. Никулин Е.А. Компьютерная графика. Модели и алгоритмы. СПб: издательство "Лань". - 708 с. (2017)

6. Никулин Е. А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003. — 560 с.

7. Сорокин А.Б., Лобанов Д.А. Концептуальное проектирование интеллектуальных систем // Теоретический и прикладной научно-технический журнал «Информационные технологии», 2018. – №1 (24). – С. 3 – 10.

8.Спицнадель, В. Н. Основы системного анализа: Учебное пособие / В. Н. Спицнадель – СПб.: "Изд. дом "Бизнесс-пресса", 2000. – 326 с.21

9. Сурмин, Ю. П. Теория систем и системный анализ: Учеб. пособие / Ю. П. Сурмин – К.: МАУП, 2003. – 368 с.

УДК 004.4

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ВЕРСИОННОГО КОНТРОЛЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Нарушев Т. А., Жматов Д. В.

МИРЭА- Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, пр-т Вернадского, 78, e-mail: tihon1234554321@mail.ru, zhmatov@mirea.ru

В статье проведен сравнительный анализ систем контроля версий Git, Mercurial, SVN по следующим критериям: сложность установки серверной части, функциональность систем версионного контроля, степень защищенности данных, удобство работы через интеграцию, скорость работы с большими репозиториями. Использовался метод анализа иерархий Саати. Сначала была составлена весовая таблица критериев оценивания систем. Для каждого критерия был посчитан их собственный локальный параметр. Далее была построена сравнительная таблица самих систем версионного контроля Git, Mercurial и SVN. Итоговые оценки систем версионного контроля проставлялись на основании проверки систем опытным путем. Для вычисления оценок использовались посчитанные собственные вектора каждого критерия. В результате проведенного исследования сделан вывод о том, какая система является приоритетной.

Ключевые слова: Git, SVN, Mercurial, метод анализа иерархий, версионный контроль.

Системы версионного контроля

Система контроля версий — это инструмент, который позволяет разработчикам отслеживать изменения в исходном коде, сохранять их и возвращаться к предыдущим версиям проекта в любой момент времени.

На данный момент активно эксплуатируются три системы: Git, Mercurial, SVN.

Git – это наиболее популярная система контроля версий, которая является распределенной, что означает, что каждый разработчик имеет свою копию проекта с полной историей изменений.

Mercurial — это распределенная система контроля версий, которая используется для хранения и управления исходным кодом проектов. Она была создана для разработки программного обеспечения, но может использоваться и для других целей, таких как управление документацией и конфигурационными файлами.

Apache Subversion (SVN) — это одна из наиболее популярных систем контроля версий, которая используется в различных проектах по всему миру. SVN является открытым программным обеспечением и предоставляет много возможностей для отслеживания изменений в коде и координации работы нескольких разработчиков над проектом.

Метод анализа иерархий Саати

Сравнение систем версионного контроля было реализовано с помощью метода анализа иерархий.

Метод анализа иерархий (МАИ) — это метод многокритериального принятия решений, который позволяет структурировать проблему и определить относительную значимость критериев, используя иерархическую структуру [1-3].

Зачастую данный метод используют в том случае, когда необходимо как можно более объективно подойти к вопросу сравнения альтернативных продуктов.

МАИ состоит из следующих шагов:

– Определение цели и задачи принятия решения.

– Выбор критериев, которые могут влиять на решение.

– Оценка критериев и альтернатив с использованием парных сравнений. Парные сравнения позволяют определить относительную значимость каждого элемента иерархии.

– Построение матрицы с весом каждого критерия сравнения. В ней определяется локальная оценка вектора приоритетности.

– Вычисление приоритетов для каждого элемента в иерархии [4].

– Определение наиболее приоритетной системы. Значение в таблице каждой системы умножается на локальную оценку вектора

приоритетности критерия, после этого суммируются все значения и выставляется итоговый балл.

Критерии сравнения систем контроля версий

Для построения весовой матрицы используются следующие критерии:

– Сложность установки серверной части. Некоторые СКВ предоставляют простой и интуитивно понятный интерфейс для установки серверной части, другие могут требовать дополнительной настройки. Данный критерий хоть и может влиять на выбор, но не является самым значимым.

– Функциональность СВК. Функциональность включает в себя возможности по управлению версиями кода, созданию веток и тегов, слиянию кода, управлению правами доступа. Этот критерий является наиболее приоритетным, так как функциональность имеет наиболее важное значение при работе с СВК. Значимость относительно критерия «Сложность установки серверной части» составляет «3».

– Степень защищенности данных. Некоторые системы предоставляют мощные возможности по шифрованию данных и управлению правами доступа, другие имеют ограниченные возможности по защите данных. Защита данных является довольно важной функцией для СКВ. Значимость относительно критерия «Сложность установки серверной части» составляет «3/2», относительно критерия «Функциональность СВК» – «3/5».

– Удобство работы через интеграцию. Некоторые СКВ имеют широкую поддержку интеграции с различными инструментами разработки, такими как IDE и CI/CD системы, что обеспечивает более удобный процесс разработки. Интеграция СКВ с другими инструментами разработки также является важной функцией, обеспечивающей более широкий функционал. Значимость относительно критерия «Сложность установки серверной части» составляет «3/2», относительно критерия «Функциональность СВК» – «3/4», относительно критерия «Степень защищенности данных» – «9/8».

– Скорость работы с большими репозиториями. Некоторые СКВ работают быстро и эффективно, даже при работе с большими репозиториями, в то время как другие могут иметь проблемы с

производительностью при работе с большими репозиториями. Данный критерий не является наиболее приоритетным, но также влияет на выбор СКВ. Значимость относительно критерия «Сложность установки серверной части» составляет «2/3», относительно критерия «Функциональность СВК» – «2/5», относительно критерия «Степень защищенности данных» – «2/3», относительно критерия «Удобство работы через интеграцию» – «3/5».

Весовая матрица сравнения критериев оценивания СКВ

Для того, чтобы определить вес каждого критерия [5, 6], необходимо сначала выписать в матрицу значения, указывающие на соотношение каждого критерия к каждому. По диагонали располагаются единицы.

Далее, высчитывается произведение всех дробных значений для каждого критерия, где p_i – произведения всех элементов i-ой строки; a_{ij} – элемент матрицы.

После этого нужно взять корень степени, соответствующей количеству критериев от полученного значения.

$$\lambda_i = \sqrt[5]{p_i}. \quad (1)$$

где λ_i – Значение произведения каждой строки.

Теперь необходимо сложить все полученные значения.

$$s = \sum_{i=1}^{5} \lambda_i, \quad (2)$$

s – сумма всех значений λ_i.

В результате вычислений получаем значение s = 5,26.

Далее необходимо вычислить конечный результат веса каждого критерия оценивания.

$$N_i = \frac{\lambda_i}{s}, \quad (3)$$

где N_i – локальный вектор приоритетов.

На основании анализа критериев и расчетов, была составлена весовая матрица сравнения критериев оценивания. Данная матрица представлена в таблице 1.

Описание сравнения систем контроля версий

Было произведено сравнение систем контроля версий опытным путем по описанным критериям:

Таблица 1. Весовая матрица сравнения критериев оценивания

Критерий	Сложность установки серверной части	Функциональность СВК	Степень защищенности данных	Удобство работы через интеграцию	Скорость работы с большими	Произведение p(i)	Корень пятой степени из произведения k(i)	Локальный приоритетов N(i) вектор
Сложность установки серверной части	1	1/3	2/3	2/3	3/2	0,22	0,78	0,15
Функциональность СВК	3	1	5/3	4/3	5/2	16,67	1,6	0,33
Степень защищенности данных	3/2	3/5	1	8/9	3/2	1,2	1,03	1,19
Удобство работы через интеграцию	3/2	3/4	9/8	1	5/2	3,16	1,21	0,21
Скорость работы с большими репозиториями	2/3	2/5	2/3	2/5	1	0,07	0,64	0,12

Сложность установки серверной части:

У всех трех систем контроля версий примерно одинаковый сценарий установки, состоящий из следующих шагов: Скачивание файла установщика, установка системы на компьютер, настройка интеграции с текстовым редактором, создание репозитория. Занимает это процесс приблизительно 15 минут. Но системы контроля версий SVN и Mercurial не требуют предварительного обучения для начала работы с ними, а по больше части являются интуитивно понятными.

По данному критерию можно расставить следующие оценки: Git – 6, Mercurial – 7, SVN – 7.

Функциональность СВК:

Наиболее широким функционалом среди аналогов обладает система версионного контроля Git. Она имеет возможность хранения версий в виде дерева объектов, что позволяет более эффективно отслеживать изменения, также git обладает возможностью децентрализации, что

позволяет работать с проектами в оффлайн режиме.

Также преимуществом функционала git и Mercurial является возможность ветвления разработки. Каждый программист получает копию репозитория на свой локальный компьютер.

По данному критерию можно расставить следующие оценки: Git – 7, Mercurial – 3, SVN – 1.

Степень защищенности данных:

Системы контроля версий Git и Mercurial обеспечивают высокую степень защиты данных путем использования хеширования SHA-1, а также проверку подписей коммитов. SVN имеет меньшее количество ресурсов, осуществляющих защиту данных.

Также Git использует для защиты GitLab и GitHub, которые предоставляют дополнительные механизмы защиты данных, такие как двухфакторная аутентификация, защита от DDoS-атак и защита от вредоносного кода, из чего можно сделать вывод о том, что Git является наиболее защищенной системой контроля версий.

По данному критерию можно расставить следующие оценки: Git – 9, Mercurial – 4, SVN – 3.

Удобство работы через интеграцию:

Git, Mercurial и SVN поддерживают широкий спектр интеграции с различными программами и платформами. Git наиболее широко используется и поддерживается большинством сайтов и инструментов. Например, популярными сервисами хостинга Git-репозиториев являются GitHub, GitLab и Bitbucket, которые поддерживают множество интеграций и обеспечивают простой доступ к Git-репозиториям. Также, Git может быть интегрирован с разными инструментами для непрерывной интеграции и развертывания, такими как Jenkins, Travis CI и CircleCI. Mercurial также имеет хорошую поддержку и может быть интегрирован с множеством сервисов, таких как Bitbucket, SourceTree и Jenkins. SVN также поддерживает интеграцию со многими программами и сервисами, но с меньшим количеством, нежели Git и Mercurial. По данному критерию можно расставить следующие оценки: Git – 9, Mercurial – 3, SVN – 1.

Скорость работы с большими репозиториями:

Наиболее быстрой системой контроля версий является Mercurial.

При работе с большими репозиториями у систем Git и SVN возникают трудности и временные траты. Mercurial же обеспечивает быструю загрузку репозиториев любых размеров, в сравнении с аналогами, что сокращает скорость работы программистов.

По данному критерию можно расставить следующие оценки: Git – 5, Mercurial – 7, SVN – 3.

Таблица сравнения систем контроля версий

На основании проведенного анализа каждой системы контроля версий по определенным критериям, были произведены заключительные расчеты.

$$R_i = \sum_{i=1}^{5} a_i \times N_i, \quad (4)$$

где R_i – итоговая оценка каждой системы контроля версий, a_{ij} – это элемент матрицы. В результате была составлена сравнительная таблица, изображенная на таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение систем версионного контроля по критериям

Система версионного контроля	Сложность установки серверной части	Функциональность СВК	Степень защищенности данных	Удобство работы через интеграцию	Скорость работы с большими репозиториями	Итоговая оценка системы Ri
Git	6	7	9	9	5	7,41
Mercurial	7	3	4	3	7	4,27
SVN	7	1	3	1	3	2,52

Заключение

В процессе написания статьи были изучены и проверены на практики все свойства систем контроля версий Git, Mercurial, SVN по критериям: сложность установки серверной части, функциональность

систем версионного контроля, степень защищенности данных, удобство работы через интеграцию, скорость работы с большими репозиториями. Было оценено, какие из данных критериев являются более значимыми для работы. Для оценки критериев использовался метод анализа иерархий Саати. Для каждого из них определялась пропорция значимость относительно друг, друга, в результате чего был получен наиболее объективный вес критерия. Далее был описан принцип работы каждой системы контроля версий по каждому критерию, вследствие чего выставлялась оценка.

В результате всех проведенных вычислений было определено, что наиболее приоритетной системой контроля версий является Git, который получил оценку 7,41. На втором месте располагается Mercurial с оценкой 4,27. Наименее приоритетной системой контроля версий является SVN, который оценивается в 2,52 балла.

Список литературы

1. Григорьев, Д. А. Практикум по методу анализа иерархий / Д. А. Григорьев, С. В. Ульянов. – М.: Издательство «Лори», 2015.

2. Киселева, Л. Н. Метод анализа иерархий и его применение в управлении качеством продукции / Л. Н. Киселева. – Уфа: БашГУ, 2010.

3. Коробко, О. В. Методы многокритериальной оптимизации и анализа данных: метод анализа иерархий / О. В. Коробко. – М.: РУДН, 2012.

4. Cheng, E.W.L., & Li, H. (2014). Analytic hierarchy process (AHP) approach for risk assessment of Hong Kong construction projects. Journal of safety research, 51, 39-50.

5. Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2012). Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process (Vol. 175). Springer Science & Business Media.

6. Wu, W. Y., Tzeng, G. H., Chen, Y. H., & Huang, J. J. (2015). Fuzzy multiple criteria decision making methods for design concept evaluation. Applied Soft Computing, 28, 184-193.

УДК 004.421

УСКОРЕНИЕ РЕШЕНИЯ РЕГРЕССИИ: СРАВНЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕЖДУ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ И ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ВЫПОЛНЕНИЕМ НА МАССИВНЫХ НАБОРАХ ДАННЫХ

Канте М.М.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: kantemamadou13@gmail.com

Целью данного исследования является сравнение производительности двух методов выполнения решателей регрессии на больших наборах данных. Конкретно, данное исследование сосредоточено на сравнении последовательного однопоточного выполнения и параллельного многопоточного выполнения. Первоначальная гипотеза заключается в том, что параллельное выполнение в многопоточном режиме обеспечит значительное улучшение производительности по времени решения регрессий на больших наборах данных. Все алгоритмы регрессии реализованы с использованием метода наименьших квадратов для решения регрессий, минимизирующего сумму квадратов ошибок между наблюдаемыми значениями и значениями, предсказанными регрессионной моделью. Все типы регрессий будут получены путем случайного моделирования одного и того же большого набора данных. Производительность каждого алгоритма решения регрессий будет измеряться с точки зрения времени выполнения и использования ресурсов, чтобы сравнить производительность однопоточного последовательного выполнения и многопоточного выполнения.

Ключевые слова: регрессия, производительность, последовательное выполнение, многопоточность, большие массивы данных.

Введение

Решение регрессий на больших наборах данных является распространенной задачей в науке о данных, машинном обучении и

многих других областях исследований. Однако решение таких регрессий может занимать очень много времени, особенно при больших объемах данных. Для повышения производительности таких задач параллельное многопоточное выполнение было предложено в качестве эффективного решения для сокращения времени, необходимого для решения регрессий.

Целью данного исследования является сравнение производительности двух методов выполнения регрессионного решателя на больших наборах данных. Более конкретно, данное исследование сосредоточено на сравнении между последовательным выполнением на одном потоке и параллельным выполнением в многопоточном режиме. Исходная гипотеза заключается в том, что параллельное многопоточное выполнение обеспечит значительное улучшение производительности с точки зрения времени решения регрессии на больших наборах данных.

Наборы данных, используемые в данном исследовании, будут генерироваться из случайных симуляций, что позволит контролировать параметры наборов данных для изучения производительности в конкретных сценариях. Производительность обоих методов выполнения будет измеряться с использованием времени выполнения в качестве основной метрики, также будут рассмотрены другие метрики, такие как использование ресурсов.

Для обеспечения достоверности результатов будут проведены проверочные тесты для подтверждения производительности и сравнения результатов, полученных при последовательном и параллельном многопоточном выполнении. Наконец, полученные результаты будут обсуждены и интерпретированы, чтобы предоставить полезную информацию об использовании методов многопоточного параллельного выполнения для решения регрессий на больших наборах данных.

Постановка эксперимента

Цель данного исследования - сравнить производительность двух методов решения регрессий на больших наборах данных. Для этого были выбраны несколько типов регрессий для решения методом наименьших квадратов, включая линейную, экспоненциальную, полиномиальную, логарифмическую, ряд мощности и регрессию

скользящего среднего. Все алгоритмы регрессии будут реализованы с использованием метода наименьших квадратов для решения регрессий.

Этот метод минимизирует сумму квадратов ошибок между наблюдаемыми значениями и значениями, предсказанными регрессионной моделью. Метод наименьших квадратов является широко используемым методом решения регрессий и считается надежным методом моделирования данных [1].

Все типы регрессий будут получены в результате случайного моделирования одного и того же большого набора данных. Производительность каждого алгоритма решения регрессии будет измеряться с точки зрения времени выполнения и использования ресурсов, чтобы сравнить производительность последовательного однопоточного выполнения и многопоточного выполнения.

Чтобы измерить время выполнения части программы, следует измерить время выполнения программы до операции, затем после и путем вычитания вывести продолжительность операции. Если это время слишком мало, оно может быть очень неточным. Чтобы избежать этого явления, операция выполняется большое количество раз, называемое iter: время измеряется за iter раз. Время измеряется за iter раз, а затем общее время делится на iter [2].

Такое повторение операции, время выполнения которой измеряется, может потребовать сброса настроек. Повторение операции, время выполнения которой измеряется, может потребовать сброса среды в исходное состояние, например, в случае работы по краевым эффектам. Время, необходимое для Время, необходимое для восстановления исходного состояния среды, оценивается как пренебрежимо малое по сравнению со временем, необходимым для выполнения операции, и меньше, чем время, необходимое для завершения операции. Время на этот сброс оценивается как весьма незначительное по отношению ко времени, затраченному на выполнение операции, и меньше, чем неточность измерения времени на одну операцию, но полезно быстро проверить это. Полезно быстро убедиться в этом, прежде чем запускать полномасштабные испытания.

Разумно измеряемое время выполнения составляет, по крайней мере, порядка 2-3 секунд. Это может быть гораздо больше!

Важно измерять процессорное время, то есть время, затрачиваемое программой на процессор, а не время выполнения для пользователя. процессора, а не время выполнения для пользователя.

Измерение времени выполнения с помощью одного потока

Время выполнения является важным параметром для измерения производительности компьютерных программ. В случае решения регрессий на больших наборах данных использование одного потока для выполнения может привести к увеличению времени выполнения. В данной статье измерено время выполнения решения регрессий с использованием одного потока.

В этом разделе проводится анализ времени выполнения решения регрессий для различных размеров данных с использованием одного потока. Данные генерируются из случайных симуляций для различных типов регрессий линейной, экспоненциальной, полиномиальной, логарифмической и степенного ряда. Для исследования были выбраны следующие размеры данных: 1 000 000, 2 000 000, 3 000 000, 5 000 000, 10 000 000, 15 000 000, 20 000 000 и 25 000 000. Ниже в Таблице 1 приведено время выполнения, полученное для различных размеров данных.

Таблица 1 - Время выполнения с помощью одного потока по типу решения

	Время выполнения по типу разрешения (в микросекундах)					
Объем	**Линейный**	**Экспоненциальный**	**Полиномиальный**	**Логарифмический**	**Серия мощностей**	**Итого**
1 000 000	27 317	61 523	765 182	50 750	309 931	1 214 703
2 000 000	57 594	123 007	1 501 140	101 470	619 794	2 403 005
3 000 000	82 960	178 653	2 291 680	152 257	931 102	3 636 652
5 000 000	142 496	303 537	3 747 834	248 932	1 539 186	5 981 985
10 000 000	272 301	606 145	7 522 028	507 521	3 066 625	11 974 620
15 000 000	427 487	905 783	11 199 639	757 375	4 616 476	17 906 760
20 000 000	547 536	1 216 091	15 121 156	1 011 137	6 332 281	24 228 201
25 000 000	676 334	1 503 023	18 952 936	1 261 014	7 692 858	30 086 165

Результаты, полученные при измерении времени выполнения, показывают значительное увеличение времени выполнения при увеличении размера данных, как показано на рис. 1.

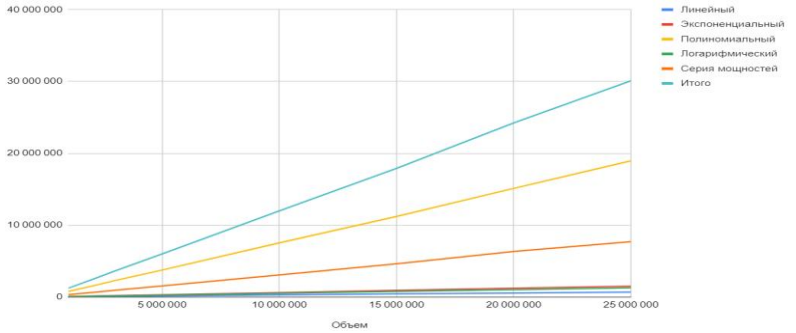


Рис. 1. Время выполнения с помощью одного потока по типу решения

Эти результаты показывают, что использование одного потока для решения регрессий на больших наборах данных может привести к значительному времени выполнения, что может повлиять на эффективность обработки данных, поэтому была получена следующая формула для прогнозирования времени использования процессора в зависимости от размера данных:

$$y = 1,2 * x + -20048$$

где y – время использования процессора, а x – объем данных.

Для решения этой проблемы можно использовать многопоточное выполнение для повышения производительности программы.

Эти результаты будут сравниваться с многопоточным выполнением в следующем разделе исследования.

Измерение времени выполнения с помощью многопоточности

Использование многопоточных технологий для ускорения выполнения программ становится все более распространенным в современных компьютерных приложениях. В этом разделе будет изучено влияние использования многопоточности на время выполнения регрессионного алгоритма для различных объемов данных.

В этом разделе время выполнения решения регрессий будет измерено с использованием тех же данных, что и в предыдущем разделе, но на этот раз различные типы регрессий будут выполняться на выделенном потоке, что обеспечит параллелизм. Такой подход позволяет избежать любых неверных толкований и обеспечивает четкие и надежные результаты.

Таблица 2 – Время выполнения многопоточности по типу решения

	Время выполнения по типу разрешения (в микросекундах)					
Объем	**Линейный**	**Экспоненциальный**	**Полиномиальный**	**Логарифмический**	**Серия мощностей**	**Максимум**
1 000 000	39 981	61 453	740 817	58 559	307 472	740 817
2 000 000	68 286	149 292	1 534 282	106 348	628 507	1 534 282
3 000 000	92 675	220 531	2 279 892	189 299	978 917	2 279 892
5 000 000	173 701	333 788	3 844 458	307 436	1 657 244	3 844 458
10 000 000	463 599	706 623	7 786 009	630 494	3 245 198	7 786 009
15 000 000	581 695	1 089 213	12 162 137	930 125	4 912 470	12 162 137
20 000 000	844 203	1 487 420	15 619 831	1 259 036	6 536 265	15 619 831
25 000 000	830 874	1 761 710	19 148 129	1 518 655	8 083 226	19 148 129

Результаты измерения времени выполнения решения регрессий с использованием многопоточности показывают, что реализация нескольких потоков значительно сокращает время, необходимое для решения различных типов регрессий. Время выполнения уменьшается по мере увеличения размера данных для всех типов регрессий. Полиномиальные регрессии и степенной ряд требуют наибольшего времени для решения, даже при использовании многопоточности.

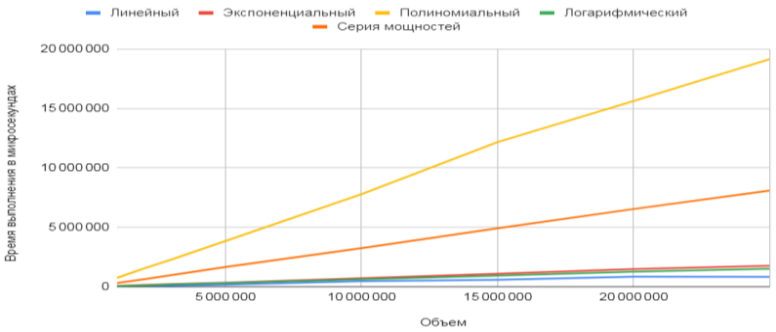


Рис. 2. Время выполнения выполнения с помощью многопоточности по типу решения

Получена следующая линейная формула:

$$y = 0,777 * x + 18716$$

где y – время использования процессора, а x – объем данных.

Кроме того, следует отметить, что в отличие от использования одного потока, где время выполнения суммируется, при использовании многопоточности наибольшее время выполнения является конечным временем выполнения. Теперь можно сравнить два метода решения на рисунке ниже (рис. 3), где сравнивается время выполнения нескольких типов функций решения регрессии на одном потоке и на многих потоках в зависимости от объема данных:

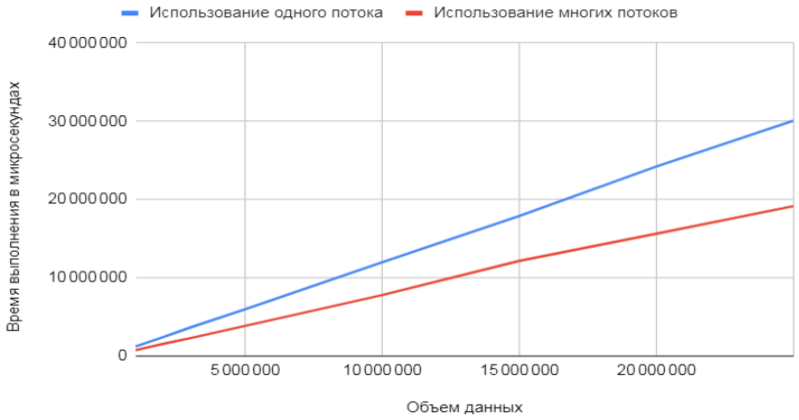


Рис. 3. Сравнение двух методов

Однако разница во времени выполнения между типами регрессии остается постоянной независимо от раз мера данных. Таким образом, использование многопоточности оказывается эффективным методом сокращения времени выполнения решения регрессий на больших объемах данных.

Заключение

В заключение, анализ времени выполнения решения регрессий для различных размеров данных с использованием многопоточности показывает, что этот метод эффективен для значительного сокращения времени выполнения. Результаты показали, что время выполнения уменьшается с увеличением размера данных для всех типов регрессий, хотя полиномиальные регрессии и степенные ряды требуют больше всего времени для решения, даже при использовании многопоточности.

В целом, использование многопоточности является эффективным методом сокращения времени выполнения решения регрессий на больших объемах данных. Результаты этого исследования могут быть использованы для повышения производительности решателей регрессий и для помощи исследователям в оптимизации анализа данных.

Более подробную информацию об исходном коде программы, использованной в данном исследовании, можно найти в нашем репозитории GitHub: https://clck.ru/34Wms8 Данные, полученные для тестов производительности, также можно найти здесь: https://clck.ru/34WmrE.

Список литературы

1. Метод наименьших квадратов [Электронный ресурс]. – URL: https://clck.ru/34WnEC (дата обращения: 14.04.2023)

2. Как измерить время выполнения программы? [Электронный ресурс]. – URL: https://clck.ru/34WnFB (дата обращения: 14.04.2023)

УДК 004.9

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ПРОГРАММНЫХ ПЕРЕВОДЧИКОВ С КИТАЙСКОГО ЯЗЫКА

Гамбаров А.А., Трохаченкова Н.Н.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: aagambarov@gmail.com

В статье обозначены требования безопасности функционирования приложений переводчиков документов с китайского на русский язык с учетом особенностей китайских клавиатур и методов ввода иероглифов.

Ключевые слова: программный переводчик, иероглиф, китайская клавиатура.

Программное обеспечение для перевода с одного естественного языка на другой относится к приложениям, поддерживающим людей-переводчиков при переводе текста с одного языка на другой. Программный переводчик предназначен для повышения скорости и качества за счет автоматизации и управления терминологией. При работе с китайским языком необходимо учитывать особенности иероглифического письма.

Рассмотрим подробности ввода китайских иероглифов с клавиатуры в компьютер. Китайские клавиатуры аналогичны стандартным. Такие клавиатуры состоят из 86-90 клавиш стандартного размера и формы и содержат обычно только латинские буквы, цифры и знаки препинания.

Существует несколько методов ввода китайских иероглифов на клавиатуре:

1. Метод «Pinyin» (拼音) – метод, разработанный в КНР в 1950-х годах в рамках усилий по модернизации китайской письменности и упрощению обучения китайскому языку для иностранных студентов. Метод основан на транслитерации китайского языка, при котором китайские иероглифы заменяются на латинские буквы, а также используются маркировки для указания тона иероглифа. Пользователь вводит латинские буквы, соответствующие звукам китайского слова, и

затем выбирает нужный иероглиф из списка предложенных вариантов.

2. Метод «Wubi» (五笔输入法) – метод, разработанный в Китае в 1958 году. Система кодирования «Wubi» основана на расположении различных компонентов иероглифа на клавиатуре. Данная система использует коды, состоящие из латинских букв и цифр, для ввода каждого иероглифа. Коды формируются из позиций на клавиатуре, которые соответствуют различным компонентам иероглифа.

3. Метод «Zhuyin» (注音) – метод, который использует фонетическую систему "Zhuyin Fuhao", которая основана на звуках китайского языка. Пользователь вводит соответствующие символы для каждого звука и затем выбирает нужный иероглиф из списка предложенных вариантов.

4. Метод «Cangjie» (仓颉) – метод, который основан на форме иероглифов. В отличие от метода «Wubi», метод «Cangjie» основан не на компонентах, а на геометрической форме иероглифов и использует коды, состоящие из нескольких латинских букв, для ввода каждого иероглифа.

Наиболее популярным методом ввода иероглифов в программных переводчиках с китайского языка является метод ввода по фонетике «Pinyin». Данный метод позволяет вводить китайские символы, используя латинские буквы, и автоматически преобразовывать их в иероглифы.

Метод ввода «Pinyin» является самым надежным, так как не требует использования внешних источников данных или сторонних программ. Кроме того, «Pinyin» имеет стандартизированный метод ввода, что упрощает обработку данных программой и повышает ее эффективность. Однако, как и в любом другом методе ввода, могут быть обнаружены ошибки или недостатки в программном обеспечении, используемом для реализации этого метода.

После того, как получен электронный текст, можно использовать автоматические программные переводчики. Наиболее популярными программными переводчиками являются:

1. Google Translate – сервис, поддерживающий более 100 языков, включая китайский, и использующий нейросетевые алгоритмы для перевода текста: https://translate.google.com/?hl=ru.

2. Baidu Translate – китайский сервис перевода, который поддерживает более 30 языков, включая английский, японский, корейский и другие языки: https://fanyi.baidu.com/.

3. Microsoft Translator – программный переводчик от компании Microsoft, который поддерживает более 60 языков, включая китайский: https://translator.microsoft.com/.

Рассмотрим требования, предъявляемые к программным переводчикам, в том числе и с китайского языка:

1. Надежность программных переводчиков. Надежность программного переводчика определяется способностью предоставлять точные и качественные переводы с китайского языка. Чем более точные и понятные переводы предоставляет переводчик, тем более надежным этот переводчик считается. Надежный программный переводчик должен минимизировать возможность ошибок и сбоев в процессе работы. Это может быть достигнуто путем использования стабильных и тщательно протестированных алгоритмов перевода и программного обеспечения, а также регулярного обновления и исправления обнаруженных ошибок.

2. Сохраняемость программных переводчиков. Программный переводчик должен иметь механизмы резервного копирования и восстановления данных, чтобы обеспечить сохранность переведенных текстов и других пользовательских данных. Регулярное создание резервных копий позволяет восстановить данные в случае сбоя или потери информации. Надежные программные переводчики должны иметь механизмы защиты данных от потери, например, автоматическое сохранение переведенных текстов или возможность восстановления сеансов после сбоя.

3. Интеллектуальные характеристики операторов программных переводчиков. Некоторые программные переводчики позволяют пользователям настраивать и адаптировать их работу под свои предпочтения и потребности. Это может включать выбор предпочтительных терминов, настройку стиля перевода и т.д. Надежные программные переводчики предоставляют возможность управления словарями и терминологическими базами данных, чтобы пользователи могли настроить переводчик на специфическую

терминологию своей области или предпочтения.

В целом, от программных переводчиков с китайского языка требуется обеспечения надежности перевода, сохраняемости данных и наличия интеллектуальных функций для настройки работы переводчика под индивидуальные нужды пользователей. Эти аспекты являются важными для обеспечения удовлетворительного опыта использования программного переводчика и защиты пользовательской информации.

Список литературы

1. Как выглядит китайская клавиатура: https://clck.ru/34YV9K (дата обращения 07.05.2023)

2. Методы ввода иероглифов: https://habr.com/ru/articles/160249/ (дата обращения 07.05.2023)

УДК 004.827

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПАТТЕРНОВ В ИТ-СТАНДАРТАХ

Митин Г.В., Панов А. В.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: grigory.mitin@mail.ru, insegnantenew@yandex.ru

В статье рассказывается о том, что такое информационные паттерны, объясняется, на какие виды они делятся, какова их роль в жизни человека и какую пользу приносят информационные паттерны в качестве инструмента для анализа данных. Также приведена подробная классификация, даны определения, приведены наглядные примеры использования в прикладных задачах.

Ключевые слова: машинное обучение, распознавание образов, информационные технологии.

Одной из новых, интересных задач отрасли информационных технологий является развитие методов поиска информационных единиц (информационных объектов) в огромных потоках данных, которыми наполнены современные информационные системы. Когда данных слишком много, они перестают нести информационную составляющую – это больше похоже на шум в радиоэфире, где информация – это полезный сигнал, который еще нужно отыскать. Появление технологий интеллектуальной обработки, таких как технология машинного обучения, сулит серьезный научно-технический прорыв и предрекает переход информационной сферы на качественно новый уровень. Уже сегодня методы машинного обучения, нейросети и другие средства из отрасли искуственного интеллекта показывают потенциал, который позволит и с их помощью в ближайшем будущем измерять «неизмеримые» величины, находить косвенные связи (неявные соотвествия), подобно тому как это делает человеческое абстрактное мышление и «чутье», выходящее за границы доступного для простых методов компьютерной обработки данных. Итак, давайте разберемся в

том, что такое информационный паттерн, какую роль он играет в жизни человека вообще и в анализе данных в частности, а также какую практическую пользу из него можно извлечь.

Как известно, одной из важных способностей человеческого мышления является умение выделять из потока информации определенные закономерности, несущие скрытый смысл – то, что не представлено в явном виде. Это называют абстрактным и образным мышлением, умением «читать между строк» и тому подобное. Задачи, которые ставит перед собой человек при обработке как большого количества информации, так и в условиях недостатка инфомации, почти всегда опираются именно на эту способность. Однако, не все понимают механизм, лежащий в ее основе.

Дело в том, что все, что поступает снаружи, человек пропускает через фильтры своего восприятия, составляющие целую базу данных, которую обычно называют знаниями и опытом. По факту, это база данных некоторых элементов информации, с которыми человек встречался в прошлом, читал в книгах, либо вывел их путем логических умозаключений – сам додумался. Эти элементы информации хранятся в базе данных человеческой памяти не в виде точных и четких снимков, а как мягкие, размытые очертания, несущие основной смысл – наиболее важную информацию. Именно в таком виде они могут быть наиболее эффективно использованы аппаратом нечеткой логики человеческого мышления в нестационарных условиях – как информационные паттерны. Из этих паттернов наш ум, путем логических преобразований, соответсвующих контексту конкретной ситуации, получает полезную информацию, которую и применяет на практике для принятия решений.

Хорошей художественной иллюстрацией практического применения преобразования паттернов в знания могут служить рассказы Артура Конан-Дойля о Шерлоке Холмсе. Ключевая особенность этих рассказов заключается в демонстрации возможности выявления полезной информации на основе деталей, связанных с ней неочевидным образом, например, выявление привычек и черт характера человека по характерным особенностям его личных вещей. Другим примером является искусственный интеллект Джарвис из

футуристической саги «Мстители», который не только способен понимать устную речь (что само по себе является задачей распознавания сложных звуковых паттернов), но и на основании пульса, частоты дыхания, кровяного давления и обстановке вокруг определяет потребности и даже предугадывает мысли своего хозяина.

Многие интересные явления можно вычислить подобным образом. Например, комплекс привычек и жизненный опыт накладывают свой отпечаток на то, с какой скоростью человек выполняет различные действия при работе на компьютере: быстро ли он печатает, предпочитает ли использовать мышку или горячие клавиши. Даже сильные землетрясения неявным образом предупреждают о своем начале при помощи серий более слабых толчков определенного вида. Землетрясения проходят своеобразный цикл из сильных и слабых землетрясений, имеющих свою картину для каждого региона [1]. Это тоже паттерны.

Вся человеческая деятельность так или иначе связана с поиском и обработкой информационных паттернов в окружающем мире. Человеческое зрение является одним из хороших примеров. На расстоянии вытянутой руки работает бинокулярное зрение, и мы воспринимаем объемную картину мира, но на расстоянии в десятки раз превышающее расстояние между глазами бинокулярность уже не работает, и мы пытаемся восстановить трехмерную сцену в сплетении цветов и оттенков движущейся плоской картинки. На этом эффекте построено множество иллюзий, опирающихся на попытку «обмануть» мозг, заставить его «неправильно» обрабатывать изображение.

Шаги знакомого человека, шум воды, речь и голос – все это паттерны, которые позволяют нам воспринимать мир вокруг. И не только нам: домашние питомцы «узнают» о скором приходе хозяина и начинают радоваться за некоторое время до того, как он откроет дверь ключом. Они, распознавая знакомые запахи и звуки, например, шаги, покашливание и даже дыхние, через закрытую дверь, то есть «считывают» информационные паттерны из потока данных, поступающего от разных органов чувств.

Будучи выделенными из потока данных, подобные паттерны позволяют автоматизировать сложные процессы обработки

информации для получения из нее полезных знаний. Необходимость такой автоматизации в последнее время становится все более явной, так как объем информации, которую нужно обработать, становится ужасающе большим.

Понятие информационного паттерна

Информация, как предмет изучения человеческого разума, является верным спутником порядка. Разум всегда стремится найти порядок в окружающем мире, увидеть его, почувствовать, построить, а любая среда, где появляется порядок, становится носителем информации.

Вспомним теперь об анотониме порядка, хаосе. Реально существующий хаотический процесс, шум, появляется и в акустике, и в колебаниях радиоволн, и в искажениях электрических сигналов. Как ни странно, но даже шум является носителем информации. Как известно, любой шум имеет свое распределение спектральной плотности, своеобразную визитную карточку, по которой его можно отличить. По этому распределению выделяют разные виды шума: равномерно распределенный по всем частотам белый шум, экспоненциально убывающий с повышением частоты розовый шум (-3 децибела на октаву), экспоненциально возрастающий с повышением частоты синий шум (+3 децибела на октаву) и множество других. Даже если поведение «шумовой» величины нельзя предсказать в каждый момент времени, у поведения этой величины есть параметры, подчиненные определенным законам. А там, где есть закон, соответственно, есть и порядок, то есть информация. Понятие шаблона или паттерна, кусочка информации, широко используется в различных предметных областях, связанных с комплексным анализом данных, таких как криминалистика, экономика, медицина [6], технический анализ, прогнозная аналитика [2], астрономия, химический анализ, биология. Например, биологи находят в геноме бактерий или вирусов паттерны, характерные для микроорганизмов той или иной части света, и на их основе могут сказать, откуда пришла болезнь, или по наличию повторяющихся последовательностей определить, что патоген выведен искуственно.

В зависимости от конкретного применения, под паттерном понимают: явление с повторяющимися чертами; совокупность повторяющихся элементов одной структуры; процесс, фиксирующий

повторения в модели взаимодействия объектов. Обобщая эти определения, паттерном называется некоторая выявленная закономерность или повторяющаяся структура [2]. Паттерны можно использовать для поиска и группирования похожих данных, будь то характерное поведение переменной величины или определенный набор параметров. Но позвольте, скажете вы, мы только что убедились, что паттерн сам по себе является носителем информации. Чем же же тогда отличается «информационный паттерн»? Информационный паттерн – это закономерность или структура, проявляющаяся в потоке информации, и несущая полезное знание.

Если паттерн выделяет из потока данных некое явление, несущее полезное знание, паттерн будет считаться информационным. Если явления, выделяемые паттерном, являются бесполезными, или если формат предоставления информации не позволяет выделить это явление, паттерн не считается информационным. Например, запись в системе безопасности «Сидоров вошел в систему» несет меньше пользы с точки зрения информационного паттерна, чем запись «Сидоров вошел в систему после 10 неудачных попыток». Таким образом, структура представленной информации играет важную роль в том, какие информационный паттерны могут быть использованы.

Термином «слабокоррелированный информационный паттерн» (СКИП) обозначим закономерности, связанные некоторым косвенным образом, например, через вероятностные связи. Из-за неявной природы таких связей, СКИП крайне сложно формализовать для обработки на компьютере. Такие паттерны могут описывать сложную взаимосвязь большого количества признаков, которая обретает смысл только если отслеживать все эти признаки – например, создание при помощи компьютерной графики искусственной реальности, как это было сделано в научно-фантастическом фильме «Аватар»: зритель видел полностью вымышленные пейзажи несуществующей планеты, фантастических существ, представляющих собой плоды воображения художников, при этом сохраняя полное ощущение реальности происходящего по ту сторону экрана. Чтобы добиться реалистичности происходящего на экране, создателям фильма приходилось отслеживать и воспроизводить большое количество разнородных

признаков. Например, для того чтобы добавить на виртуальную сцену реалистичный камень, нужно не только красиво его нарисовать, но и рассчтитать, какую тень он будет отбрасывать, как на него будут падать тени от других объектов на сцене, как он будет отражать свет и как он будет вести себя, когда его попытаются сдвинуть. Если работа проделана хорошо, зритель сможет понять тяжелый этот камень или легкий, шершавый или гладкий, теплый или холодный, хотя сам не будет прикасаться к нему.

Другим примером таких паттернов может быть задача распознавания стиля музыки, которая до сих пор подвластна только мозгу человека. Ведь для того чтобы отнести музыкальный отрывок к тому или иному стилю или жанру необходимо проанализировать огромное количество параметров звукового сигнала и их производные. Частным случаем такой задачи является распознавание на слух музыкальных нот и ступеней лада. Человек узнает один и тот же аккорд в разных октавах, при том что частоты звуковых волн, соответствующие нотам аккорда, в зависимости от октавы, меняюстя в разы. Частота одной и той же ноты при переходе на октаву выше увеличивается вдвое, а при переходе на октаву ниже, соответственно, вдвое уменьшается – точно так же вдвое увеличивается или уменьшается разница в абсолютных величинах между частотами нот, составляющих музыкальный аккорд. Когда мы слышим ноты в аккорде – мы распознаем не просто разницу частот, а ее кратные соотношения, а значит для решения такой задачи нужны уже сложные паттерны, которые работают с данными не напрямую, а преобразуют их, берут некие производные, которые затем анализируют.

К СКИП таже относятся закономерности, проявляющие себя только после обработки большого объема данных. Примером задачи с таким паттерном является определение родства людей при помощи сравнения их ДНК. Спираль ДНК представляет собой последовательность из нескольких видов схожих элементов, бесчисленные комбинации которых и представляют предмет анализа. Любой отдельный фрагмент спирали ДНК не позволяет определить не только родство между людьми, но даже принадлежности к определенному виду живых существ. Только полный анализ всей цепочки является информативным

и несет в себе практический смысл.

Чтобы правильно подобрать паттерны, нужно вдумчиво изучить задачу, которую они должны решать, и набор данных, который нужно обработать. Работа с паттернами означает поиск какого-то знания, неочевидной на первый взгляд информации. Соответственно, нужно решить, какое знание, какую информацию мы хотим извлечь – ведь поиск без цели не имеет смысла. Также необходимо понять организацию потока данных, из которого мы собираемся получать знания. С чем придется работать? Насколько сложно будет найти желанный ответ в нагромождении записей? Затем стоит определиться с тем, как именно мы собираемся извлекать нужную информацию из потока данных. Будем ли мы просто смотреть, похожи ли данные на наш паттерн, или пропустим их через систему фильтров? Наконец, необходимо вывести какие-то критерии успеха, по которым можно будет понять, что мы нашли проявление нашего паттерна, и можно начать работу с ним. Частью информационного паттерна может являться не только информация, приходящая в информационном потоке, как, например, записи в логе какой-либо системы, но также точное время создание этих записей (время возникновения событий, отраженных в записях), а также указания на источник записей, например, имя пользователя или компьютера в сети, породившего информационный объект, отраженный в этом логе. В данном случае сам лог является лишь частью информации, по которой строится СКИП. Метаданные об информационных объектах тоже являются частью анализируемого потока информации.

Типы простых информационных паттернов

Когда мы начинаем работать с потоком информации, то сталкиваемся с тем, что обработку этого потока можно вести на разных уровнях. Часть ответов на вопросы лежит на поверхности, другая часть скрыта за горами записей, а что-то вообще нельзя обнаружить, не перейдя на уровень метаданных или не приступив к нахождению производных величин. Решение таких задач серьезно различается по сложности. Соответственно, и информационные паттерны, в зависимости от решаемой задачи, бывают простыми и сложными.

Простые паттерны позволяют отслеживать прямые закономерности

в данных, например, элементы временного ряда, выстроившиеся по определенному закону, или вектора признаков, сформировавшие явно выраженные группы. Это некая явная функция над значениями параметров из данных нашего потока. Польза от таких паттернов напрямую зависит от данных и от конкретной задачи: где-то они позволяют получить окончательное решение задачи, где-то – лишь промежуточный результат.

Сложные паттерны уже не работают с информацией из потока напрямую, а берут свои входные данные из результатов, полученных при обработке простых паттернов. В этом плане они похожи на производные от функции, и иногда не только первого порядка. Сложные паттерны, например, позволяют отслеживать, как часто во временном ряде встречаются наборы элементов, выстроенные по определенному закону, или анализировать распределение плотности информационных объектов, собравшихся в группы в пространстве признаков. Форматами представления данных, где мы чаще всего используем паттерны являются:

1) Временные ряды – последовательности записей в хронологическом порядке, сделанных через равные интервалы времени. Такой формат данных подразумевает, что время является важным параметром в задаче, и, как правило, означает, что ответ должен представлять собой некую функцию от времени – например, когда объектом анализа становится звуковой сигнал или стоит задача предсказания среднего уровня осадков на следующей неделе.

2) Выборки данных – конечные наборы записей, не имеющие жестких правил сортировки, как во временных рядах. Обычно такой формат данных подразумевает, что в задаче время не играет значительной роли, но бывают и исключения. Как можно догадаться, выборки данных встречаются чаще всего в задачах анализа и охватывают самые разные группы задач – от обработки анкет до определения качества изделия по ряду параметров. Даже задачи обработки растровых изображений можно свести к работе с выборками данных.

3) Виртуальные среды – наборы правил и ограничений, в которых необходимо найти некий оптимальный путь или точку. Например,

виртуальной средой может быть сложная функция от многих переменных, имеющая несколько точек экстремума, среди которых нужно найти глобальный экстремум – то место, где функция принимает самое большое или самое маленькое значение. Классические методы анализа находят лишь локальные экстремумы, поэтому для таких задач разработаны специальные интеллектуальные алгоритмы, вроде генетического алгоритма или алгоритма роя частиц.

Типы сложных информационных паттернов

В сущности, сложные информационные паттерны выполняют те же функции, что и простые: они тоже являются наборами правил, по которым можно отыскивать в потоке информации крупицы знания. Сложные паттерны позволяют искать те крупицы, которые оказались спрятаны глубже, то есть менее очевидным образом.

Среди сложных паттернов, появляющихся на основе преобразованных данных, можно выделить несколько групп:

1) Паттерны над производными величинами – это паттерны, которые работают не с самими информационными объектами, а с отношениями между ними. В какой-то мере, такие паттерны мало отличаются от простых паттернов, так как закономерности, которые они способны находить, по своей природе очень похожи. Разница только в уровне абстракции. Такие паттерны, например, позволяют решать задачу распознавания лиц на фотографии, опираясь не на цвета пикселей, а на распределение цветовых и яркостных градиентов [7].

2) Паттерны над паттернами – это паттерны, которые работают с ответами, полученными при обработке простых паттернов или паттернов над производными величинами. Такие паттерны позволяют рассматривать, например, на какие группы делятся информационные объекты внутри одной большой группы, сформированной по простому признаку, или, скажем, опознать человека на фотографии, после того как, с помощью других паттернов, его лицо было выделено из остального изображения [7]. Это уже паттерны второго порядка, которые не выделяются напрямую из потока сырых данных.

3) Паттерны над производными паттернов – это паттерны, которые оперируют расстояниями, разностями, отношениями между ответами, полученными при обработке простых паттернов. С их

помощью можно, например, искать распределение плотности или выделять «центры тяжести» внутри сформировавшихся групп информационных объектов, искать сложные закономерности, описывающие частоту и вероятность появления последовательностей элементов временного ряда, выстроенных по некоторому закону, и многое другое. Паттерны этого типа делают возможным создание голосовых интерфейсов и систем, преобразующих речь в текст. Таким образом, это паттерны второго порядка над функцией по паттернам первого порядка. Естественно, их использование требует больше вычислений, чем работа с простыми паттернами или с паттернами над производными величинами.

Конечно возможны и более сложные примеры, вроде «паттерна над паттернами над паттернами», но такие конструкции слишком сложны и громоздки для широкого использования, а задачи, которые они помогли бы решать, можно сформулировать так, что паттернов второго порядка будет достаточно. Как мы видим, многие задачи, которые помогают решать сложные паттерны, вполне успешно на интуитивном уровне решает человек. Технике все еще тяжело угнаться за миллионами лет эволюции, поэтому автоматизированные системы не в состоянии заменить труд простого офисного работника. Однако то, что уже делается, существенно разгружает человека, позволяя ему конструктивнее направлять свои силы. Вы, должно быть, заметили, что ряд подобных задач можно было бы решить при помощи простых паттенов, если провести над исходным потоком информации несколько преобразований. Такой метод широко распространен в аналитических системах, где на предобработку данных может уходить до 80% вычислительных ресурсов системы. Однако для этого подхода существует несколько трудностей.

Во-первых, нужно иметь четкое представление о том, что за данные мы собираемся преобразовывать и какую роль они играют в задаче.

Во-вторых, необходимо решить, какие цели преследует наш анализ и каковы приоритеты этих целей: ведь если мы преобразуем поток данных для достижения лишь одной из целей, мы можем затруднить себе путь к остальным.

Сильные и слабые корреляции информационных паттернов

Итак, мы рассмотрели типы информационных паттернов, которые, как мы теперь знаем, бывают простые и сложные, а также малых и больших порядков. Все это относится к сути самих информационных паттернов. Однако существует еще одно понятие – связанность паттернов, то есть их взаимодействие между собой. В научной терминологии это обозначается как «корреляция». Для упрощения дальнейшего описания, сведем все к двум категориям: «сильнокоррелированным» и «слабокоррелированным» информационным паттернам. Все описанное выше верно для обеих категорий.

В группу сильнокоррелированных информационных паттернов попадают те паттерны, у которых есть один или более признаков, по которым их можно сопоставить друг с другом явным образом. Возьмем для примера задачу распознавания речи. К сильнокоррелированным паттернам можно отнести гласные: независимо от языка говорящего, от его тембра голоса и высоты тона гласные будут иметь простое, устойчивое, легко распознаваемое спектральное распределение, изменяющееся во времени линейно и «плавно». Все паттерны, обозначающие гласные, сильно связаны по одному параметру и позволяют находить искомое в любом потоке данных с высокой вероятностью и независимо от языка (даже если мы распознаем речь попугая). Также можно к сильнокоррелированным паттернам отнести паттерны, участвующие в разбиении звукового потока на слова и фразы.

В группу слабокоррелированных информационных паттернов (далее обозначим их СКИП) попадают те паттерны, которые, не имея формализуемых прямых отношений по какому-либо из своих признаков, все же связаны между собой некоторым косвенным образом через побочные, ассоциативные, а также вероятностные связи с другими объектами. Такие связи тоже можно обнаружить, но для этого, как правило, требуется провести тщательный анализ большого объема данных. Обычно это связи не первого порядка, а также не существующие в настоящий момент, но имеющие вероятность существования в будущем или прошлом. Маркетинговые компании фактически оперируют наборами слабокоррелированных паттернов. Их стратегии продвижения товаров чаще всего связаны с переменчивыми

интересами групп покупателей, что есть хороший пример вероятностных косвенных связей между объектами. Математический термин «подобны» может являться примером сильной корреляции, в то время как бытовой термин «похожи» уже находится в области слабокоррелированных паттернов. И кстати, те же процессы идут в человеческом мозгу, когда он решает, похожи лица или нет – он соотносит их друг с другом и сравнивает неявным образом через обработку СКИП. Слабая корреляция может возникнуть из-за наличия косвенных связей между разнородными паттернами. На самом деле СКИП чаще проявляется не в свойствах информационных объектов, а в связях между ними.

Для упрощения понимания определения СКИП, данного выше, приведем простую графическую схему. На ней изображены геометрические объекты, разделенные по двум явным признакам: 1) прямые или круглые и 2) по три или четыре элемента. Монолитными стрелочками указаны сильные корреляции, а пунктирными – слабые корреляции. Так, например, треугольник и четыре кружочка составляют слабокоррелированный паттерн, так как треугольник находится в сильной корреляции с соседними объектами, каждый из которых также находится в сильной корреляции с четырьмя кружочками (они как бы дальние родственники). Эти СКИП могут быть найдены только в данной модели, потомучто если убрать два любых элемента, корреляция пропадает.

В качестве еще одного хорошего примера СКИП может служить эмоциональное отношение человека к какой-либо информации. Например, навязчивая агитация или назойливые предложения купить какой-либо товар вызывают у человека негативную реакцию, так как подпадают под СКИП прошлого негативного опыта, либо распространенного общественного мнения, даже когда нет прямых указаний на ложность предоставленной ему информации. Человек подсознательно проводит ассоциации новой информации с «базой данных» последствий использования всей предыдущей информации. Если нечто «подозрительно выглядит» – это и есть типичный СКИП.

Кстати, само отутствие сильнокоррелированных паттернов и недостаток информации также могут приводить к образованию СКИП.

На этом явлении построено множество психологических схем: многозначительная недосказанность сподвигает сознание на заполнение пробелов, и вот уже появляется пища для вольных трактовок и разнообразных слухов. В нашем подсознании глубоко прописана реакция на недостаток данных. Отсутствие информации о последствиях какого-либо действия вызывает у нас настороженность, некий подсознательный страх. Он еще не останавливает нас, но призывает действовать осмотрительно. Таким образом, наш мозг с помощью слабокоррелированных паттернов находит ассоциации с рискованными действиями или ситуациями.

На СКИП опираются наши рефлексы. Когда пропадает какой-то знакомый шум, мы подсознательно чувствуем тревогу, хотя напрямую на опасность ничто не указывает. Возвращаясь к задаче распознавания речи, слабокоррелированные паттерны участвуют в распознавании согласных, а также в выделении вопросительных предложений по интонационной картине. Для решения такой задачи уже недостаточно простых алгоритмов, нужен интеллект, но к этому мы вернемся позже.

Итак, какая же роль в таком случае отводится слабокоррелированным информационным паттернам (СКИП)? Ведь мы убедились, что сильнокоррелированные сложные паттерны уже позволяют находить закономерности, неочевидные при взгляде в сырые данные, зачем же еще и слабокоррелированные? Давайте разберемся.

Существует множество задач, которые не под силу одним лишь алгоритмам анализа. Порою даже взятия паттернов второго порядка оказывается недостаточно для того, чтобы найти верное решение: в каких-то случаях им недостает гибкости, в каких-то не получается адекватно смоделировать объект поиска, а где-то нужна своеобразная интуиция. СКИП как раз описывают такие непростые случаи, когда паттерн нельзя задать явным образом – из-за недостатка данных, из-за неявной природы закономерностей или по другим неочевидным причинам. Например, в сильно зашумленной среде, когда уровень сигнала всего лишь на проценты превышает уровень помех, задача расшифровки этого сигнала превращается в задачу поиска СКИП, так как соседние значения выборки данных не дают явных признаков для нахождения сигнала и требуется искать сложные косвенные

закономерности для его расшифровки. Это работа не для набора правил, а для полноценного интеллекта. Но поиск сложных закономерностей сильно утомляет человека. Поэтому и возникла задача переложить часть этой работы на плечи интеллектуальных алгоритмов. Приведем несколько примеров СКИП. Для начала вспомним о задачах, непростых для компьютера, которые успешно решает человек. Одна из самых простых – задача определения эмоциональной окраски отзывов на фильмы, то есть определение, понравилось ли человеку кино или нет. Даже работая с огромными словарями, содержащими все возможные сочетания слов, мы не сможем добиться приемлимой точности традиционными методами. Другой весьма актуальной задачей является перевод иностранных текстов. Конечно, машина может попытаться решить ее «в лоб», то есть, вооружившись словарем, поменять все слова «входного языка» на их аналоги «выходного языка», но тогда связный поток мысли превратится в бессвязный набор слов, который придется перебирать уже человеку. Нужен подход, учитывающий правила построения предложений, принятые в соответствующих языках, ищущий смысл текста. Еще одним примером является задача поиска полезной информации на новостных сайтах. Это задача существенно отличается от той, которую выполняют поисковые системы в интернете. В то время как браузер стремится найти все, что хоть как-то похоже на введенный запрос, нам требуется выделить лишь то, что отвечает условиям «интереса», причем выделить самые главные и достоверные новости. Здесь требуется поиск «по смыслу», а не просто «по словам». С точки зрения машины, задача распознавания речи является крайте сложной. Хоть при помощи паттернов над производными паттернов можно выделять признаки звукового сигнала, связанных с речью, саму речь эти паттерны описать не в силах. На сегодняшний день эта задача решается при помощи методов искусственного интеллекта, таких как скрытые марковские модели и методы глубокого обучения, и требует вычислительных мощностей целых серверов. Вот несколько наиболее увлекательных задач, которые невозможно решить без использования СКИП: Определение износа авиационного двигателя, ориентируясь на показания датчиков, снятых во время тестового запуска – пример паттернов, проявляющихся при рассмотрении большого количества

признаков. Показания работы современного авиационного двигателя снимаются огромным количеством датчиков, информацию от которых возможно эффективно обрабатывать только при высокой степени автоматизации процесса. Для выявления закономерностей, сигнализирующих о скорой поломке, необходимо использовать искуственный интеллект, который будет работать с базой СКИП характерных предвестников той или иной неисправности. То же самое касается предсказания землетрясений в сейсмоактивных районах. Большое количество «сообщений», которые посылает тектоническая активность, несет в себе СКИП, по которым можно распознавать происходящие под землей процессы и предсказывать их недалекое будущее. Маркетинговый анализ, в том числе анализ покупательских корзин. Аналитикам приходится работать с большими объемами разнородных данных, чтобы найти ответ на вопросы: что понравится целевому покупателю и как это продать? В таких задачах имеют место вероятностные связи, так что отвечать на такие вопросы можно только с помощью автоматизированного анализа, вооруженного базой характерных СКИП. Определение человека по особенностям его поведения, например, по задержкам при работе за компьютером. На момент написания этой статьи таким паттернам еще только предстоит увидеть свет, но разработки в этой области уже ведутся.

Идентификация человека по биометрическим данным. Сами по себе такие данные, вроде отпечатков пальцев или особенностей строения сетчатки глаза слабо коррелируют с человеком, но их уникальность позволяет использовать их в качестве идентификатора. К тому же, результат не должен зависеть от условий, в которых проводились соответствующие измерения, и нужна гарантия, что наши показатели всегда будут распознавать конкретного человека, вне зависимости от состояния его здоровья и возрастных изменений.

Классификация слабокоррелированных информационных паттернов

Итак, мы поговорили о простых и сложных сильнокоррелированных паттернах, рассмотрели, на какие типы они делятся и какую пользу приносят. Теперь поговорим более подробнол о том, на какие типы делятся СКИП. Это паттерны охватывают самые разные предметные

области, поэтому их структура весьма неоднородна, но в то же время у СКИП из разных областей есть много общего с технической точки зрения. В этой главе мы рассмотрим существующие типы СКИП без привязки к конкретным областям знания, стараясь отобразить все значимые различия. Классификация изображена на рис.1.

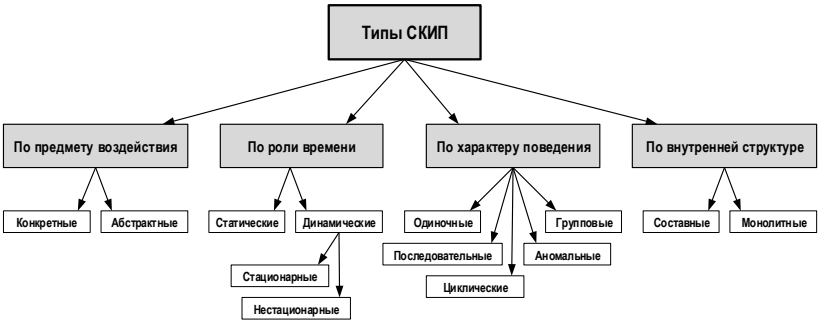


Рис. 1. Классификация слабокоррелированных информационных паттернов

СКИП можно разделить на типы по ряду критериев: по роли времени, по характеру поведения, по внутренней структуре и по предмету воздействия. Рассмотрим поподробнее каждое разбиение.

По роли времени СКИП можно разделить на следующие типы:

• Статические СКИП – СКИП, которые не имеют явной привязки ко времени. Это могут быть как элементы структуры, так и явления с характерными чертами. Хорошим примером статического СКИП являются закономерности в строении ДНК. Такие паттерны позволяют решать задачи поиска аномалий, задачи классификации или кластеризации.

• Динамические СКИП – СКИП, проявляющиеся в характерном поведении некоторой величины, которые рассматриваются с привязкой ко времени. К ним относятся, например, СКИП проявляющиеся во временных рядах (например, динамика выпадения осадков за неделю). Такие СКИП помогают в решении задач предсказания.

По большей части динамические СКИП работают со временными рядами, но ими одними дело не ограничивается: например, СКИП,

являющийся частью видеоряда, все еще принадлежит типу динамических СКИП, ввиду явной привязки ко времени.

Динамические СКИП можно разделить на:

• Стационарные СКИП – закономерности, чей характер поведения не зависит от времени, например, линейный рост некоторой характеристики или непредсказуемое (шумовое) поведение. (И белый шум и линейный сигнал являются стационарными СКИП)

• Нестационарные СКИП – закономерности, изменяющиеся со временем под воздействием некоего вычислимого закона (например, речевой сигнал). Они позволяют решать сложные и интересные аналитические задачи.

Понятия «Стационарных» и «Нестационарных» СКИП позаимствованы из теории обработки сигналов, где существует понятие стационарного и нестационарного сигнала. Динамические СКИП обладают многими характеристиками сигналов [4] (особенно в задачах распознавания голоса и речи), поэтому в ряде случаев допустимо использовать инструментарий теории обработки сигналов. Обычно рассмотрению подлежат именно нестационарные СКИП, хотя и стационарные не стоит сбрасывать со счетов: например, если взять видео с неподвижной камеры наблюдения в коридоре, стационарным паттерном будет считаться тот участок записи, на котором в коридоре никого нет, а нестационраным – когда мимо камеры проходит человек.

По характеру поведения, СКИП можно разделить на следующие категории:

• Циклические СКИП – СКИП, которые проявляются с известной периодичностью. Конечно, такие паттерны имеют смысл лишь там, где важен строгий порядок действий, поэтому по большей части они являются также динамическими СКИП. (как, например, закономерности цикла землетрясений) Циклические СКИП являются серезным подспорьем в решении задачах предсказания.

• Последовательные СКИП – СКИП, отражающие взаимосвязь между условно независимыми переменными величинами. (Например, связь между группами товаров, которые покупают вместе) Эти СКИП помогают в решении задач поиска взаимосвязей, например, для составления потребительской корзины, или для выявления

неправомерных действий. Последовательные СКИП могут принадлежать как к категории динамических СКИП, так и к категории статических СКИП.

• Групповые СКИП – СКИП, которые задают свойства группирования объектов или представляют собой объекты, составляющие некоторую группу (например, закономерности, объединяющие людей с одинаковыми увлечениями). Они могут иметь черты как циклических, так и последовательных СКИП, так как правила группирования можно считать взаимосвязями между условно независимыми объектами, и пока эти правила выполняются, группы могут появляться с некоторой периодичностью (но это не обязательно).

• Одиночные или хаотичные СКИП – СКИП, которые не имеют ни выраженной периодинчости ни связей с другими СКИП. Как правило, эта категория СКИП соотвествует статическим СКИП. (например, структура молекулы ДНК) Такие паттерны помогают при решении задачи поиска аномалий, таких как определения сбоев в работе сенсоров и других устройств.

• Аномальные СКИП – СКИП, разительно выделяющиеся из осталного потока данных. К таковым могут относиться, например, выбросы или целые группы элементов, чье поведение не укладывается в рамки контекста. Обычно являются подмножеством одиночных СКИП. Применяются в задачах поиска неисправностей и поиска аномалий.

В некоторых случаях может возникнуть вопрос, следует ли относить рассматриваемый СКИП к последовательным или одиночным. Ответ на этот вопрос целиком зависит от цели применения паттерна.

По внутренней структуре СКИП можно разделить на две группы:

• Составные – СКИП, которые подразумевают, что их можно разделить на отдельные элементы (например, верно построенное предложение). Такие паттерны встрачаются в задачах анализа систем и характерных последовательностей, например, в распознавании речи и задачах обработки текста.

• Монолитные – СКИП, которые не подразумевают разделения на отдельные элементы. (например, голос определенного человека) Такие паттерны встречаются чаще всего. (например, в задачах распознавания

голоса или в задачах распознавания лиц на фотографии) [7].

Составным или монолитным считать конкретный СКИП, всецело зависит от поставленной задачи. Например, один и тот же речевой сигнал в задаче распознавании речи будет считаться составным, а в задаче распознавании голоса – монолитным.

По предмету воздействия СКИП можно разделить на:

• Конкретные СКИП – СКИП которые можно сопоставить с отдельными объектами реального мира, или с группами объектов, отвечающих определенным критериям (например, лица людей, силуэты пешеходов и машин) [7]. Такие СКИП позволяют решать практические задачи, такие как регулирование движения на перектрестке, распознавание объектов на фотографии.

• Абстрактные СКИП – СКИП, представляющие собой закономерности и взаимосвязи, а не конкретные объекты. (например, связи между товарами, которые покупают вместе) Такие СКИП позволяют решать задачи высокого уровня, такие как предсказание поведения временного ряда, обнаружение аномалий.

Характерные проблемы при поиске СКИП

Итак, как уже было сказано, СКИП помогают искать ценные элементы в потоке информации – добывать знания из хаоса. Однако на практике нечасто встретишь аналитическую задачу, для которой соответствующие СКИП уже описаны и формализованы. Обычно большей частью анализа является как раз нахождение соответствующих СКИП. Для решения этой непростой задачи создаются сложные аналитические системы [5]. Здесь мы не будем их подробно рассматривать, остановимся лишь на характерных трудностях, возникающих в процессе поиска.

Одним из важных шагов в поиске СКИП является предварительная обработка данных (предобработка), которая позволяет упростить дальнейший анализ. Мы уже вскользь упоминали ее, когда говорили о сложных информационных паттернах. Для того, чтобы этот шаг был успешен, необходимо принять ряд организационных решений:

•Во-первых, нужно иметь четкое представление о том, что за данные мы собираемся преобразовывать и какую роль они играют в задаче. Как минимум, нужно представлять себе принципы преобразования, следуя

которым мы не навредим конечному результату – например, существует большой пласт алгоритмов снижения размерности, которые сразу готовы к применению в системе, а не сочиняются отдельно для каждого набора данных и каждой прикладной задачи. Они скомпанованы так, что избавляются лишь от избыточных данных. Силами машинного обучения возможно определить, какие данные являются избыточными. Тем не менее, у каждого такого алгоритма свои принципы работы, соответственно свои плюсы и минусы, так что конкретный алгоритм снижения размерности выбирается в соответствии с особенностями текущей задачи. Например, метод главных компонент буквально пытается спроецировать вектора значений в пространство меньшей размерности, а метод «k лучших» удаляет все признаки, кроме k наиболее информативных, поэтому его следует использовать с осторожностью.

• Во-вторых, необходимо решить, какие цели преследует наш анализ и каковы приоритеты этих целей: ведь если мы преобразуем поток данных для достижения лишь одной из целей, мы можем затруднить себе путь к остальным. Например, если мы исключим из потока входных данных несколько второстепенных признаков, чтобы повысить скорость анализа, то отрежем себе возможность поиска закономерностей, связанных с этими признаками. И наоборот, если бездумно добавить в поток информации новые информационные объекты, или дать уже существующим объектам новые признаки, так сказать увеличить количество степеней свободы, это может не только замедлить анализ, но и снизить его точность ввиду «зашумленности» входных данных. Чтобы избежать этого, опять же, нужно четкое понимание организации входных данных и их роли в сложном процессе анализа.

Следующим важным шагом является выбор решающего алгоритма. Именно он ищет СКИП и именно он является важнейшей частью аналитической системы. Это ответственный выбор, и он требует ответов на ряд вопросов:

• Во-первых, необходимо понять сущность задачи, которую должен решать алгоритм. Сводится ли она к группировке похожих информационных объектов, к отбору из потока несольких

«интересных» объектов или к вычислению значения некоторой переменной? Лишь ответив на этот вопрос можно выбирать алгоритм.

• Во-вторых, нужно определиться с выбором пути решения задачи. Практически любую задачу можно решить несколькими способами, но далеко не все способы являются оптимальными. Выбор правильного способа напрямую зависит от целей анализа и приоритетов этих целей.

Заключение

Подведем итоги. Информационные паттерны – это неотъемлемая часть нашей жизни – они везде вокруг нас. Человеческий разум постоянно используют их для получения знаний об окружающем мире, в частности, чтобы «читать между строк», строить аналогии и т.п. то есть искать информацию на более высоких уровнях, чем простое считывание из входящего потока.

Не только человек может использовать информационные паттерны. Будучи формализованными, информационные паттерны становятся мощным инструментом машинного анализа данных, который позволяет получать из набора данных полезную информацию. При помощи информационных паттернов можно решать очень широкий спектр прикладных задач, и этот спектр становится все шире с развитием информационных технологий и методов искуственного интеллекта, в частности, методов машинного обучения.

Информационные паттерны весьма разнообразны: они бывают простыми и сложными, различаются по внутренней связности, их можно разделить на множество типов по различным особенностям, которые полностью раскрываются только в контексте решаемой задачи.

Таким образом, можно утверждать, что информационные паттерны – это важная и нужная область, которую стоит исследовать. В частности, если сосредоточить свое внимание на слабокоррелированных информационных паттернах, несложно заметить, что они как ничто другое напоминают ассоциативное мышление, присущее человеку. Продвижения в этой области позволят поднять отрасль искуственного интеллекта на другой уровень, научить машину определять не только «равные» и «подобные» но и «похожие» предметы и явления. Компьютер сможет решать такие задачи, которые ранее были подвластны лишь человеку с его ассоциативным

мышлением, и были за пределами возможностей автоматизированных систем с их негибкими правилами.

Список литературы

1. Geoffrey Charles Fox, John B. Rundle, Andrea Donnellan, Bo Feng, Earthquake Nowcasting with Deep Learning // arXiv.org, 2021 (Дата обращения: 28.01.2022)

2. Ф.Т. Алескеров, В.Ю. Белоусова, Л.Г. Егорова, Б.Г. Миркин Анализ паттернов в статике и динамике, Часть 1: Обзор литературы и уточнение понятия // Бизнес-информатика. 2013. №3(25).

3. А.Е. Лепский, А.Г. Броневич, Математические методы распознавания образов / Технологический институт «Южный федеральный университет», 2009

4. Федоров С.Л., Моделирование нестационарных временных рядов и построение оператора эволюции их выборочных распределений непараметрическими методами / Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН», 2017

5. Óscar Marbán, Gonzalo Mariscal, Javier Segovia, A Data Mining & Knowledge Discovery Process Model // InTech. ISBN 978-3-902613-53-0, pp. 438—453. 2009

6. Hylke C. Donker, Harry J M Groen A new harmonium for pattern recognition in survival data // arXiv.org 2021 (Дата обращения: 27.01.2022)

7. Г.В. Митин, А.В. Панов, Сравнение классических и инновационных методов поиска слабокоррелированных информационных паттернов в растровых изображениях // CHRONOS. 2022. №11 (73), Стр 148-154

8. Utkarsh Bhardwaja, Andrea E. Sandb, Manoj Warrierac, Pattern Matching and Classification of Clusters in Collision Cascades 2019

УДК 004.9

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОРА И ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА МЕТОДАМИ АВТОМАТИЗАЦИИ СБОРА И АГРЕГАЦИИ АНКЕТ СОИСКАТЕЛЕЙ

Бергер Е.Г., Морошкин Н.А., Пучкова М.А.

МИРЭА – Российский технологический университет, 119454, Россия, г. Москва, проспект Вернадского, 78, e-mail: moroshkin@mirea.ru

В статье исследуется проблема эффективности подбора и отбора персонала. Описан наиболее распространённый алгоритм поиска новых сотрудников, предложена архитектура информационной системы для сбора данных для отбора и подбора персонала и агрегации статистических данных для анализа внешнего рынка. Построены бизнес-процессы TO BE с внедрением информационной системы в нотации IDEF0 и BPMN 2.0. Дана первичная оценка программного обеспечения, необходимого для реализации такой системы.

Ключевые слова: подбор персонала, отбор персонала, автоматизация сбора данных, агрегация.

Введение

Сегодня у подавляющего большинства компаний наблюдается тенденция уменьшения роли человека в процессах, происходящих в организации, а также тенденция снижения их стоимости за счёт оптимизации расхода ресурсов. Одним из важнейших составляющих любого бизнеса является правильная организация управления персоналом компании. Ведь, если сотрудники чувствуют себя комфортно, выполняя рабочие задачи, то это пропорционально влияет и на результативность всей компании. С точки зрения сотрудников, работа отдела кадров сводится к упрощенной схеме «прием на работу-работа-увольнение». Однако это в корне неправильное понимание процесса управления кадрами в компании.

Отдел кадров реализует множество процессов внутри любой компании (рис. 1) - управлением человеческими ресурсами

организации, например, распределением отпусками, подбором и отбором соискателей, собеседованиями, трудоустройством новых сотрудников и т.д. В рамках этой работы основное внимание будет уделено процессам связанными с отбором и подбором соискателей и анализом внешнего рынка [1].

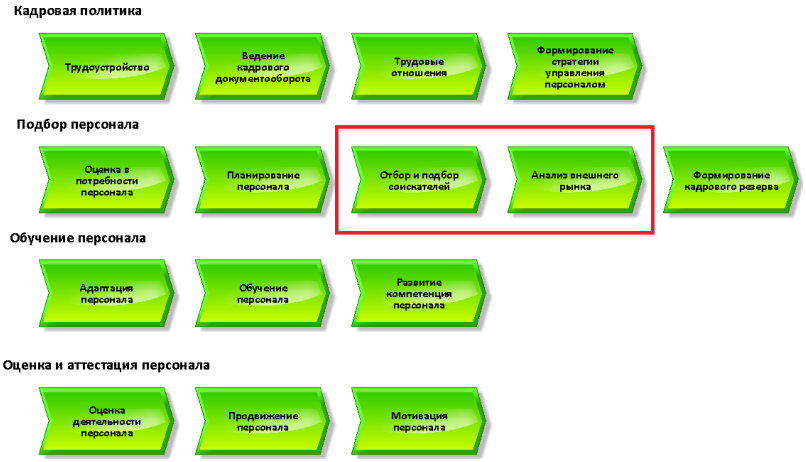


Рис. 1 — Процессы отдела кадров

Определение отбора и подбора персонала

Процессы отбора и подбора сотрудников представляют собой долгий ручной труд. Прежде чем перейти к описанию процесса отбора и подбора персонала, остановимся на определениях отбора и подбора персонала.

Подбор – это процесс поиска соискателей из общего числа размещенных где-либо анкет этих соискателей. Подбор анкет осуществляется на основании требований к соискателям – это компетенции, навыки и т.п.

Отбор персонала – это выбор из числа отобранных анкет, подходящих под определенные критерии. Критерии обычно определяются на этапе согласования требований и содержат в себе ограничения по заработной плате, способы организации работы (удаленная работа, офисная работа или гибридный вариант), к городу проживания и т.п., то есть критерии не к компетенциям, а к личным характеристикам соискателя и к желаемым условиям работы [1].

Процесс отбора и подбора персонала

Способов отбора и подбора сотрудников много – это и массовый подбор персонала путем размещения списка вакансий на специализированных Интернет-ресурсах, хантинг (переманивание специалиста из одной компании в другую), существуют различные способы по оценке компетенций соискателей – профессиональные тесты, психологические тесты на тип личности человека, цепочка собеседований в зависимости от специалиста (наиболее популярно у технических специалистов).

Но наиболее популярный алгоритм отбора и подбора – с помощью размещения вакансий на Интернет-ресурсах и ручной отбор откликнувшихся кандидатов. В этом процесса обычно принимают участие как минимум два человека – представитель от отдела кадров (обычно это менеджер по персоналу) и представитель от функционального подразделения. Конечно, все зависит типа организации управления персоналом в компании. Если рассматривать сферу информационных технологий, то наиболее распространенный тип организации управления – матричная структура [2]. При такой структуре отбором и подбором специалистов обычно занимаются проектный менеджер, получивший распоряжения от руководителя функционального подразделения (куда ищется специалист), и менеджер по персоналу. Опишем краткий алгоритм отбора и подбора персонала.

Процесс начинается в тот момент, когда подготовлен список вакантных должностей необходимых под данный проект. Этот список согласовывается проектным менеджером вместе с генеральным директором. После получения этого списка руководитель отдела кадров вместе с проектным менеджером подготавливают список необходимых компетенций соискателей необходимых для отбора. Далее происходит отбора анкет соискателей со специального Интернет-ресурса.

Поиск является цикличным, так как будет начинаться вновь и вновь, если необходимые специалисты не будут найдены. Отбор осуществляет менеджер по персоналу. Если соискатели с подходящими анкетами найдены, начинается серия собеседований с кандидатами. Собеседования проводятся совместно руководителем Отдела кадров и Проектным менеджером. Если собеседования прошли успешно,

подготавливаются персональные предложения по условиям работы для соискателей.

Для этого строится сравнительная таблица с желаемыми условиями работы каждого соискателя, его уровнем компетенций, который заполняется проектным менеджером и руководителем отдела кадров, результатами собеседований и т.д.

После этого совместно анализируется рынок похожих вакансий. После подготавливается персонализированные предложения о работе.

Отметим, что на протяжении всего процесса подготавливаются некоторые списки и отчеты. Обычно данные документы регламентируются внутренним уставом и общими правилами ведения документации компании. Данные документы обычно хранятся в бумажных архивах или электронных архивах на личном ПК у того человека, кто подготавливал этот документ. Обычно делается копия всех документов и передается на согласование проектному менеджеру или генеральному директору.

Процесс поиска возможных сотрудников тесно связан с работой со специальными веб-сервисами по размещению вакансий и поиску новых сотрудников (например, «HeadHunter.ru» [4]). Однако с помощью этого сервиса менеджер по персоналу ищет только данные о соискателях в виде заполненных заранее кандидатами анкет. Все эти данные записываются менеджером по персоналу в соответствующие отчеты. Сотрудник вручную просматривает все объявления, анализируя все указанные компетенции, прошлые места работы, образование соискателя и т.д. Данный процесс повторяется циклично, пока не будет найдено столько сотрудников, сколько требуется под данный проект.

Проблемы стандартного подхода к отбору и подбору персонала

К недостаткам стандартного подхода к процессу можно отнести:

1. Менеджер по персоналу и руководитель отдела кадров работают с большим объемом бумажной документации. Из-за этого увеличивается нагрузка на человеческий ресурс, тем самым повышается время выполнения задач.
2. Ведение бумажной документации усложняет работу компании. Информация на бумажном носителе зачастую оказывается не актуальной.

3. Отсутствует возможность автоматического сбора данных с резюме кандидатов. Автоматический сбор ускорит процесс отбора и подбора персонала [3].

4. Нет возможности удобного анализа данных о рынке с помощью аналитических дашбордов.

Выше представлены лишь самые критичные проблемы, на практике существует большое количество других мелких проблем, ненужных взаимодействий и вопросов, которые не будут рассматриваться в рамках данной работы.

Методы решения

Стандартный процесс с нуждается в реинжиниринге и автоматизации посредствам информационной системы. Прежде всего, это окажет положительное влияние на степень актуальности данных, с которыми работает отдел кадров, что снижает нагрузку на персонал, задействованный при поиске новых сотрудников. Реинжиниринг и автоматизация процесса позволят уменьшить время поиска нового сотрудника, уменьшит стоимость каждого нового соискателя. С падением этого показателя, увеличатся ресурсы на выполнения других задач отдела кадров, что позволит в большей степени решать «текучку» кадров компании и увеличить качество выполнения работ.

В случае внедрения проектируемой информационной системы планируется уменьшение количества ручного труда, упрощения процесса отбора и подбора персонала и повышение качества всего процесса.

Методология проектирования

Предмет исследования в данной работе – это проектирование информационной системы агрегации и обработки анкет соискателей. Проектирование – это универсальный и самостоятельный в интеллектуальном и социокультурном отношениях тип деятельности, направленный на создание реальных объектов и/или эффектов с заданными функциональными, технико-экономическими, экологическими и потребительскими качествами.

Проектирование ИС регламентируется ГОСТ 34 «Разработка автоматизированной системы управления (АСУ)» [5].

В качестве методологии реализации проектирования ИС выбрана

OracleCustomDevelopmentMethod (CDM), используемая при разработке прикладных ИС под заказ [6].

Методология Oracle CDM — совокупность точно определенных процессов заказной разработки с разными режимами управления. Методология, в основе которой лежит CASE-технология, обеспечивает точное определение бизнес-требований в самом начале процесса разработки и их сохранение на протяжении всего процесса разработки.

Общая структура CDM определяется методологией системной разработки на базе процессов. Процесс — это связанная совокупность задач, отвечающая одной из конкретных целей проекта. Результатом одного процесса является одно или несколько ключевых проектных решений. Модель ЖЦ методологии Oracle CDM имеет два измерения. Первое измерение связано с тем, какой процесс должен быть выполнен для разработки проекта. Это измерение определяется процессами в рамках CDM. Второе измерение указывает на стадию проекта, на которой должны выполняться процессы.

Базируясь на данной методологии в этапы процесса анализа первичных данных и проектирования информационной системы, были включены следующие процессы для стадий анализа и проектирования:

1. Определение производственных требований.
2. Исследование существующих систем.
3. Определение технической архитектуры.
4. Проектирование базы данных.
5. Проектирование модулей.
6. Создание модели преобразования данных.
7. Создание проектного решения.
8. Создание методики тестирования.
9. Создание программы обучения.
10. Создание плана перехода на новую систему.

Изменение процесса отбора и подбора персонала

Прежде всего, рассмотрим TO BE процессы в нотации IDEF0. IDEF0 — методология функционального моделирования и графическая нотация, предназначенная для формализации и описания бизнес-процессов [7]. Отличительной особенностью IDEF0 является ее акцент на соподчиненность объектов. В IDEF0 рассматриваются логические

отношения между работами, а не их временная последовательность (поток работ).

Прежде всего, рассмотрим TO BE процессы в нотации IDEF0. Контекстная диаграмма процесса «Отбора и подбор персонала» представлена на рис. 2. Диаграмма внешне практически не меняется – добавляется лишь проектируемая информационная система (на диаграмме обозначается как «ИС»).

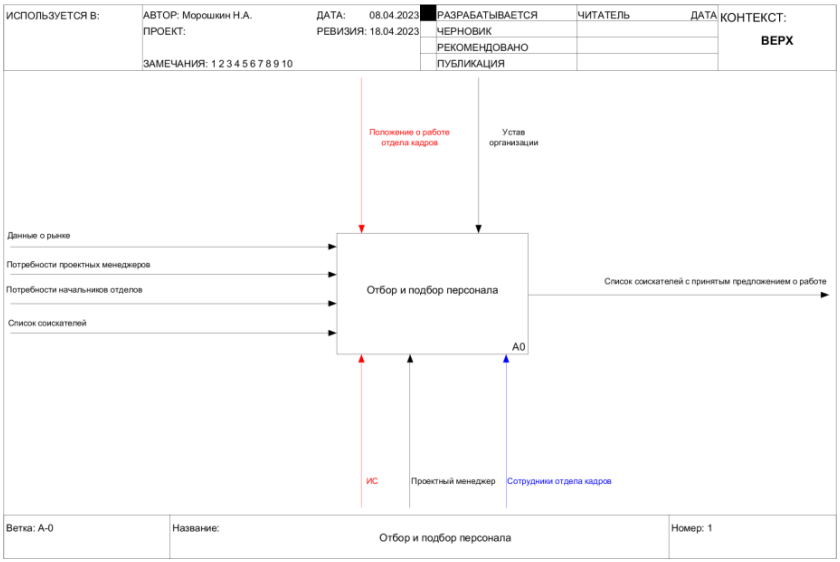


Рис. 2 — Контекстная диаграмма «Отбор и подбор персонала» TO BE в нотации IDEF0

Рассмотрим декомпозицию контекстной диаграммы – Рисунок 3. Декомпозиция также не претерпела существенных внешних изменений.

Рассмотрим изменения двух функциональных блоков – «Отбор анкет соискателей» (декомпозиция представлена на рис.4) и «Подготовка предложений о работе» (декомпозиция представлена на рис. 5).

Блок «Отбор анкет соискателей» содержит три процесса – «внести требования к соискателю в ИС», «Проанализировать анкеты соискателей» и «Выбрать подходящие анкеты в ИС».

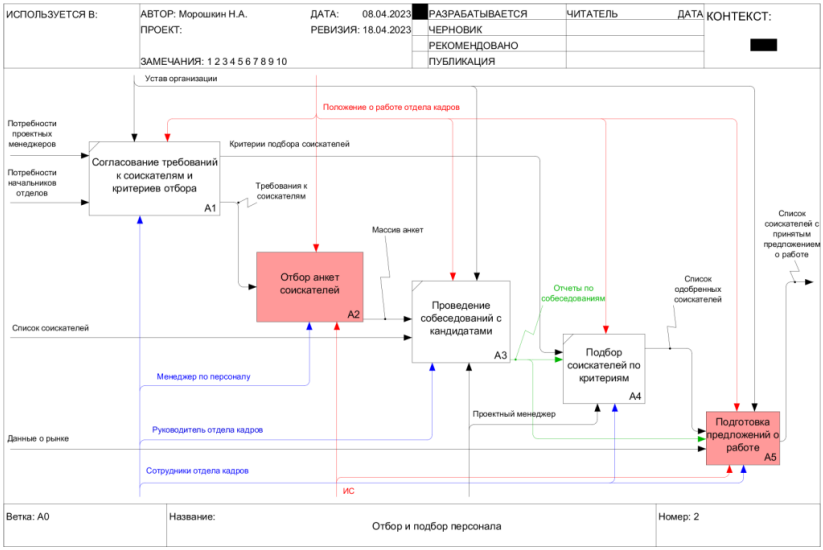


Рис. 3 — Декомпозиция процесса «Отбор и подбор персонала» TO BE в нотации IDEF0

Все действия, совершаемые сотрудниками отдела кадров связаны с проектируемой информационной системой. Отобранные анкеты формируются автоматически намного быстрее, чем вручную (более подробное сравнение будет представлено в следующих главах) с помощью заранее согласованных требований к соискателю. После отбора анкет кандидатов сотрудник отдела кадров анализирует анкеты. Конечно же, это ручной труд. Автоматизировать абсолютно всё невозможно. Алгоритмы способны автоматизировать только ту деятельность, которая полностью регламентирована, отточена и имеет четкие инструкции. Анализ анкет соискателей, то, как они пишут о своем опыте, что пишут в сопроводительном письме – всё это нельзя полностью автоматизировать, потому что практически каждый случай уникален. Выбрав все понравившиеся анкеты, сотрудник отдела кадров завершает первый этап отбора анкет новых сотрудников. Отметим, что по сравнению с AS IS, на этапе выбора другим сотрудникам доступна эта информация, следовательно, другие сотрудники могут прокомментировать анкету, внести правки – решение не принимается только одним человеком.

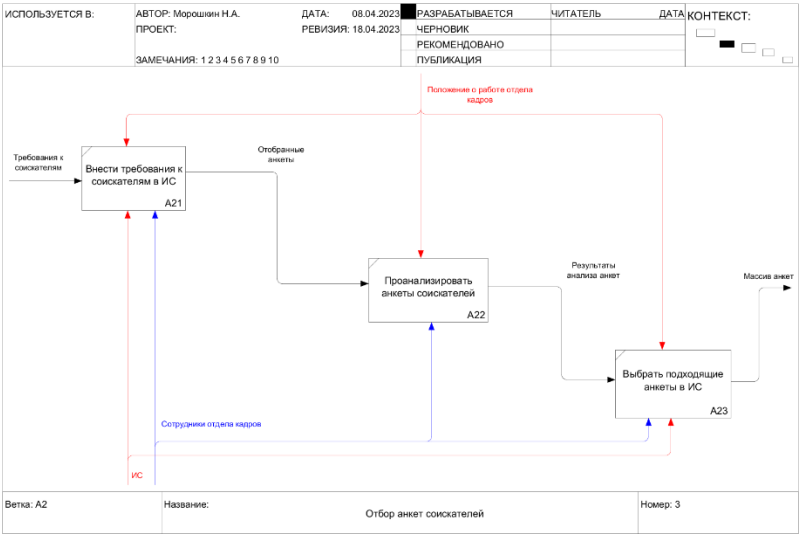


Рис. 4 — Декомпозиция блока «Отбор анкет соискателей» TO BE в нотации IDEF0

Процесс «Подготовка предложений о работе» также меняется в сторону автоматизации сбора и анализа данных. Обычно сотрудники отдела кадров готовят сравнительную таблицу кандидатов на работу – их плюсы и минусы, навыки, комментарии по собеседованиям, желания соискателей по условиям работы. С проектируемой информационной системой составлять такую таблицу станет удобнее с помощью графического пользовательского интерфейса. Описываемый процесс начинается с анализа такой таблицы. Затем сотруднику необходимо проанализировать рынок – получить статистику по популярным технологиям на текущий момент в рассматриваемой сфере, средний уровень зарплат, желание сотрудников работать в режиме удаленной работы и т.д. Итоговое предложение должно содержать конкурентную зарплату и возможные льготы, дополнительные условия. Для этого сотрудник анализирует аналитические экранные формы, дашборды и отчеты – дашборд «средняя заработная плата на рынке по текущему запросу компетенций», дашборд «облако слов анкет по текущему запросу компетенций», отчеты о популярных желаемых условий работы у кандидатов похожих на выбранных и т.д. Все экранные формы, отчеты

и дашборды будут подробнее описаны с следующих главах.

После анализа всей аналитической информации сотрудник готовит финальное предложение о работе.

Отметим, что автоматизация позволит ускорить процесс подбора. Дело даже не только в том, что отбор анкет будет автоматизирован, дело в том, что пока идет отбор анкет по заданным критериям, сотрудник отдела кадров сможет заняться подбором. Также стоит учитывать и большое сокращение анкет, анализирующийся после подбора. Например, 1000 анкет опубликована, по требованиям, которые составляются сотрудниками отдела кадров, проводится отбор, после которого остается только 10 анкет для ручного подбора. Отбор ручной и автоматизированный сильно отличаются и по правильно составленным требованиям, автоматизированный будет точнее. Конечно в рамках TO BE процессов большое внимание должно уделяться правильному и точному запросу к информационной системе.

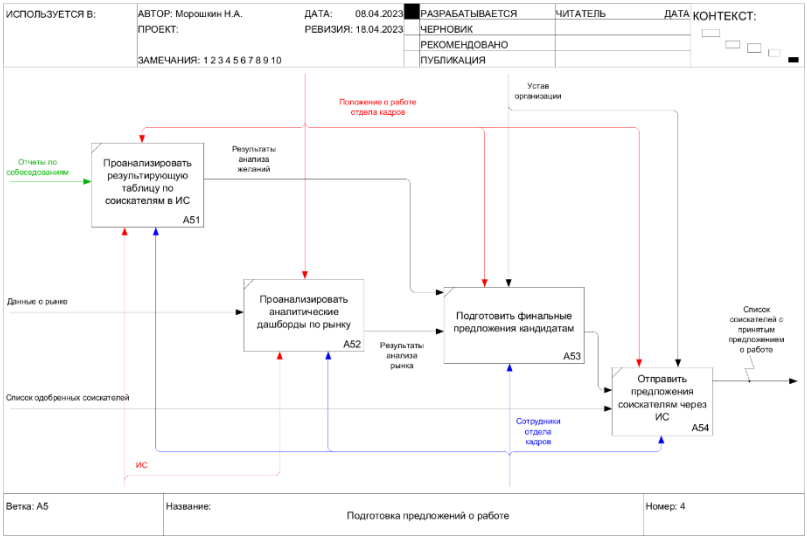


Рис. 5 — Декомпозиция блока «Подготовка предложений о работе» TO BE в нотации IDEF0

Нотация IDEF0 позволила нам увидеть общее изменение процессов при внедрении информационной системы агрегации и обработки анкет

соискателей. Подробнее можно рассмотреть изменения процесса поиска новых сотрудников в нотации BPMN 2.0.

BPMN (Business Process Model and Notation) – это язык моделирования бизнес-процессов, который является промежуточным звеном между формализацией/визуализацией и воплощением бизнес-процесса. С помощью моделирования мы можем описать любые бизнес-процессы, и они могут выполняться в самых разных системах управления [7].

Контекстная диаграмма бизнес-процесса «Отбор и подбор персонала» представлена на рис. 6, декомпозиции процесса «Отбор анкет соискателей» и процесса «Подготовка предложений кандидатам» представлены на Рисунке 7 и Рисунке 8 соответственно.

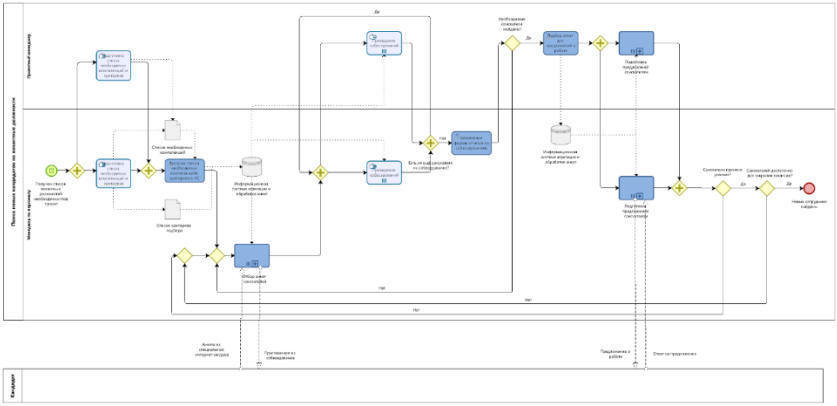


Рис. 6 — Диаграмма бизнес-процесса «Отбор и подбор персонала» TO BE в нотации BPMN 2.0

Сразу же можем увидеть отсутствие общего архива для различных отчетов – все отчеты будут хранится в хранилище информационной системы. Изменилось и число задействованных сотрудников – теперь большинство функций выполняет менеджер по персоналу, а не руководитель отдела кадров.

Как было указано выше, менеджер по персоналу не обладает необходимыми навыками и опытом для правильного поиска анкет, для правильного составления принятых отчетов и анализом рынка. С

внедрением информационной системы менеджер по персоналу становится пользователем, ему необходимо лишь анализировать итоговую подготовленную информацию. Руководитель кадров становится в этом случае проверяющим, администратором и контролером работы менеджера по персоналу.

Большинство ручных операция заменяются на пользовательские задачи, приглашение кандидатов на собеседования происходят автоматически по введённым или встроенным шаблонам в информационную систему, сравнительная таблица кандидатов составляется автоматически.

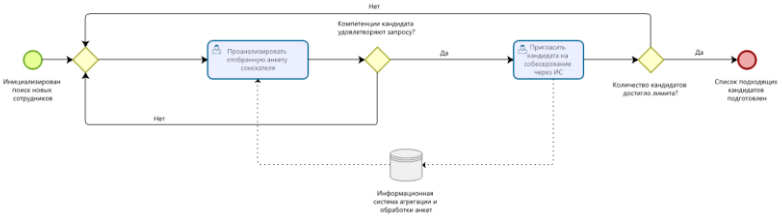


Рис. 7 — Декомпозиция процесса «Отбор анкет кандидатов» TO BE в нотации BPMN 2.0

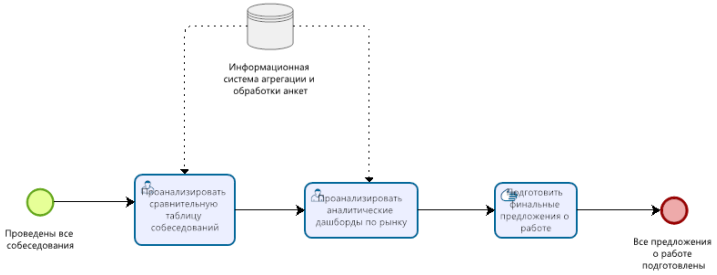


Рис. 8 — Декомпозиция процесса «Подготовка предложений кандидатам» TO BE в нотации BPMN 2.0

Функциональные и нефункциональные требования к информационной системе

На сегодняшний день процессы управления человеческими ресурсами требует большого количества людских ресурсов, особенно в

процессах поиска новых сотрудников. Менеджерам по персоналу требуется комплексное понимание психологии и программирования для отбора подходящих соискателей. Процесс поиска новых сотрудников должен быть автоматизирован, информацию, которую сотрудники формируют на этапах всего процесса нужно перевести в электронный вид, интегрировав в информационную систему хранение и подготовку аналитических отчетов.

Этапы процесса анализа первичных данных и проектирования информационной системы разработаны в соответствии с методологией Oracle Custom Development Method. Для их реализации необходимо 125 календарных дней.

Новая технология выполнения процесса управления человеческими ресурсами при поиске новых сотрудников в практически любой компании в сфере информационных технологий, предполагает полную автоматизацию сбора, обработки и анализа информации о кандидатах.

Информационная система должна соответствовать следующим функциональным требованиям:

1. Регистрация сотрудника.
2. Внесение требуемых критериев подбора для вакансии.
3. Внесение всех требований к кандидатам (критериев отбора).
4. Автоматический сбор информации о кандидатах со специальных Интернет-ресурсов для размещений вакансий и поиска работы.
5. Подготовка отчетов о собеседовании каждого соискателя.
6. Создание отчётов о деятельности отдела кадров по работе с анкетами соискателей за выбранный пользователем период.
7. Создание форм отчётов для печати.
8. Отправка e-mail рассылки с отчётностью.
9. Уведомление пользователей о работе системы.
10. Загрузка файла БД на внешний носитель.
11. Загрузка файла БД с внешнего носителя.

Функционал системы предполагает создание следующих отчётов:

1. Отчёт о заявленных навыках соискателя.
2. Отчет о проведенных собеседованиях.
3. Сравнительная таблица соискателей.

4. Статистический отчет по заданным требованиям по рынку.

5. Отчёт об отборе и подборе соискателей за выбранный пользователем период (запрашивает администратор или руководитель отдела кадров).

Нефункциональные требования к проектируемой системы:

1. Простота эксплуатации: включает в себя, что время обучения персонала должно составлять 12 ч.

2. Устойчивость к сбоям: время восстановления системы после сбоя — 1 ч.

3. Процент событий, приводящий к сбоям должен составлять 5%.

4. Вероятность изменения данных при сбоях — 0,2.

5. Система должна обеспечивать корректную обработку аварийных ситуаций, вызванных неверными действиями пользователей, неверным форматом или недопустимыми значениям входных данных.

6. Система должна сохранять работоспособность и обеспечивать восстановление своих функций при возникновении внештатных ситуаций.

7. Система должна работать на всех web-браузерах.

8. Использование базы данных для долговременного хранения результатов работы приложения.

9. Система должна обеспечить возможность исторического хранения данных.

10. Наличие трех серверов для трех баз данных.

11. Время авторизации пользователя — не более 5 секунд.

12. Расширяемость информационной системы в связи с появлением новых требований.

13. Интерфейс системы должен быть интуитивно понятен пользователям.

Реализация информационной системы

Так как проектируемая система является Web-приложением, то было выбрано решение использовать архитектуру Web-систем, CGI/API. Данную архитектуру можно увидеть на рис. 9. Как видно из Рисунка 9 архитектура делится на три слоя, это слой представления, бизнес логика

и слой доступа к данным. Слой доступа к данным полностью относится к серверу СУБД, также на данном сервере находятся хранимые процедуры. Web-сервер содержит в себе CGI и API приложения, на стороне клиента находится слой представления в виде html-браузера.

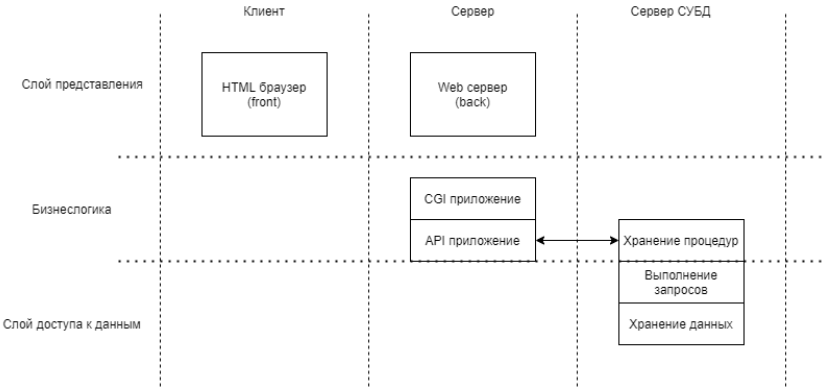


Рис. 9 — Архитектура информационной системы

Предполагаемое программное обеспечение для разработки ИС:

1.СУБД Postgresql.
2. Java Script.
3. HTML5
4. CSS3
5. Python.

В качестве почтового клиента в банке используется Outlook от Microsoft, который входит в пакет MicrosoftOffice. Для рабочих чатов, встреч используется еще один продукт от Microsoft — Teams. JavaScript, HTML5, CSS3 будет использоваться для frontend.

Python необходим для составления аналитических дашбордов и реализации парсинга анкет соискателей, разработки backend приложения.

Программы на Python гибкие, легко масштабируются, а для их создания не требуется содержать большую команду разработчиков. У языка простой и понятный синтаксис и мощное сообщество, которое его развивает и популяризирует.

Таблица 1 – Общее описание проекта

Наименование проекта	**Разработка системы управления клиентскими данными**
Описание сути и результата проекта	Парсинг анкет кандидатов по заданным параметрам компетенций, навыков. Создание аналитических дашбордов по статистическим данным по рынку вакансий и анкет по заданному запросу компетенций
Описание функциональных возможностей	Создание инструмента для отбора анкет соискателей с возможностью изменения входного запроса компетенций и автоматического переотбора кандидатов Создание аналитических дашбордов, отчетов и экранных форм
Средства разработки	DBeaver. Postresql. Git + Git Desktop. PyCharm + WebStorm.
Дата внедрения	2023 год
Участники проекта	Менеджер проекта, продуктовый менеджер, два разработчика back-end, разработчик front-end, ручной тестировщик, автоматизированный тестировщик, тест менеджер, бизнес аналитик, системный аналитик, UI/UX дизайнер.

Выводы

Внедрение цифровых технологий — это современный и принципиально новый подход к процессам управления человеческими ресурсами любой компании. Реинжиниринг бизнес-процессов Отдела кадров позволит сократить влияние человеческого фактора при работе с соискателями, автоматизация процессов с использованием информационной системы позволит уменьшить время, занимаемое на отбор и подбор персонала.

Внедряемая система позволит автоматически агрегировать статистические данные, получаемые из внешнего рынка и строить на основании их аналитические дашборды. Подобные экранные формы

помогут специалисту отдела кадров в подготовке отчетности о работе отдела, подготовке финального предложения о работе, анализе всех кандидатов и т.д.

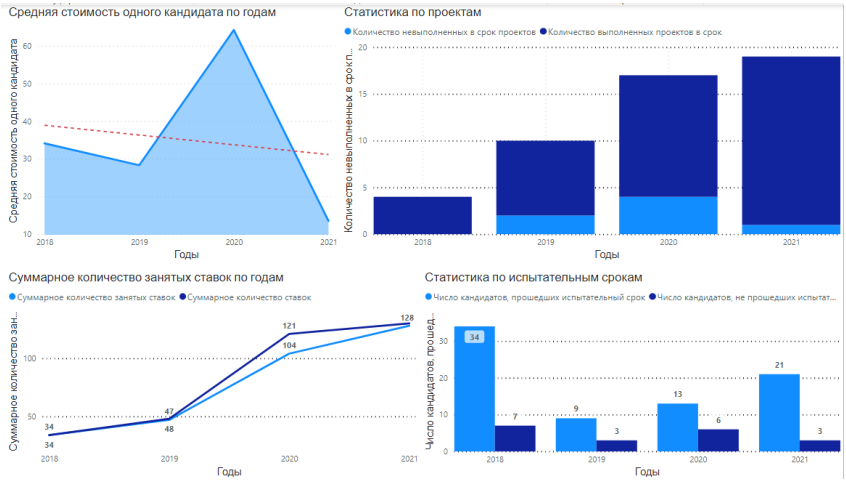


Рис. 10 – Пример аналитического дашборда

Список литературы

1. Базовкина Е. А. Основы финансового менеджмента: Учебное пособие // Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина. 2020. С. 34-52.

2. Мандыч И.А. Процессный подход к управлению// МИРЭА - Российский технологический университет. 2022. С. 24-48.

3. Мансуров Р.Е. HRбрендин. Как повысить эффективность персонала // БХВ-Петербург Спб. 2011. С. 121 – 138.

4. HH.ru. [Электронный ресурс]/ HeadHunterю. Режим доступа: https://hh.ru/, свободный. Дата обращения (15.05.2023).

5. ГОСТ 34. Разработка автоматизированной системы управления.

6. Studref. [Электронный ресурс]/ Методология OracleCustomDevelopmentMethod (CDM) Режим доступа: https://clck.ru/34NBzR Дата обращения (03.05.2023).

7. О.А. Цуканова. Методология и инструментарий моделирования бизнес-процессов. Учебное пособие // Университет ИТМО. 2015. С. 12 – 61.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ И МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» ТК-МТК-22

(справочная информация)

Национальный (ТК22) и межгосударственный (МТК22) технический комитет по стандартизации "Информационные технологии" создан на основании Приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации №3702 от 19 октября 2009 г. На ТК22 возложены функции постоянно действующего национального рабочего органа Объединенного технического комитета №1 (СТК1) Международной организации по стандартизации и Международной электротехнической комиссии (ИСО/МЭК). Членами ТК-МТК-22 могут быть отечественные и зарубежные организации и предприятия, имеющие отношение к созданию, производству, поставке, эксплуатации и оценке соответствия информационных технологий и принимающими активное участие в его деятельности.

Основной целью ТК-МТК-22 является развитие стандартизации в области информационных технологий, обеспечение своевременной и на высоком научно-техническом уровне разработки национальных стандартов.

Для достижения указанной цели ТК-МТК-22:

- организовывает разработку, рассмотрение и согласование национальных, межгосударственных и международных стандартов, пересмотр, подготовку изменений, а также подготовку предложений по отмене стандартов. Подготавливает мотивированные предложения об утверждении или отклонении проектов национальных стандартов;
- проводит подготовку предложений по применению международных (межгосударственных) стандартов и гармонизации национальных стандартов Российской Федерации с национальными

стандартами зарубежных стран;

- подготавливает предложения по разработке программ национальной стандартизации (ПНС), планов и других программ в этой области;
- участвует в работе соответствующих ПК ИСО/МЭК и его рабочих групп, а также структурах других международных организаций в области стандартизации;
- разрабатывает проекты (участвует в разработке) международных (межгосударственных) стандартов, осуществляет подготовку предложений для включения в планы работ соответствующего ПК СТК 1 ИСО/МЭК;
- подготавливает заключения по документам ИСО/МЭК СТК 1 по закрепленным объектам стандартизации (соответствующего ПК ИСО/МЭК СТК1) и предложения по позиции Российской Федерации при голосовании по рассматриваемым документам;
- принимает решения об участии в заседаниях, соответствующих ПК ИСО/МЭК СТК 1 и его рабочих групп, формирует состав делегаций;
- организовывает экспертизу стандартов организаций по представлению разработчиков и готовит по ним заключения;
- организовывает экспертизу переводов международных стандартов и готовит по ним заключения;
- подготавливает и представляет в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии мотивированные предложения об утверждении или отклонении проектов национальных и межгосударственных стандартов в области информационных технологий;
- подготавливает заключения о целесообразности регистрации зарубежных и международных стандартов;
- организовывает пересмотр, подготовку изменений и предложений по отмене Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии устаревших национальных и межгосударственных стандартов;
- осуществляет в установленном порядке сотрудничество с техническими комитетами по стандартизации в смежных областях деятельности.

Участие в работе ТК-МТК-22 позволит Организациям не только обладать информацией о разрабатываемых международных стандартах в области ИТ с самых начальных стадий создания, но и активно участвовать в их отработке, а также продвигать свои стандарты на международный уровень.

Структура ТК-МТК-22 зеркально отображает структуру СТК1 ИСО/МЭК (JTC1 ISO/IEC):
Подкомитеты и рабочие группы СТК1 ИСО/МЭК (JTC1 ISO/IEC)
Рабочие группы при JTC1
1. SWGA – Рабочая группа по доступности.
2.WG7 – Рабочая группа по сенсорным сетям.

Подкомитет SC	Рабочая группа WG	Название
SC2	Кодированный набор символов	
SC6	Телекоммуникации и обмен информацией между системами	
	WG1	Физический уровень и уровень управления передачей данных
	WG7	Сетевые и транспортные уровни
	WG8	Каталог
	WG9	ASN.1 и регистрация
SC7	**Системная и программная инженерия**	
	WG2	Документация системного программного обеспечения
	WG4	Инструментальные средства и среда
	WG6	Оценка и исходные параметры
	WG7	Управление жизненным циклом
	WG10	Оценка процесса
	WG19	Открытая распределенная обработка данных и языки моделирования
	WG20	Программное обеспечение совокупности знаний
	WG21	Управление оценкой программного обеспечения
	WG23	Менеджмент качества системы
	WG24	Профиль SLC и руководство по VCE

	WG25	Менеджмент службы ИТ
	WG42	Архитектура
SC17	**Идентификационные карты и устройства идентификации личности**	
	WG 1	Физические характеристики и методы испытаний идентификационных карт
	WG 3	Идентификационные карты – машиночитаемые проездные документы
	WG 4	Карты на интегральных схемах с контактами
	WG 5	Группа управления регистрацией (RMG)
	WG 8	Карты на интегральных схемах без контактов
	WG 9	Карты и устройства с оптической памятью
	WG 10	Автомобильные водительские лицензии и соответствующие документы
	WG 11	Применение биометрии к картам и устройствам персональной идентификации
SC22	**Языки программирования, их окружение и системы программных интерфейсов**	
	WG 3	APL
	WG 4	COBOL
	WG 5	Fortran
	WG 9	Ada
	WG 11	Технология связывания
	WG 4	C
	WG 15	POSIX
	WG 16	Lisp
	WG 17	Prolog

	WG 19	Формальные языки спецификаций
	WG 20	Интернационализация
	WG 21	C++
	WG 23	Языки программирования уязвимости
SC23	**Цифровые носители для обмена и хранения информации**	
	WG 6	Картриджи
	WG 7	Совместная между ISO/IEC JTC1/SC23 b ISO/SC42
SC24	**Компьютерная графика, обработка изображений и представление данных об окружающей среде**	
	WG 6	Представление и обмен мультимедийной информацией
	WG 7	Обработка изображений и обмен изображениями
	WG 8	Представление окружающей среды
SC25	**Взаимосвязь оборудования для информационных технологий**	
	WG1	Домашние электронные системы
	WG3	Прокладка кабелей в помещениях потребителя
	WG4	Взаимосвязь компьютерных систем и прикладного оборудования
SC27	**Безопасность информационных технологий**	
	WG1	Системы управления информационной безопасностью
	WG2	Криптография и механизмы защиты
	WG3	Критерии оценки безопасности
	WG4	Средства управления и служба безопасности

	WG5	Управление идентичностью и технология обеспечения конфиденциальности
SC28	**Оборудование офисов**	
	WG1	Консультативная группа
	WG2	Сменные компоненты пользователя
	WG3	Рабочая группа по продуктивности
	WG4	Эффективность качества изображений
	WG5	Цветовые решения
SC29	**Кодированное представление видео/аудио информации, мультимедийной и гипермедийной информации**	
	WG1	Кодирование неподвижных изображений
	WG11	Кодирование движущихся изображений и звука
SC31	**Автоматическая идентификация и методы сбора данных**	
	WG1	Носитель данных
	WG2	Структура данных
	WG4	Радиочастотная идентификация для пункта управления
	WG5	Системы установки реального времени
	WG6	Мобильный пункт идентификации и управления
	WG7	Безопасность пункта управления
SC32	**Менеджмент данных и обмен данными**	
	WG1	Электронный бизнес
	WG2	Метаданные
	WG3	Язык баз данных
	WG4	Мультимедиа и пакеты прикладных программ

SC34	**Описание документа и языки обработки**	
	WG1	Описание информации
	WG2	Представление информации
	WG3	Ассоциация информации
SC35	**Пользовательские интерфейсы**	
	WG1	Коммутационные панели и входные интерфейсы
	WG2	Взаимодействие пользовательских интерфейсов
	WG3	Графические символы
	WG4	Пользовательские интерфейсы для мобильных систем
	WG5	Культурные, лингвистические и пользовательские требования
	WG6	Пользовательские интерфейсы для пожилых людей и людей с ослабленными возможностями
	WG7	Объект, действия и атрибуты пользовательского интерфейса
	WG8	Пользовательские интерфейсы для удаленного взаимодействия
SC36	**Информационно-коммуникационные технологии в образовании**	
	WG1	Словарь
	WG2	Совместные технологии
	WG3	Информация для обучающегося Управление и представление знаний, профессиональная подготовка
	WG4	Управление и представление знаний, профессиональная подготовка
	WG5	Описание качества

	WG6	Международные стандартизированные профили
	WG7	Культура, язык и деятельность человека
SC37	**Биометрия**	
	WG1	Гармонизированный биометрический словарь
	WG2	Биометрические технические интерфейсы
	WG3	Форматы обмена биометрическими данными
	WG4	Биометрическая функциональная архитектура и связанные с ней профили
	WG5	Биометрические испытания и составление отчетов о них
	WG6	Попадающие под юрисдикцию и социальные аспекты биометрии ПРГ. Доступность (СРГ-А)
SC38	**Платформы и сервисы для распределенных приложений**	
SC39	**Экологическая устойчивость**	
SC40	**Управление информационными технологиями и услугами ИТ**	
SC41	**Информационные технологии для интернета вещей**	
	WG1	Архитектура Интернета вещей
	WG2	Интероперабельность Интернета вещей
	WG3	Интернет вещей. Приложения
SC42	**Искусственный интеллект**	
	WG1	Основополагающие стандарты
	WG2	Базы банных

	WG3	Надежность
	WG4	Область применения и приложения

НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПК ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ (ТК-22) «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Наименование ТК/ПК	Организация, на базе которой создается технический комитет, подкомитет
ПК 201 «Терминология в ИТ»	Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН)
ПК 203 «Информационные технологии в государственном управлении»	Общество с ограниченной ответственностью «ПРАЙМ ГРУП»
ПК204 «Компетенции ИКТ»	Автономная некоммерческая организация в области стандартизации, сертификации и оценки соответствия в области ИТ «Группа ИТ-стандарт»
ПК206 «Интероперабельность»	Российская Академия Наук Институт радиотехники и Электроники. Центр открытых систем

Сборник трудов
XII Международной научной конференции
«ИТ – СТАНДАРТ 2023»

Стандарты информационных технологий –
важнейший фактор развития современного общества

Подписано в печать 02.06.2023. Бум. офсетная. Формат 62 x 94 1/16
Гарнитура «Times New Roman». Печ. л. 24,625
Тираж 150 экз. Заказ № 427

Отпечатано в типографии ООО «Технология ЦД»