



РОССИЙСКИЙ
ИНСТИТУТ
СТАНДАРТИЗАЦИИ

Информационно- экономические аспекты стандартизации и технического регулирования

04/2021

Управление качеством
в организациях
авиационной отрасли
в эпоху Индустрии 4.0

Стандарты в парадигме
устойчивого развития: потенциал
предотвращения и ликвидации
чрезвычайных ситуаций

Объект цифровизации
и его концептуальное
моделирование
в киберфизических системах



ieastr.ru

ИНФОРМАЦИОННО- ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

4/2021 (62)

УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «РСТ»)
Российская Федерация, 117418,
г. Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, корп. 2

Свидетельство о регистрации СМИ
Эл. № ФС 77-44978
Выдано Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций 11.05.2011

Журнал является самостоятельным сетевым
периодическим текстовым научным
электронным изданием,
распространяется исключительно
с использованием информационно-
телекоммуникационных сетей

РЕДАКЦИЯ

Руководитель К.В. Костылева
Редакторы Л.В. Гаврилова, С.П. Арянина
О.В. Сергеева

АДРЕС РЕДАКЦИИ

Российская Федерация,
117418, Москва,
Нахимовский пр-т, д. 31, корп. 2
+7 (495) 531-26-03
ieastr@gostinfo.ru



РОССИЙСКИЙ
ИНСТИТУТ
СТАНДАРТИЗАЦИИ

Журнал «Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования» основан в 2011 году.

Издается Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «РСТ»).

Журнал осуществляет публикацию статей по теоретическим, техническим, информационным, методическим, организационным, экономическим и другим проблемам технического регулирования и стандартизации.

Журнал входит в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

Перепечатка материалов допускается только с письменного согласия редакции.

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

Подписано в печать 19.11.2021.
Дата выхода в свет электронной версии 19.11.2021.

Формат 60 × 90 1/8.
Усл. печ. л. 10.

© ФГБУ «РСТ», 2021



СВЕДЕНИЯ О РЕЦЕНЗИРУЕМОМ НАУЧНОМ ИЗДАНИИ

ДАТА СОЗДАНИЯ 11.05.2011

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛЮЧЕНИИ
ИЗДАНИЯ В СИСТЕМУ РОССИЙСКОГО
ИНДЕКСА НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ
26.08.2014 №503-08/2014

АДРЕС ОФИЦИАЛЬНОГО САЙТА
В СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" <http://iea.gostinfo.ru/>

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТНЫЙ
НОМЕР СЕРИАЛЬНОГО ИЗДАНИЯ
(ISSN) 2311-1348

ТЕМАТИКА СТАТЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ
ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ
РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ на соискание ученых
степеней доктора и кандидата наук,
должна соответствовать следующим
специальностям научных работников
(согласно номенклатуре, утвержденной
приказом Минобрнауки России от
23.10.2017 № 1027):

– 08.00.05 Экономика и управление
народным хозяйством (управление
инновациями, стандартизация и
управление качеством продукции)
(экономические науки);

– 05.25.05 Информационные системы и
процессы (технические науки).

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

ЛОМАКИН М.И., главный редактор,
д-р экон. наук, д-р техн. наук, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ),

БУРЫЙ А.С.
д-р техн. наук, ФГБУ «РСТ», директор департамента

МИСТРОВ Л.Е.
д-р техн. наук, доц., ФГБОУ ВПО «Российский государственный
университет правосудия»

СУХОВ А.В.
д-р техн. наук, проф., ФГБУ «РСТ», гл. спец. сектора

ХАЧАТУРЯН А.А.
д-р экон. наук, проф., ФГКВООУ ВПО «Военный университет» Минобороны
России, проф. каф.

НОВИКОВ О.П.
д-р техн. наук, проф., АО «ФЦНИВТ «СНПО «ЭЛЕРОН»,
ст. науч. сотр.

СТРЕХА А.А.
канд. экон. наук, ФГБУ «РСТ», директор департамента

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ЛОМАКИН М.И.,
д-р экон. наук, д-р техн. наук, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

БУРЫЙ А.С.
д-р техн. наук, ФГБУ «РСТ», директор департамента

МИСТРОВ Л.Е.
д-р техн. наук, доц., ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет
правосудия»

СУХОВ А.В.
д-р техн. наук, проф., ФГБУ «РСТ», гл. спец. сектора

ХАЧАТУРЯН А.А.
д-р экон. наук, проф., ФГКВООУ ВПО «Военный университет» Минобороны России,
проф. каф.

НОВИКОВ О.П.
д-р техн. наук, проф., АО «ФЦНИВТ «СНПО «Элерон»,
ст. науч. сотр.

СТРЕХА А.А.
канд. экон. наук, ФГБУ «РСТ», директор департамента

ГЕРАСИМОВ Б.И.
д-р экон. наук, д-р техн. наук, проф., ФГБУ «РСТ», ст. науч. сотр.

ЖУРАВЛЕВА Т.Б.
д-р экон. наук, проф., ФГУП «НИЦИ ПРИ МИД РФ», уч. секр.

ЛЫСЕНКО И.В.
д-р техн. наук, ФГБУ «РСТ», гл. спец. сектора

БЕТАНОВ В.В.
д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВПО «МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА», проф. каф.

ДОКУКИН А.В.
д-р экон. наук, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Содержание

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ОРГАНИЗАЦИЯХ АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ В ЭПОХУ ИНДУСТРИИ 4.0
Хакимуллина А.Р., Козлова А.Т. 4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАНДАРТОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ
Мезина Т.В., Гусева М.Н., Зозуля А.В., Зозуля П.В. 9

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

СТАНДАРТЫ В ПАРАДИГМЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: ПОТЕНЦИАЛ
В ПРЕДОТВРАЩЕНИИ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
Ломакин М.И., Докукин А.В. 18

МИНИМИЗАЦИЯ УЩЕРБА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
Ломакин М.И., Докукин А.В., Мошков В.Б., Олтян И.Ю., Ким С.М. 21

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ КООПЕРАЦИИ
Бондарская О.В. 26

ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФИНАНСОВОГО МЕХАНИЗМА И ЕГО РОЛЬ В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ
ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВА
Гурович А.М. 31

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ ЗЕНИТНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ РАКЕТ
БОЛЬШОЙ ДАЛЬНОСТИ
Попков Д.В. 35

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В КОРПОРАТИВНЫХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ
Бачурин А.И., Мельников А.В., Распопов А.А., Шкубулиани Д.Т. 39

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ УСТОЙЧИВЫХ ПОСЕЛЕНИЙ
Евгеньев Р.А. 45

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИНТЕЗА АРХИТЕКТУРЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ ПОДГОТОВКИ
СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ОБЪЕКТОВ
Мистров Л.Е., Поляков О.В. 52

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
ПО ОПТОВОЙ ЗАКУПКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
Староверов Б.А. 65

ОБЪЕКТ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ЕГО КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
Шведенко В.Н., Щекочихин О.В. 71

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ОРГАНИЗАЦИЯХ АВИАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ В ЭПОХУ ИНДУСТРИИ 4.0

Хакимуллина А.Р., магистр кафедры электронного приборостроения и менеджмента качества ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Козлова А.Т., канд. экон. наук, доцент кафедры электронного приборостроения и менеджмента качества ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

В статье рассматриваются особенности внедрения цифрового производства на промышленных предприятиях, в том числе в организациях авиационной отрасли. В эпоху четвертой промышленной революции один из основных инструментов повышения конкурентоспособности – переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами. Ключевой задачей предприятий авиационной отрасли является обеспечение качества выпускаемой продукции, поэтому в условиях перехода к Индустрии 4.0 актуален вопрос развития систем менеджмента качества. Автор анализирует особенности концепции Качества 4.0, рассматривает составляющие умного производства, такие как автоматизация производственных процессов, использование робототехники, инструменты бережливого производства.

Ключевые слова: цифровизация производства, Индустрия 4.0, Качество 4.0, управление качеством, робототехника, конкурентоспособность.

Производственный процесс промышленных предприятий, в том числе организаций авиационной отрасли, не стоит на месте, настало время цифровизации производства [1]. Данное явление оказывает все большее влияние на обеспечение конкурентоспособности и устойчивое развитие предприятий. Управление качеством выпускаемой продукции в условиях цифровизации, обеспечение устойчивого развития на различных уровнях управления – актуальные направления совершенствования деятельности. Система менеджмента качества (СМК) должна подстраиваться под изменения, ее инструменты должны помогать и улучшать процесс внедрения цифровых технологий в производственный процесс [2].

В различных отраслях промышленности актуальны понятия умного цеха или умного производства. Умное производство, относящееся к Индустрии 4.0 (рис. 1), подразумевает оптимизацию деятельности за счет инноваций, использования сетевых информационных технологий и систем на всех этапах производства и поставки продукции. Концепция Индустрии 4.0 не ограничивается производством, она распространяется на полную цепочку, включая взаимодействие с поставщиками и все бизнес-процессы организации.

В рамках четвертой промышленной революции в результате соединения материального мира с виртуальным появляются новые киберфизические комплексы, образующие цифровую экосистему [3]. В табл. 1 кратко описана эволюция концепций от первой до четвертой промышленной революции.

Первая промышленная революция (конец XVIII – начало XIX в.) обусловлена переходом от аграрной экономики к промышленному производству за счет изобретения паровой энергии, механических устройств, развития металлургии. Вторая промышленная революция (вторая половина XIX в. – начало XX в.) стала возможной в результате изобретения электрической энергии, производственной линии и введения принципа разделения труда. Третья промышленная революция (с 1969 г.) связана с применением в производстве электронных и информационных систем для автоматизации производственных процессов. Четвертая промышленная революция (термин введен в 2011 г. в рамках немецкой инициативы «Индустрия 4.0») предусматривает переход на полностью автоматизированное цифровое производство, управляемое интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой [4].

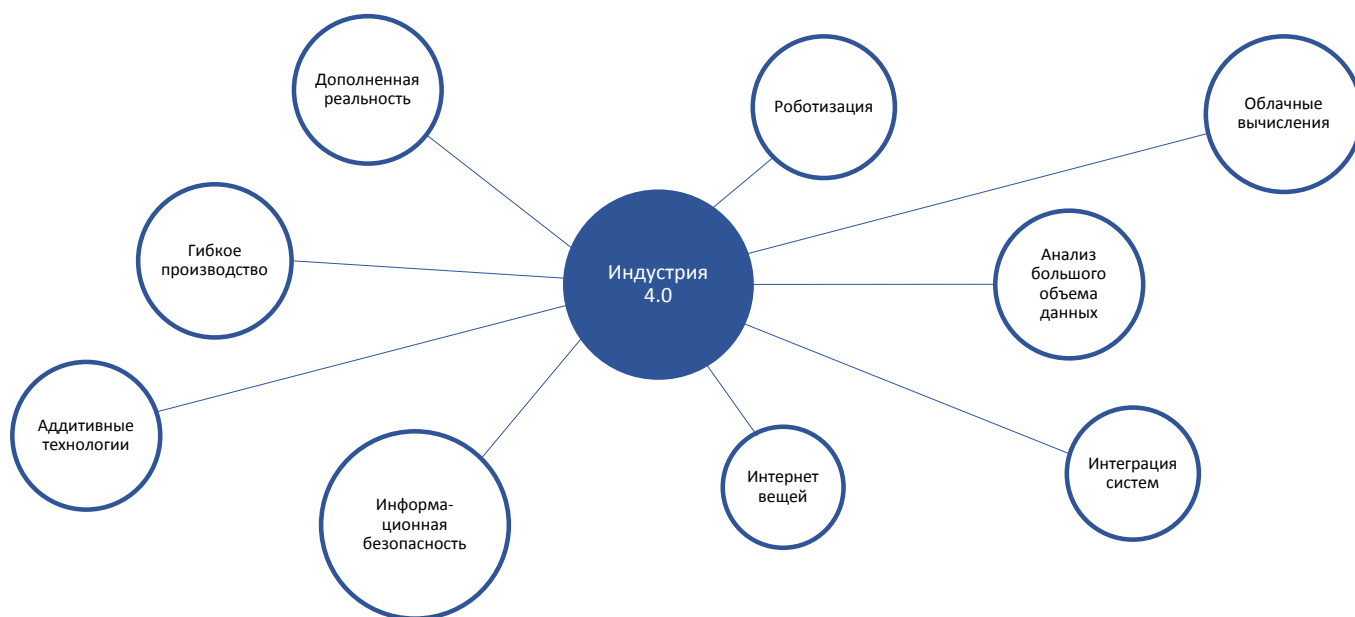


Рис. 1. Основные понятия Индустрии 4.0

Переход на цифровые технологии в производстве, использование элементов искусственного интеллекта в производственном процессе – актуальные инструменты повышения производительности труда. Однако предприятиям сложно быстро перестроить свои внутренние процессы и мгновенно перейти к цифровым технологиям. Необходимо учитывать, что процедура цифровизации производства должна быть постепенной, возможно изменить структуру производства с тем же оборудованием, процессами и рабочими.

При рассмотрении такого понятия, как «Индустрия 4.0», подразумевается, что работа начинается со сбора данных, их анализа в реальном времени, затем обеспечиваются повседневный контроль и при необходимости своевременная корректировка показателей. Традиционная для любого бизнеса цель – производить больше за меньшие деньги. Существующие на российских производствах цифровые решения, как правило, связаны с выявлением,

но не решением проблемы. Тогда как для успешной конкуренции организациям необходимо обеспечить цифровизацию на всех стадиях производственного процесса и жизненного цикла продукта – для повышения общей производительности.

С развитием цифровизации в бизнесе конкуренция в привычной ее форме перестанет быть основой стратегии развития, главная задача – координация процессов, создание динамичной системы управления [5]. Управление производственными цепочками способствует снижению затрат благодаря поставкам нужных материалов в нужное место и в нужное время, а также правильному применению ресурсов организации [6]. В результате оптимизации процессов управления производственными цепочками руководство лучше понимает ценность более высокого уровня их интеграции и роль такой интеграции в обеспечении устойчивой конкурентоспособности.

Таблица 1

Развитие концепций от Индустрии 1.0 к Индустрии 4.0

ИНДУСТРИЯ 1.0 (1784 г.)	ИНДУСТРИЯ 2.0 (1870 г.)	ИНДУСТРИЯ 3.0 (1969 г.)	ИНДУСТРИЯ 4.0 (настоящее время)
Первый механический ткацкий станок. Внедрение механического производства с использованием энергии воды и пара	Первая производственная линия. Массовое производство с применением электроэнергии	Первый программируемый микроконтроллер. Использование электроники и информационных технологий для автоматизации	Умное производство. Киберфизические системы, связывающие реальные объекты с виртуальными объектами обработки данных и процессами посредством информационных сетей

Умное производство включает в себя несколько составляющих:

1. Автоматизация производства (автоматизация производственных процессов).

Важно начинать с малого, например, в качестве пилотного проекта оптимизировать работу одного цеха или производственного участка. Затем увеличивать масштабы, чтобы охватить весь производственный цикл (начиная от поставки сырья, материалов, покупных комплектующих изделий и заканчивая передачей готового изделия заказчику).

Преимущества автоматизации для предприятий:

- снижение трудоемкости труда и экономия рабочей силы;
- повышение безопасности труда;
- высокая конкурентоспособность предприятия;
- обеспечение эффективности и качества всего производственного процесса изготовления продукции;
- прослеживаемость стадий изготовления продукции на любом производственном этапе;
- эффективное использование производственных площадей.

2. Использование предприятиями робототехники в производстве. Для такого подхода характерен ряд преимуществ и недостатков.

Преимущества робототехники в производстве:

- сокращение времени производственного цикла и обеспечение качества продукции.
- повышение производительности;
- повышение безопасности труда (использование роботов снижает риск травмирования рабочих);
- получение информации о процессах и состоянии оборудования в режиме реального времени.

Недостатки робототехники в производстве:

- большие первоначальные инвестиции для внедрения автоматизированных производственных систем;
- нехватка высококвалифицированных специалистов с опытом работы в робототехнике, эксплуатации сложных систем со специфическими потребностями в обслуживании и программировании. Поэтому необходимо постоянно обучать персонал новым технологиям [7].

3. Бережливое производство. При создании умного производства важно использовать соответствующие методы и инструменты. Преимущества такого подхода:

- эффективность использования ресурсов;
- качество выпускаемой продукции;
- управление сложными производственными процессами;
- создание условий для безопасной рабочей среды;
- большой потенциал для автоматизации производственных процессов (когда организация сосредоточена на оптимизации и сокращении всевозможных потерь,

она стремится найти способы автоматизации на своих производственных площадках) [8].

Все вышеперечисленные процедуры сопровождаются переводом в электронную форму технологической и конструкторской документации, а также созданием цифровой модели производства. Внедрение процессов разработки и согласования в цифровом виде данных технологических процессов и конструкторской документации позволит обеспечить эффективность управления производством и предприятием. Разработка математических моделей (цифровых двойников реального производства) и перспективных схем технологических и производственных цепочек даст возможность анализировать их эффективность, обнаруживать узкие места и обосновывать необходимость инвестиций.

Цифровизация производства позволяет удовлетворять спрос без задержек, производит товар вовремя и в полном соответствии с контрактными требованиями. В автоматизированном режиме можно контролировать планирование запасов, запуск заказов на уровне производства и поставщиков с необходимыми сроками исполнения. Определение загруженности каждого участка в конкретный период времени обеспечит точное выполнение заказов и планирование потребности в мощностях.

Основная задача предприятий авиационной отрасли – обеспечение качества выпускаемой продукции. Требования авиационной отрасли для создания и поддержки системы менеджмента качества, определенные AS/EN/JISQ 9100, включают в себя положения ISO 9001 в полном объеме, а также дополнительные требования для авиационной, космической и оборонной промышленности. Система менеджмента качества в такой отрасли должна гарантировать, что предприятие способно стабильно предоставлять продукцию, удовлетворяющую запросы заказчиков и потребителей, а также соответствующую требованиям действующих законодательных, нормативных и правовых документов. Также система менеджмента качества позволяет создать возможности для повышения удовлетворенности потребителей, направлять усилия на снижение рисков, связанных со средой и целями организации [9]. Поэтому актуален вопрос развития систем менеджмента качества в целом и управления качеством в условиях перехода к Индустрии 4.0.

Понятие Качества 4.0 в эпоху четвертой промышленной революции отражает тотальную цифровизацию всех составляющих СМК организации (организационной структуры управления, процессов и документированных процедур, ресурсного обеспечения). При этом решаются вопросы внедрения технологий Индустрии 4.0 в систему

менеджмента качества организаций и перехода на новый уровень качества управления и деятельности организации на основе внедрения технологий [10].

Особенности концепции Качества 4.0:

– широкая поддержка информационных технологий – важнейшее условие реализации принципов Качества 4.0 на практике;

– взаимодействие между машинами (оборудованием), людьми, организационными подразделениями и заинтересованными сторонами рассматривается как инструмент повышения качества и эффективности инноваций;

– Качество 4.0 эффективно сочетает в себе новые технологии (облачные вычисления, большие данные, искусственный интеллект, Интернет вещей и т. д.) и проверенные методы, инструменты управления качеством;

– философия и принципы Total Quality Management (всеобщего управления качеством) – неотъемлемая часть Качества 4.0;

– переход от традиционного управления качеством к концепции Качества 4.0 требует значительных финансовых ресурсов, знаний и времени.

Качество 4.0 не заменяет традиционные методы обеспечения качества, а, скорее, развивает и улучшает их.

Таким образом, при изменении производственных процессов, в частности, при внедрении цифровых технологий в производство, система менеджмента качества не должна быть обособленной системой в организации. Ее инструменты должны способствовать постоянному совершенствованию и обеспечивать благоприятную среду для подобных цифровых изменений.

Список использованных источников и литературы

1. Юдина Т.Н. Цифровизация как тенденция современного развития экономики российской федерации: PRO Y CONTRA // Государственное и муниципальное управление. 2017. № 3. С. 139–143.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Требования [Текст]. Введ. 2015-11-01. М.: Стандартинформ, 2015. 32с.
3. Салимова Т.А., Ватолкина Н.Ш. Менеджмент качества в условиях перехода к Индустрии 4.0 // Стандарты и качество. 2018. № 6. С. 58–62.
4. Цхададзе Н.В. Трансформация промышленности в условиях перехода к «Индустрии 4.0» // Вестник Московского университета МВД России. 2020. №7. С. 288–291.
5. Минг Зенг. Умный бизнес: что успех компании Alibaba приоткрывает о будущем стратегии // Московская школа менеджмента «Сколково». 2018. URL: <http://trends.skolkovo.ru/2018/09/> (дата обращения: 10.04.2021).
6. Авдеева И.Л., Цысов А.С. Современный анализ и перспективы развития цифровых технологий в промышленных экономических системах // Естественно-гуманитарные исследования. 2020. № 2 (28). С. 24–30.
7. Zaidin, N. H. M., Diah, M. N. M., Po, H. Y. & Sorooshian, S. (2018). Quality Management in Industry 4.0 Era. Journal of Management and Science 8(2), PP.82–91.
8. Павлова А.С. Трохов Е.С., Добрынина В.К. Бережливое производство в системе корпоративного управления на российских предприятиях // Научный журнал НИУ ИТМО. 2018. № 3. С. 90–105.
9. ГОСТ Р 58876-2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонной отраслей промышленности. Требования [Текст]. Введ.2020-09-01. М. Стандартинформ, 2020. 47с.
10. Салимова Т.А., Ватолкина Н. Ш., Маколов В.И. Векторы развития СМК при переходе к Индустрии 4.0 // Стандарты и качество. 2018. № 8.С. 44–48.

QUALITY MANAGEMENT IN ORGANIZATIONS OF THE AVIATION INDUSTRY IN THE ERA OF INDUSTRY 4.0

Khakimullina A.R., Master of the Department of Electronic Instrumentation and Quality Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI»

Kozlova A.T., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Electronic Instrumentation and Quality Management, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev–KAI»

The article discusses the features of the introduction of digital production at industrial enterprises, including organizations in the aviation industry. In the era of the Fourth Industrial Revolution, one of the main tools for increasing competitiveness is the transition to fully automated digital production controlled by intelligent systems. The key task of aviation industry enterprises is to ensure the quality of products, therefore, in the context of the transition to Industry 4.0, the issue of the development of quality management systems is relevant. The author analyzes the features of the Quality 4.0 concept, considers the components of smart production, such as automation of production processes, the use of robotics, lean manufacturing tools.

Keywords: digitalization of production, Industry 4.0, Quality 4.0, quality management, robotics, competitiveness.

List of used sources and literature

1. Yudina T.N. Digitalization as a trend in the modern development of the economy of the Russian Federation: PRO Y CONTRA / T.N. Yudina. Gosudarstvennoye i munitsipal'noye upravleniye [State and Municipal Administration]. 2017. No. 3. PP. 139–143.
2. GOST R ISO 9001-2015. National standard of the Russian Federation. Quality management systems. Requirements [Text]. Introduction. 2015-11-01. M.: Standartinform, 2015, 32p.
3. Salimova T.A., Vatolkina N.Sh. Quality management in the transition to industry 4.0. Standarty i kachestvo [Standards and quality]. 2018. No. 6. PP. 58–62.
4. Tskhadadze N.V. Industry transformation in the context of the transition to Industry 4.0. Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii [Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia]. 2020. No. 7. PP. 288–291.
5. Ming Zeng. Smart business: what the success of Alibaba reveals about the future of strategy. Moskovskaya shkola menedzhmenta Skolkovo [Moscow School of Management Skolkovo]. 2018. URL: <http://trends.skolkovo.ru/2018/09/> (date of access: 10.04.2021).
6. Avdeeva I.L., Tsysov A.S. Modern analysis and prospects for the development of digital technologies in industrial economic systems // Yestestvenno-gumanitarnyye issledovaniya [Natural and humanitarian studies]. 2020. No. 2 (28). PP. 24–30.
7. Zaidin, N. H. M., Diah, M. N. M., Po, H. Y. & Sorooshian, S. (2018). Quality Management in Industry 4.0 Era. Journal of Management and Science 8(2). PP. 82–91.
8. Pavlova A.S., Trokhov E.S., Dobrynina V.K. Lean production in the corporate governance system at Russian enterprises. Nauchnyy zhurnal NIU ITMO [Scientific journal NRU ITMO]. 2018. No. 3. PP. 90–105.
9. GOST R 58876-2020. National standard of the Russian Federation. Quality management systems for organizations in the aviation, space and defense industries. Requirements [Text]. Enter. 2020-09-01. M.: Standartinform, 2020. 47p.
10. Salimova T.A., Vatolkina N. Sh., Makolov V.I. QMS development vectors during the transition to Industry 4.0 // Standarty i kachestvo [Standards and quality]. 2018. No. 8. PP. 44–48.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАНДАРТОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Мезина Т.В., канд. экон. наук, доцент кафедры управления проектом, Государственный университет управления

Гусева М.Н., доктор экон. наук, профессор кафедры управления проектом, Государственный университет управления

Зозуля А.В., канд. экон. наук, доцент кафедры управления проектом, Государственный университет управления

Зозуля П.В. канд. экон. наук, доцент кафедры управления проектом, Государственный университет управления

В статье анализируется тенденция смещения в сторону более сложных и турбулентных условий цифровой экономики, что бросает вызов практике работы и управлению проектами, программами и портфелями. Показано, как новые возможности могут повлиять на экономику, бизнес-среду и людей в контексте управления организационными проектами. Три основных раздела статьи посвящены проблемам, возможностям и выводам. Глобальная экономика, организационный контекст и проблемы людей рассматриваются на основании совокупности авторитетных исследований и опросов, а также опыта консультирования по всему миру в различных культурных средах.

Ключевые слова: цифровая экономика, управление проектами, международный стандарт (IPMA), цифровизация, стратегия, миссия.

Глобальная экономика является контекстом. На основании таких исследований, как PMI (Project Management Institute) «Пульс профессии» и других крупных недавних научных работ можно сделать выводы относительно будущего управления организационными проектами.

Организационный контекст предусматривает управление организационными проектами и интеграцию управления портфелем, программами и проектами со стратегией и обычным бизнесом, чтобы организации могли адаптироваться к сложной и меняющейся окружающей среде. Цифровизация создает как проблемы, так и возможности для людей, которые работают в открытой среде, например, повышение гибкости, изменения в проектах. Следует провести параллель между цифровизацией и оцифровкой как повсеместным применением информационных технологий с использованием социальных сетей и интернет-платформ. Таким образом, можно ввести понятие цифровой экономики, которое будет применяться в статье.

Аспект проблем с людьми касается привлечения и удержания нужных людей, трудностей с интеграцией

молодежи в традиционные структуры, появления новых знаний, основанных на сетевом взаимодействии, необходимости установления связей и налаживания отношений между заинтересованными сторонами в проектах и программах.

Проблемы, практики управления проектами и проектными организациями в условиях цифровой экономики оказывают влияние на нас через глобальные рынки, на организацию и индивидуальное поведение. Например, мировая экономическая мощь меняется; бизнес-контекст становится все более сложным, турбулентным, цифровым, хороших талантливых специалистов трудно привлечь. Как управление проектами может стать организационным потенциалом? Как организации могут привлекать и удерживать лучших менеджеров проектов и программ?

Экономики, компании и рынки становятся все более глобальными, экономическая мощь стран и населения меняется. Если в одних странах средний возраст населения увеличивается, то в других снижается; традиционно доминирующие культуры все в большей мере подвержены влиянию культур развивающихся экономик. Как это влияет на ведение бизнеса?

Некоторые современные факторы способствуют изменениям: более молодое население и более высокий пенсионный возраст; потребители, которые заявляют о праве оставаться на связи; стремление к новым технологиям, в частности доступной широкополосной связи; компании, ищущие потенциальные экономические выгоды, вынуждены разрабатывать новые бизнес-модели.

Ключевыми элементами конкурентоспособности компаний в цифровой экономике являются способности: быстро реагировать на изменения; выбирать правильные бизнес-инициативы; обеспечивать оптимальный анализ рисков/возможностей; анализировать результаты в короткие циклы [13].

Два известных исследователя Сиггелков и Ривкин недавно заявили следующее: «Быстрые технологические изменения, дерегулирование и глобализация усилили конкуренцию и турбулентность, с которой сталкиваются менеджеры, степень взаимозависимости между решениями, с которыми сталкивается фирма, что является ключевым фактором сложности» [11]. В отчете Глобального института McKinsey за 2012 год говорится, что «обычных рыночных мер» будет недостаточно для предотвращения неблагоприятных последствий для миллионов работников в странах с развитой и развивающейся экономикой.

В исследовании PMI «Импульс профессии» отмечают медленный экономический рост в доминирующих экономиках, смещение приоритетов глобального рынка и стремление к инновациям в качестве некоторых основных проблем, влияющих на управление проектами и способствующих формированию сложной бизнес-среды.

Отчет Booz&Co о цифровизации экономики определяет ряд следующих проблем для организаций:

- доступная проводная и беспроводная широкополосная связь распространяется во все уголки земного шара, предоставляя цифровой доступ миллиардам потребителей как на развитых, так и на развивающихся рынках;
- потребители, как и сотрудники, ожидают, что будут подключены каждый момент своей жизни;
- готовность людей делиться всем меняет устоявшееся отношение к частной жизни;
- сотрудники становятся менее эмоционально привязанными к более широким целям и задачам своей компании, потому что их доверие переходит от известных брендов к рекомендациям из их личных сетей.

Все эти заявления демонстрируют потребность в новых способах ведения дел в этой новой сложной,

неспокойной цифровой экономике. Project Management Institute решает эти проблемы путем финансирования исследований и разработок в новых областях управления проектами. PMNetwork сообщила о серии интервью в статье под названием «На горизонте». Для подготовки этого материала был опрошен ряд известных практиков, которые выразили свое мнение о будущем управления проектами. Приведем несколько комментариев.

1. Мир тесных связей и сотрудничества бросит вызов предвзятым представлениям о том, что важно для качественной реализации проектов.
2. Способность интегрировать различные инструменты будет все более важным навыком для менеджеров проектов, позволяющим достигать исключительных результатов.
3. Гибкий подход к управлению проектами сыграет еще более важную роль в предоставлении бизнесу конкурентных преимуществ.

PMI определил организационное управление проектами как «структуру реализации стратегии, которая использует управление проектами, программами и портфелями, а также методы, способствующие организации, для последовательного и предсказуемого осуществления организационной стратегии для повышения производительности, улучшения результатов и устойчивого конкурентного преимущества» [1].

Менеджеры программ и проектов или руководители офисов управления проектами должны быть уверены, что смогут адаптироваться к этой растущей сложности и турбулентности как на организационном, так и на индивидуальном уровнях.

Региональные предприятия закрываются, рабочие места сокращаются, общее уныние распространилось по всей Западной Европе и Северной Америке, в то время как другие страны, похоже, процветают. По некоторым оценкам, экономики стран БРИК (Бразилия, Россия, Индия и Китай) обгонят экономики западных государств к 2027 году. Страны БРИК растут очень быстро. Четыре первоначальные страны БРИК составляют 40% мирового населения и более 25% мирового ВВП. Но БРИК – это аббревиатура. История заключается не столько в том, что западные экономики находятся в рецессии, сколько в том, что другие государства становятся экономическими лидерами. В последнее время несколько более развитых из N-11 (следующих одиннадцати) стран, в частности Турция, Мексика, Индонезия и Нигерия, вероятно, претендуют на объединение БРИКС.

Таким образом, экономика меняется, способствуя большей глобализации и перемещению инвестиций

из западных стран в развивающиеся, поскольку 40% работников иностранного происхождения вносят вклад в рост рабочей силы в государствах с развитой экономикой и создание 84% из 1,1 млрд рабочих мест, не связанных с сельским хозяйством. Развивающимся экономикам еще предстоит решить многие проблемы, такие как высокий уровень коррупции, диктатура, политическая нестабильность и т. д., но тенденция, похоже, сохранится.

По мере того как развивающиеся экономики становятся богаче, они переходят от производителей к потребителям и повышают свою покупательную способность. В развивающихся странах население моложе и более оцифровано. Обнаружилась несостоятельность крупных западных корпораций, которые до сих пор сопротивлялись цифровизации.

Быстрая урбанизация стимулирует рост развивающихся рынков и смещает мировой экономический баланс в сторону востока и юга. К 2025 году сформируется «потребительский класс», насчитывающий более 4 млрд человек, в 1990 году эта цифра составляла 1 млрд. Почти половина будет жить в городах развивающегося мира, которые намерены вложить в мировую экономику почти 25 трлн долларов США. Тем не менее, бизнес-лидеры в основном игнорируют их.

У организационного управления проектами большой потенциал развиваться в новых сферах бизнеса и в новых географических регионах, поскольку будет запускаться все больше проектов, позволяющих организациям быстрее адаптироваться как к «старой», так и «новой» экономике. Недавнее исследование Booz&Co, посвященное потере стоимости, выявило основные стратегические ошибки – неправильный выбор или плохое выполнение стратегии – в качестве основной причины (81%) потери акционерной стоимости организаций за последние 10 лет. Многие крупные организации неспособны сделать правильный выбор, в исследовании подчеркивается важность аргументов в пользу рационального управления, надежного управления портфелем и гибких методов, которые повышают оперативность реагирования в беспокойных и сложных рыночных условиях. Это также свидетельствует о необходимости лучшей интеграции изменений и рисков в практику управления.

Сегодня руководителям требуется способность быстро реагировать на изменения с помощью более совершенных систем управления, а не только мер контроля. В Руководстве по управлению знаниями в области управления проектами (PMBOK® Руководство) – Шестое издание (PMI, 2017) говорится: «Управление проектом – согласование проекта с потребностями или целями заинтересованных сторон – имеет решающее значение для успешного управления взаимодействием

с заинтересованными сторонами и достижения стратегических целей».

Но способность быстро реагировать на меняющиеся обстоятельства также требует наличия персонала с соответствующими возможностями и компетенциями, а также правильных структур и культуры. Эти два элемента зачастую отсутствуют в организациях. Уже много лет опросы руководителей компаний указывают на нехватку компетентных ресурсов и недостаточное развитие талантов в качестве ключевой проблемы организаций, исследования показывают, что, хотя руководители постоянно выступают за инновации, культура, которую они продвигают, подавляет их [5].

Многие предприятия не развили способность использовать данные в реальном времени для выбора правильных инициатив, поскольку сосредоточены исключительно на финансовых факторах и не дают возможности более низким уровням управления принимать решения. Им нужны более совершенные методы анализа рисков/возможностей, которые учитывают широкий спектр факторов конкурентоспособности и могут анализировать результаты за короткие циклы. Наконец, они должны развивать таланты в таких дисциплинах управления организационными проектами, как программа и портфолио.

Недавнее исследование Booz&Co определяет следующие основные глобальные движущие силы, стоящие за явлением цифровизации:

- потребители, требующие права оставаться на связи и готовности делиться личными данными;
- интерес населения мира к новым технологиям и доступной широкополосной связи;
- компаниям необходимо пересмотреть традиционные бизнес-модели в условиях нарастающей цифровизации.

Перечисленные выше факторы указывают на то, что индивидуальные знания остались в прошлом; коллективные знания и обмен ими между отраслями – это будущее. Тем не менее, большинство руководителей жалуются на потерю знаний из-за сокращения персонала (по этой причине их лучшие сотрудники уходят на пенсию) и сосредотачиваются на ужесточении контроля за интеллектуальной собственностью.

Поколение Y и формирующееся поколение C (группа людей разного возраста, которые приняли «связанность») уже стучат в ворота и разрушают барьеры. Как с ними справятся более традиционные компании? Могут ли компании позволить себе не признавать, что обмен данными и взаимодействие – часть современного нового мира?

В недавнем опросе PwC две трети руководителей заявили, что их приоритеты включают развитие каналов привлечения талантов. Но, возможно, ключом является не столько развитие, сколько сохранение талантов, поскольку молодые поколения становятся более мобильными, они менее эмоционально привязаны к более широким целям и задачам своей компании. На самом деле вопрос в том, как компании создадут значимую и сложную среду, в которой смогут процветать как существующие, так и новые таланты?

Западный мир традиционно навязывал свою культуру остальному миру, но сегодня эта тенденция меняется. Как уже отмечалось, традиционно доминирующие культуры в большей мере подвержены влиянию культур развивающихся экономик. Как это повлияет на ведение бизнеса? Основанная на западном научном менеджменте система создает свои системы наказаний и вознаграждений [2].

Последние исследования показывают, что наказание и вознаграждение не работают для мотивации людей. Мотивация обусловлена тремя недавно выявленными элементами:

- мастерство: стремление стать лучше в том, что вы делаете;
- автономия: желание быть самостоятельным;
- цель: ощущение, что ты делаешь что-то полезное.

Приведенные выше выводы можно подтвердить рядом других исследований, посвященных мотивациям, которые движут сотрудниками, и особенно поколением С. Сегодняшние сотрудники:

- подключены через социальные сети и Интернет;
- увлечены коммуникаторами как в деловых, так и в личных сообществах;
- мотивированы к сотрудничеству и наставничеству других в уважаемых виртуальных и личных командах;
- социально и глобально вовлечены в мир, где исчезают границы и сливаются культуры.

Как традиционные организации перейдут от акцента на квалификации к акценту на возможности? Как они создадут подходящую среду для способных людей?

Проводимые исследования, а также опыт нашей международной сети показывают, что молодое поколение влияет не только на то, каким станет мир, но и на то, каков он есть. Молодое поколение чувствует себя комфортно в гибкой среде; менее склонно к риску и ожидает более быстрых результатов, чем старшее поколение. Представители этого поколения более комфортно, чем их старшие сверстники, взаимодействуют в виртуальном пространстве и более глобальны и социально ориентированы. Возможно, потому, что они более

независимы, они не связаны структурами компании и хотя бы наделенными полномочиями. По этой причине менеджеры зачастую считают их не ориентированными на сотрудничество или команду.

Большие трудности создают большие возможности для тех, кто готов рисковать. Сегодняшняя чрезвычайно сложная и турбулентная среда позволила новым игрокам и более инновационным завоевывать и даже создавать новые рынки. Facebook, Skype, Google, LinkedIn и другие новые игроки были основаны менее 15 лет назад. Первый iPhone был выпущен чуть более пяти лет назад; сегодня почти у каждого есть смартфон или планшет. На бизнес-уровне растет спрос на облачные вычисления, и компании все больше данных хранят в виртуальных сетях. Большинство глобальных компаний работают с виртуальными командами и обмениваются данными между региональными центрами в непрерывном режиме [3].

На национальном и международном уровнях страны ускоренными темпами финансируют проекты по цифровизации. Недавно Китай взял на себя обязательства по облачным технологиям и цифровизации, включив в свой следующий пятилетний план стимулирующие меры на сумму 1,7 трлн долларов США. Как Европейский союз, так и Соединенное Королевство проголосовали за планы модернизации инфраструктуры на сумму более 200 млрд долларов США.

Ключом к использованию этих разработок является понимание того, как это повлияет на управление проектами, в частности, на организационное управление проектами в целом на трех уровнях: глобальном, организационном и индивидуальном.

За последние 15 лет организации не смогли обеспечить долгосрочную ценность и сосредоточились на краткосрочной перспективе. Чтобы обеспечить долгосрочную ценность в глобальной экономике, организациям необходимо принимать правильные стратегические решения и отойти от нынешнего акцента на непрерывности и предоставлении продуктов, услуг. Это даст возможность стать более отзывчивыми и обеспечивать стратегическую ценность, как показано на рис. 1.

Глобальные команды программ и проектов будут виртуальными, мультикультурными и мобильными; лица, принимающие решения, будут находиться в разных часовых поясах, принимать решения на основе информации в реальном времени, которую у них не будет возможности полностью проанализировать. Проекты и программы становятся глобальными, а распределенные мультикультурные команды – нормой. Поскольку проекты и программы носят глобальный характер, руководители

проектов и программ должны стать более мобильными и быть готовыми выезжать на место оперативно в течение нескольких недель, продолжая при этом работать в долгосрочной перспективе. С такими виртуальными и мобильными командами организационное управление проектами могло бы предложить решение проблемы реагирования [4].

Если организации хотят оставаться конкурентоспособными, менеджеры и лица, принимающие решения, должны быть готовы расставлять приоритеты в своих организационных усилиях, используя адекватные методы управления и управления портфелем проектов, которые позволят им выбирать правильные инициативы, соответствующие стратегии и достижимые. Им также необходимо будет убедиться в правильности результатов за счет эффективного осуществления программы проектов, в том, что они реагируют на контекст, в использовании гибких методов, поддерживаемых цифровыми командами и системами, особенно в управлении программами. Им нужно будет реализовать на практике ряд новых идей, например [6]:

- отзывчивость как мера ценности: за счет управления как соответствием стратегии, так и достижимостью;
- эволюционное и адаптивное развитие: путем использования результатов для принятия решений на постоянной основе;
- команда как интегрированная развивающаяся система: путем привлечения и мобилизации всех заинтересованных сторон;
- простой подход: путем создания правильных структур управления и принятия решений.

В такой сложной и турбулентной среде организации нельзя рассматривать как вертикальные иерархические системы. Отзывчивая организация предусматривает органическую сеть функций, связанных через отдельных участников, которые создают сети сотрудничества с помощью эффективных систем коммуникации и принятия решений. Если организации не могут предложить такие системы внутри компании, различные участники создадут собственные самоадаптивные сети для достижения личных и общественных целей. Вопросы заключаются в следующем: каким будет это сообщество? Будет это организация или что-то более привлекательное?

В организациях ценность реализуется только тогда, когда продукты и результаты проектов не только переходят в операционную деятельность, но и интегрируются в бизнес-системы, оказывая влияние на всю организацию. Специалисты в области менеджмента обычно выделяют две основные функции организации: преобразование

бизнеса и управление бизнесом. Однако только горизонтальная интеграция того и другого позволяет организациям устойчиво генерировать ценность. Изменение (действия по преобразованию) обеспечивает потенциальную ценность, поскольку позволяет организации меняться в ответ на внешнее и внутреннее давление при ведении бизнеса в обычном режиме (выполнение действий), позволяет достигать бизнес-результатов и зарабатывать деньги (рис. 2).

Многие недавние неудачи в бизнесе были связаны с отсутствием вертикальной интеграции; непонимание между исполнительным уровнем организации и средним уровнем управления мешает выполнению стратегии. У руководителей есть видение, которым они не могут поделиться или не выражают его в четких терминах, а менеджеры среднего звена неверно истолковывают это видение или предполагают, что они понимают стратегический курс, установленный старшими менеджерами. В беспокойной и сложной обстановке решения часто приходится принимать быстро, но функциональные, программные и проектные менеджеры ограничены относительно узкими бизнес-решениями, поэтому не могут принимать важные решения вовремя. Существующие системы управления, а также процедуры отчетности и принятия решений слишком сложны, чтобы организации могли быстро реагировать [8].

Новая цифровая, сложная и турбулентная среда требует быстрых и гибких способов оценки наилучших инвестиционных инициатив. Как показал ряд недавних неудач, традиционные организации испытывают трудности с применением таких способов. Речь идет не столько о получении правильной информации, сколько о своевременном получении оптимальной информации для принятия правильного решения и достаточной гибкости, чтобы скорректировать стратегию с учетом результатов.

Основой для управления организационными проектами (ОПМ) и портфелем является выбор инвестиционных инициатив, которые будут предлагать наилучшую стоимость. Это предполагает рассмотрение двух аспектов при принятии стратегических решений: вклада инициативы в достижение стратегических целей и способности организации реализовать ее, в чем хорошо разбирается управление проектами. Любая эффективная система управления поддерживается надежным процессом управления портфелем [9].

Портфель должен отражать намерения, направление и прогресс организации, он необходим для реализации корпоративной стратегии. Общеизвестно, что управление портфелем должно содержать программы и проекты. Управление программами эволюционировало, чтобы охватывать стратегическое согласование и управление выгодами. Расширяя сферу своего влияния

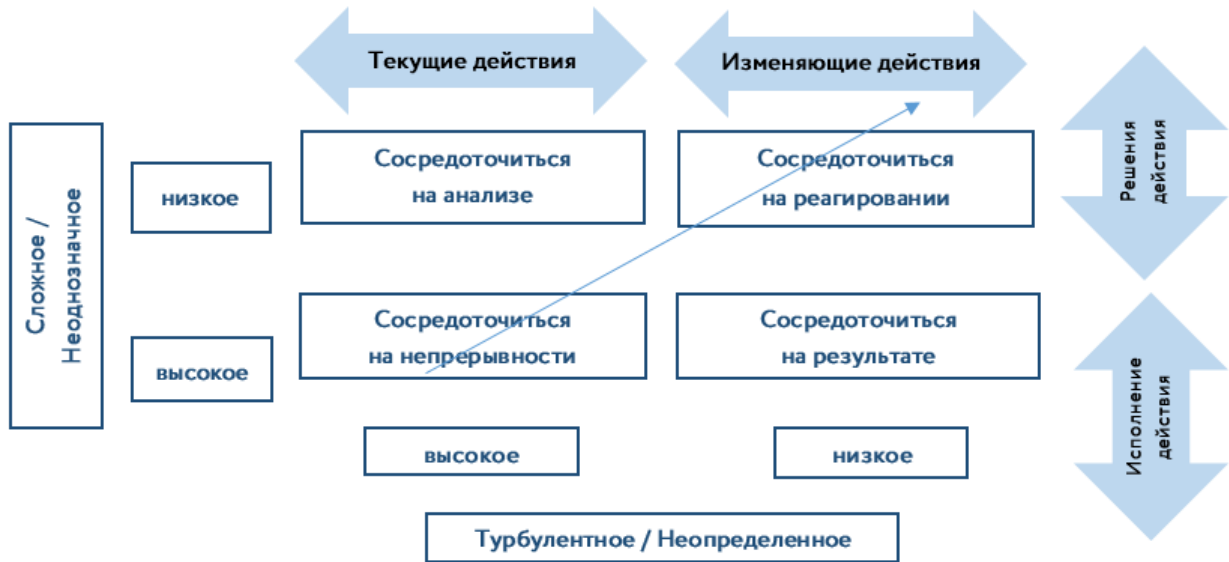


Рис. 1. Контекст организационной конкурентоспособности (Мишель Тири, первоначально опубликовано как часть материалов Глобального конгресса PMI года. Стамбул, Турция)

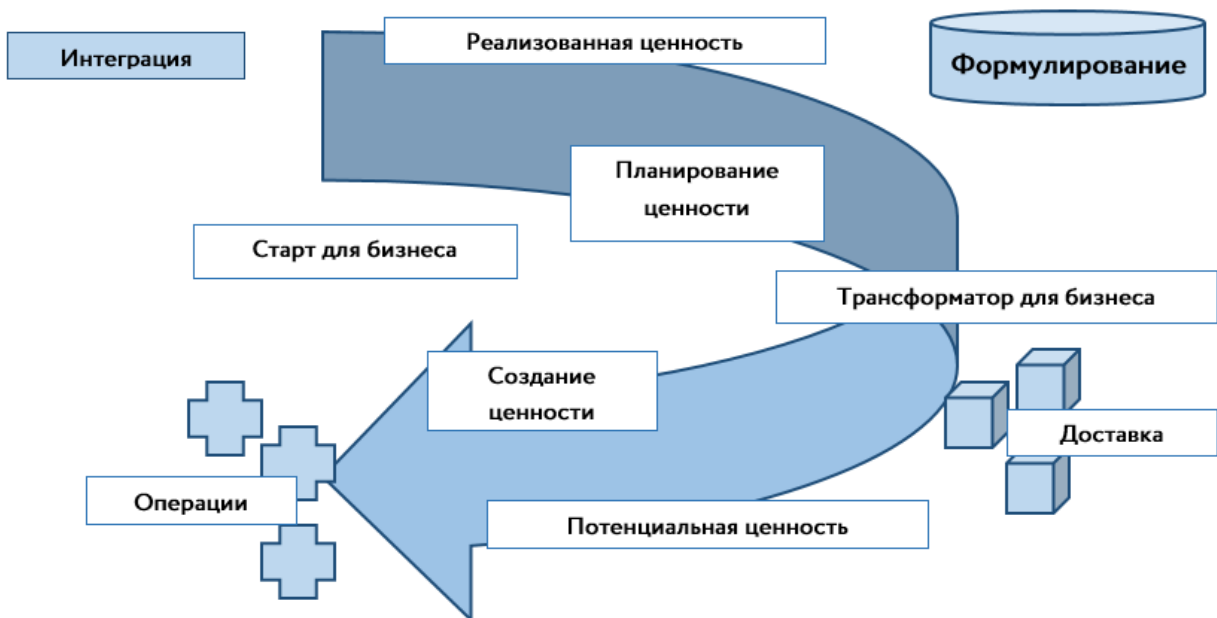


Рис. 2. Цикл реализации преимуществ (Мишель Тири)

на портфели и программы, сообщество по управлению проектами разрабатывает инструменты для обеспечения долгосрочной ценности организаций в условиях сложной экономики путем создания эффективных систем определения приоритетов и исполнения.

Однако для того, чтобы эта система работала, она должна быть хорошо интегрирована, чего нет в большинстве организаций, где проекты, программы, портфели выполняются как иерархически и функционально различные элементы, не говоря уже о четком разделении между «областью проекта» и «областью операций». Набор бизнес-процессов предназначен для преобразования бизнеса (стратегия, управление программами и стоимостью, управление инновациями и проектами), цель – сохранение конкурентных преимуществ организации в условиях меняющегося рынка (конкуренция, новые технологии и т. д.). Чем более турбулентный контекст, тем короче циклы запуска-преобразования-запуска.

Для того чтобы организации могли реагировать на быстро меняющуюся и сложную среду, менеджерам необходимо учитывать, что их команды будут распределены, а также обладать полномочиями принимать решения на местном уровне. Управление проектами будет применяться более целостно, с привлечением большего числа людей, представляющих различные функции и культуры; программы будут увязывать проекты со стратегией и операциями для создания интегративной и совместной структуры.

На протяжении более 100 лет так называемый «современный» менеджмент подчеркивал четкое разделение спонсора, который ставит цель, и менеджера проекта, который отвечает за ее достижение. Большинство организационных моделей XX века создали отдельные управленческие структуры, которые конкурируют, а не сотрудничают друг с другом, что, по мнению многих известных авторов в области управления, контрпродуктивно. В успешных организациях менеджер определяет видение, цель и делится ими с командой. Они следят за тем, чтобы видение и цель были значимыми, достижимыми для команды, обеспечивают успешную интеграцию результатов проекта. Вместе команда и руководитель определяют объем, основные этапы и потребности в ресурсах [10].

Вероятно, из-за цифровизации и виртуальной реальности молодые люди склонны больше доверять самим себе и скорее будут пытаться терпеть неудачу, чем слушать и учиться, они больше полагаются на сеть, чем на командную работу, они могут не знать всего, но знают, где это найти.

Это касается признания работы руководителями и коллегами. Дэн Ариели называет это «Эффектом ИКЕА», связь между работой и готовым продуктом, которая

мотивирует людей и удовлетворяет их. В главе о значении труда в своей книге он описывает эксперимент, в котором людям платят за заполнение форм. Чем больше форм заполняете, тем меньше получается выполнять, и вы можете заполнить максимум 10 форм. В первой группе, где работа была признана, 48% завершили работу. Для второй группы бланки были помещены в измельчитель по мере их заполнения, и только 17% заполнили 10 бланков. Наконец, в последней группе бланки были сложены в стопку и проигнорированы, только 18% заполнили 10 бланков. Автор приходит к выводу, что игнорировать чью-то работу так же плохо, как и уничтожать ее, признание работы людей – очень сильный мотиватор.

Воспитание связано с постепенным повышением уровня приверженности, начиная с небольших, но значимых вещей. Результаты исследований показывают, что для поддержания внутренней согласованности люди более охотно выполняют крупные обязательства, от которых они отказались бы, если бы уже взялись за меньшую задачу. Например, медицинские центры сократили количество пропущенных назначений на 18% просто за счет того, что пациенты, а не дежурный врач заполняют подробные карточки для записи на прием [11].

Таким образом, в современной цифровой среде с высоким уровнем сотрудничества управление людьми означает, что менеджеры не могут полагаться исключительно на финансовые вознаграждения для пассивной мотивации сотрудников, также должны активно предоставлять им полномочия и средства для поиска собственных способов реализации потенциала. Это означает, что они признают работу людей, регулярно давая им обратную связь и показывая, что ценят их вклад. Это также означает, что они готовы делиться личной информацией, которая поможет сформировать доверие и лояльность. Наконец, это означает, что они будут соответствовать уровню полномочий, которые предоставляют членам своей команды с их опытом, и позволят им последовательно продвигаться к более сложным уровням принятия решений.

Для того, чтобы организации привлекали таланты, им необходимо принять цифровую культуру создания сетей, расширения прав и возможностей, это позволит сотрудникам находить мотивацию, цель в своей работе; заставит их принять тот факт, что их основные ценности могут быть оспорены.

Авторы исследований в таких областях, как бизнес, организационные науки, антропология и биология, сходятся во мнении, что инновации напрямую связаны со способностью к социальному обучению и особенностям социальных сетей. Современная цифровая экономика требует, чтобы организации были более инновационными, чем когда-либо. Практика управления проектами и

проектные организации в частности способствуют развитию сетей сотрудничества и инноваций [12].

Сегодня это требует, чтобы методы управления проектами были еще более интегрированными, отзывчивыми и привлекательными, а специалисты по проектам, программам помогали достигать этих целей путем:

- понимания того, как изменения в контексте влияют на практику управления проектами;
- признания проблем, возникающих в результате возрастающей сложности, турбулентности и цифровизации;

■ определения возможностей для их практики в этом новом сложном контексте.

Проектные менеджеры будут стремиться понимать бизнес-проблемы и демонстрировать хорошие навыки анализа и интеграции, способности увязывать стратегию с результатами, навыки фасилитации, быть отзывчивыми и гибкими, будут ориентированы на результаты, покажут, что они могут работать с ограничениями, способны оставаться сосредоточенными и добиваться результатов.

Список использованных источников и литературы

1. PMI (2013a). Модель зрелости управления организационными проектами (OPM3). – 3-е изд. Проект экспозиции. Ньютаун-сквер, Пенсильвания: Институт управления проектами.
2. Бирюков А.П., Выходцева Е.А., Геокчалян А.Г. Проблемы, возникающие в ходе использования цифровых технологий, и способы их решения // В сборнике: Актуальные проблемы управления. 2020. Материалы 25-й Международной научно-практической конференции. Редколлегия: С.М. Нечаева [и др.]. Москва. 2021. С. 10–12.
3. Бирюков А.П., Брикошина И.С., Гусева М.Н., Елькина Д.А., Михалевич Л.Ю. Актуальные аспекты логистического менеджмента предприятия в контексте проектного управления // Экономика и предпринимательство. 2020. № 3 (116). С. 953–957.
4. Вейнберг Р.Р. Моисеев Н.А., Сахарова С.М. Применение стандартов управления проектами в ИТ-индустрии: PRINCE2 и PMBoK // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2020. № 1 (109). С. 56–66.
5. Зозуля А.В., Зозуля П.В. Цифровая трансформация бизнес-процессов проектного управления // «Шаг в будущее: искусственный интеллект и цифровая экономика: Smart Nations: экономика цифрового равенства». Материалы III Международного научного форума. Вып. 2. Москва: ГУУ. 2020. С. 120–126.
6. Концепция проектного управления: теория, методология и современная оценка (монография): Часть 1 / Коллектив авторов. – М.: КнигИздат. 2021. 378 с.
7. Кузнецова Е.В. Управление портфелем проектов как инструмент реализации корпоративной стратегии: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство Юрайт. 2020. 177 с.
8. Макарова Н.В., Балясников В.В. Отличительные особенности стандартов по управлению проектами // Актуальные проблемы экономики и управления. 2020. № 1 (25). С. 94–99.
9. Поташева Г. А. Управление проектами (проектный менеджмент): учебное пособие. Москва: ИНФРА-М. 2020. 224 с.
10. Прусова В.И., Князева А.А. Цифровизация экономики и управление проектами // Ученые записки Российской Академии предпринимательства. 2020. Т. 19. № 3. С. 49–61.
11. Сиггелков Н., & Ривкин, Дж.У. (2005). Скорость и поиск: Проектирование организаций для турбулентности и сложности. Наука об организации, 16 (2). С. 101–122.
12. Сороко Г.Я., Коготкова И.З. Гибкие технологии управления организационными процессам // В сборнике: Приоритетные и перспективные направления научно-технического развития российской федерации. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Москва. 2020. С. 74–77.
13. Чекмарев А. В. Управление ИТ-проектами и процессами: учебник для вузов. Москва: Издательство Юрайт. 2021. 228 с.

IMPROVING PROJECT MANAGEMENT STANDARDS IN THE DIGITAL ECONOMY

Mezina T.V., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Project Management, State University of Management

Guseva M.N., Doctor of Economics, Professor of the Department of Project Management, State University of Management

Zozulya A.V., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Project Management, State University of Management

Zozulya P.V., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Project Management, State University of Management

The article analyzes the trend of shifting towards more complex and turbulent conditions of the digital economy, which challenges the practice of work and management of projects, programs and portfolios. It is shown how new opportunities can affect the economy, business environment and people in the context of organizational project management. The three main sections of the article are devoted to problems, opportunities and conclusions. The global economy, the organizational context and people's problems are considered on the basis of a combination of authoritative studies and surveys, as well as the experience of consulting around the world in various cultural environments.

Keywords: digital economy, project management, international standard (IPMA), digitalization, strategy, mission.

List of used sources and literature

1. PMI (2013a). Organizational Project Management Maturity Model (OPM3) – Third Ed. The project of the exposition. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute.
2. Biryukov A.P., Vykhodtseva E.A., Geokchakyan A.G. Problems arising during the use of digital technologies and ways to solve them // In the collection: Actual problems of management – 2020. Materials of the 25th International Scientific and Practical Conference. Editorial Board: S.M. Nechaeva [et al.]. Moscow. 2021. PP.10–12.
3. Biryukov A.P., Brikoshina I.S., Guseva M.N., Yelkina D.A., Mikhalevich L.Yu. Actual aspects of logistics management of the enterprise in the context of project management // Economics and entrepreneurship. 2020. No. 3 (116). PP. 953–957.
4. Weinberg R.R., Moiseev N.A., Sakharova S.M. Application of project management standards in the IT industry: PRINCE2 and RMVoK // Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics. 2020. № 1(109). PP. 56–66.
5. Zozulya A.V., Zozulya P.V. Digital transformation of business processes of project management // «Step into the future: artificial intelligence and digital economy: Smart Nations: the economy of digital equality». Materials of the III International Scientific Forum. Issue 2. Moscow: GUU. 2020. PP.120–126.
6. The concept of project management: theory, methodology and modern assessment (monograph): Part 1 / Collective of authors. Moscow: Kniglzdat. 2021. 378 p.
7. Kuznetsova E.V. Project portfolio management as a tool for implementing corporate strategy: textbook for universities. 2nd ed., reprint. and additional. Moscow: Yurayt Publishing House. 2020. 177 p.
8. Makarova N.V., Balyasnikov V.V. Distinctive features of project management standards // Actual problems of economics and management. 2020. № 1 (25). PP. 94–99.
9. Potasheva G.A. Project management (project management): textbook. Moscow: INFRA-M. 2020. 224 p.
10. Prusova V.I., Knyazeva A.A. Digitalization of the economy and project management // Scientific notes of the Russian Academy of Entrepreneurship. 2020. Vol. 19. No. 3. PP. 49–61.
11. Siggelkov N. & Rivkin, J.U. (2005). Speed and Search: Designing organizations for turbulence and complexity. Organization Science, 16 (2), PP.101–122.
12. Soroko G.Ya., Kogotkova I.Z. Flexible technologies for managing organizational processes // In the collection: Priority and promising directions of scientific and technical development of the Russian Federation. Materials of the III All-Russian Scientific and Practical Conference. Moscow. 2020. PP. 74–77.
13. Chekmarev A.V. Management of IT projects and processes: textbook for universities. Moscow: Yurayt Publishing House. 2021. 228 p.

СТАНДАРТЫ В ПАРАДИГМЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: ПОТЕНЦИАЛ В ПРЕДОТВРАЩЕНИИ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Ломакин М.И., д-р экон. наук, д-р техн. наук, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)
Докукин А.В., д-р экон. наук, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Рассматриваются направления использования стандартов, реализующих парадигму устойчивого развития, для предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Проанализирована история реализации принципов устойчивого развития, соответствие современных стандартов целям устойчивого развития. Выявлена необходимость совершенствования стандартов экологического, социального, корпоративного управления (ESG), а также унификации правовой базы их применения.

Ключевые слова: ESG-стандарт, цели устойчивого развития, справочники наилучших доступных технологий, экология, чрезвычайные ситуации.

Устойчивое развитие – концепция, на важность которой представители научного сообщества впервые обратили внимание в 1970-х годах. Целым рядом международных и национальных научных организаций (Международной федерацией институтов перспективных исследований (ИФИАС), Международным институтом системного анализа, Всесоюзным институтом системных исследований) были подняты вопросы об истощаемости природных ресурсов, угрозе экологическому равновесию в случае продолжения курса на экстенсивный рост экономики. Наиболее известное исследование указанного периода – доклад 1972 года группы экспертов Римского клуба под названием «Пределы роста» [1].

Данные доклада периодически корректировались, последняя версия вышла под названием «Пределы роста: 30 лет спустя» [2]. С начала 1980-х годов на международном уровне стала осознаваться необходимость развития без разрушения экосистем, исчерпания природных ресурсов. В 1987 году Г.Х. Брунланд предложил классическую и широко используемую до сих пор формулировку устойчивого развития: «удовлетворение потребностей настоящего времени не подрывает способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» [3].

Постепенно необходимость приверженности принципам устойчивого развития нашла отражение в доктринальных документах различных стран и международных организаций. Однако ввиду недостаточной конкретизации целей и задач, нечеткости целеполагания, продолжалось движение по сценариям наращивания потребления, охарактеризованное в докладе «Пределы роста» как

пессимистичные. В частности, в работе Г. Тернера [4] подтверждено, что показатели загрязнения окружающей среды и производства соответствуют прогнозам 1972 года.

Значительным шагом к появлению целостной, унифицированной на международном уровне системы показателей устойчивого развития стало принятие Генассамблеей ООН документа под названием «Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», полная история и содержание которого изложены на специальном сайте [5].

В нашей стране Указом Президента России от 1 апреля 1996 года № 440 была утверждена «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» [6].

В настоящее время на уровне государственного стратегического планирования Цели устойчивого развития (ЦУР) реализуются в системе из национальных проектов и Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры, разработанных в соответствии с Указом Президента России от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [7].

В реализации ЦУР большое значение придается стандартизации. На сайте ИСО размещен специальный обзор, в котором объясняется, какую роль играют различные группы стандартов в достижении тех или иных целей [8]. В контексте вопроса о безопасности в чрезвычайных ситуациях особенно актуальны стандарты,

соответствующие ЦУР «Устойчивые города и населенные пункты». Для достижения данной цели разработаны 2342 стандарта. Указанная проблематика – основная для экспертов технического комитета ISO/TC 268 «Устойчивые города и сообщества». Подготовленный им флагманский стандарт ISO 37101 определяет Цели устойчивого развития, порядок разработки и внедрения стратегий для их достижения.

Дополнением к основному стандарту служит серия стандартов на показатели статистики городов, которая включает ISO 37120 (показатели коммунальных услуг и качества жизни), а также два будущих стандарта – ISO 37122 (показатели умных городов) и ISO 37123 (показатели устойчивых городов). Кроме того, к тематике предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций относятся стандарты серии ISO 22313 (системы управления по обеспечению бесперебойного функционирования работы), а также ISO 22326 (управление чрезвычайными ситуациями), ISO 22395 (руководство для поддержки уязвимых слоев населения в чрезвычайных ситуациях).

Тематику чрезвычайных ситуаций затрагивают и некоторые стандарты, соответствующие другим ЦУР, таким как Цель 13 – борьба с изменением климата, Цель 14 – сохранение морских экосистем (к тематике ЧС относится, например, борьба с нефтеразливами), Цель 15 – сохранение экосистем суши.

Работа по национальным стандартам в рамках аналогичных тематик ведется и в России, например, на базе технического комитета по стандартизации «Гражданская оборона, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций» (ТК 071) и зеркального ему Международного комитета по стандартизации ИСО/ТК 292 «Безопасность».

Кроме национальных стандартов в узком смысле слова, соответствующих ст. 17 Федерального закона

«О стандартизации в Российской Федерации» от 29 июня 2015 года № 162-ФЗ [9], для Целей устойчивого развития в области экологии, предотвращения и ликвидации ЧС подходят и другие документы в области стандартизации.

К предусмотренным законом «О стандартизации в Российской Федерации» видам документов по стандартизации, важных для экологии, можно отнести информационно-технические справочники (ст. 19). Характерный пример – справочники наилучших доступных технологий (НДТ) – «технологий производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемых на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения» [10].

Другой важный вид документов по стандартизации юридически может воплощаться в самых разных формах. Речь идет о стандартах экологического, социального и корпоративного управления (англ. Environmental, Social, and Corporate Governance – ESG). ESG-стандарты могут быть стандартами организации или «квазистандартами», на которые не распространяется регулирование закона «О стандартизации в Российской Федерации», например, банковскими. Вопросы выстраивания единой концепции разработки и применения ESG-стандартов, их взаимодействия с национальной системой стандартизации – перспективные темы дальнейших исследований.

Можно сделать вывод о том, что реализация парадигмы устойчивого развития требует каскадирования целей и задач до уровня конкретных показателей и методов их достижения, воплощенных в соответствующих стандартах. Такой подход позволит повысить степень достижения ЦУР, в том числе в области предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, несущих угрозу жизни и здоровью людей, биосфере планеты.

Список использованных источников и литературы

1. Медоуз Д. и др. Пределы роста / Пер. с англ.; предисл. Г.А. Ягодина. – М.: Изд-во МГУ. 1991. 208 с.
2. Медоуз Д. и др. Пределы роста. 30 лет спустя = Limits to growth. The 30-year update. – М.: Академкнига. 2007. 342 с.
3. Брутланд Г.Х. Наше общее будущее. Доклад Комиссии ООН по окружающей среде и развитию. 1987. – М.: Прогресс. 1988. С. 50.
4. Graham Turner (2008). A Comparison of `The Limits to Growth` with Thirty Years of Reality. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20080825111322/http://www.csiro.au/files/files/plje.pdf> (Дата обращения: 01.05.2021).
5. Sustainable Development Goals [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs> (Дата обращения: 01.05.2021).
6. Указ Президента Российской Федерации от 1 апреля 1996 года № 440 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» // Собрание законодательства Российской Федерации от 1996 г. № 15. Ст. 1572.
7. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» // Собрание законодательства Российской Федерации от 2018 г. № 20. Ст. 281.

8. ISO and the Sustainable Development Goals [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.iso.org/ru/sdgs.html> (Дата обращения: 01.05.2021).
9. Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.06.2015 № 162-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2015. № 27. Ст. 3953.
10. Наилучшие доступные технологии [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.gost.ru/portal/gost/home/activity/NDT> (Дата обращения: 01.05.2021).

STANDARDS IN THE PARADIGM OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT: POTENTIAL TO PREVENT AND RELATE EMERGENCIES

Lomakin M.I., ScD (Technical Sc, Economic Sc.), All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies

Dokukin A.V., ScD (Economic Sc.), All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies

The directions of using standards that implement the paradigm of sustainable development for the prevention and elimination of emergencies are considered. The history of the implementation of the principles of sustainable development, the compliance of modern standards with the goals of sustainable development is analyzed. Revealed the need to improve environmental, social and corporate governance (ESG) standards and unify the legal framework for their application.

Keywords: ESG-standard, sustainable development goals, guides of the best available technologies, ecology, emergency situations

List of used sources and literature

1. Meadows D. et al. The limits of growth / Per. from English; foreword G.A. Yagodina. – M.: Publishing house of Moscow State University. 1991. 208 p.
2. Meadows D. et al. The limits of growth. 30 years later = Limits to growth. The 30-year update. – M.: Akademkniga. 2007. 342 s.
3. Brutland G.Kh. Our common future. Report of the UN Commission on Environment and Development. 1987. – M.: Progress. 1988.S. 50.
4. Graham Turner (2008). A Comparison of `The Limits to Growth` with Thirty Years of Reality. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) [Electronic resource] // Access mode: <https://web.archive.org/web/20080825111322/http://www.csiro.au/files/files/plje.pdf> (Date of access: 05/01/2021).
5. Sustainable Development Goals [Electronic resource] // Access mode: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs> (Date of access: 05/01/2021).
6. Decree of the President of the Russian Federation of April 1, 1996 No. 440 «On the Concept of the Transition of the Russian Federation to Sustainable Development» // Collected Legislation of the Russian Federation of 1996 No. 15. Art. 1572.
7. Decree of the President of the Russian Federation of May 7, 2018 No. 204 «On national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024» // Collected Legislation of the Russian Federation of 2018 No. 20. Art. 281.
8. ISO and the Sustainable Development Goals [Electronic resource] // Access mode: <https://www.iso.org/ru/sdgs.html> (Date of access: 05/01/2021).
9. Federal Law «On Standardization in the Russian Federation» dated June 29, 2015 No. 162-FZ // Collected Legislation of the Russian Federation. 2015. No. 27. Art. 3953.
10. Best available technologies [Electronic resource] // Access mode: <https://www.gost.ru/portal/gost/home/activity/NDT> (Date of access: 05/01/2021).

МИНИМИЗАЦИЯ УЩЕРБА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Ломакин М.И., д-р техн., эконом. наук, проф., гл. науч. сотр. ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Докукин А.В., д-р эконом. наук, гл. науч. сотр. ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Мошков В.Б., канд. эконом. наук, доц., заместитель начальника ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Олтян И.Ю., канд. техн. наук, уч. секр. (в ранге заместителя начальника института) ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

Ким С.М., аспирант НИЦИ при МИД России

В статье рассматривается задача минимизации ущерба при ликвидации чрезвычайных ситуаций. В рамках чрезвычайной ситуации выделены несколько критически опасных процессов, которые характеризуются критическим временем их развития и разной величиной ущерба. Предложена модель определения и минимизации ущерба при ликвидации чрезвычайных ситуаций на основе распределения подразделений группировки РСЧС для ликвидации критически опасных процессов.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, критически опасный процесс, случайная величина, вероятность, группировка сил и средств

Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является одной из стратегических целей государственной и общественной безопасности России. В пункте 46 Указа Президента Российской Федерации от 2 июля 2021 г. № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации» сказано: «Целями государственной и общественной безопасности являются... защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [1].

Обратной стороной активного мирового социально-экономического развития является существенное увеличение числа природных и техногенных катастроф. Их следствием является значительный ущерб. В 2020 г. на территории Российской Федерации произошла 331 чрезвычайная ситуация (ЧС), в том числе:

- федерального характера – 1;
- межрегионального характера – 1;
- регионального характера – 30;
- межмуниципального характера – 6;
- муниципального характера – 223;
- локального характера – 70.

В результате погибли 326 человек, пострадали 6257 человек, ущерб составил 163 778 млн руб. [2].

В Российской Федерации создана и активно функционирует Единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС) – система, объединяющая органы

управления, силы и средства федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций, в полномочия которых входит решение вопросов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [3].

В настоящее время количество сил и средств, привлекаемых для предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, определяется согласно планам действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера по субъектам [3]. При этом необходимо решать важную задачу – планировать распределение имеющихся сил и средств РСЧС. Особенно это актуально при ликвидации последствий крупномасштабных ЧС. Следовательно, эффективность функционирования РСЧС во многом определяется качеством планирования работ по предупреждению и ликвидации ЧС.

Рассмотрим некоторую группировку, привлекаемую к ликвидации ЧС, включающую n подразделений. Эта группировка может состоять из подразделений общей группировки субъекта РФ, состав которой определен, исходя из штатов и укомплектованности организаций, дислоцированных на территории данного субъекта и усилен подразделениями из общих группировок других субъектов РФ и подразделений центрального подчинения [3].

Допустим, что возникла чрезвычайная ситуация, в рамках которой можно выделить m критически опасных процессов (КОП) (пожары, землетрясения, взрывы, наводнения и др.). Каждый КОП характеризуется критическим временем τ_i ($i = \overline{1, m}$), которое определяет величину ущерба от развития (протекания) КОП. Если время ликвидации t_{ij} не превышает величину критического времени τ_i , то ущерб от возникновения i -го КОП ЧС составит величину c_{1i} , в противном случае ущерб составит существенно большую величину c_{2i} т.е. $c_{2i} \gg c_{1i}$.

Определим матрицу X из бинарных переменных

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

где $x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } j \text{ подразделение задействовано в ликвидации } i \text{ КОП} \\ 0, & \text{если } j \text{ подразделение не задействовано в ликвидации } i \text{ КОП.} \end{cases} \quad (2)$

Пусть t_{ij} – время ликвидации i -го КОП j -ым подразделением. В общем случае критическое время для каждого i -го КОП τ_i , является случайной величиной, время ликвидации i -го КОП j -ым подразделением t_{ij} также является случайной величиной [4]. Каждая из этих величин определяется большим числом не всегда детерминированных факторов, поэтому утверждение о случайности этих величин является вполне правомерным. Тогда средний ущерб (математическое ожидание ущерба) при ликвидации i -го КОП j -ым подразделением составит величину:

$$M(U_{ij}) = x_{ij}(c_{1i}P(t_{ij} < \tau_i) + c_{2i}P(t_{ij} \geq \tau_i)). \quad (3)$$

В данном выражении

U_{ij} – случайная величина ущерба при ликвидации i -го КОП j -ым подразделением;
вероятность

$$p_{ijl} = P(t_{ijl} < \tau_i) \quad (4)$$

есть вероятность своевременной ликвидации i -го КОП j -ым подразделением. Эта вероятность является важнейшим показателем для планирования задействований группировки.

Вероятность

$$p_{ijnl} = P(t_{ijnl} \geq \tau_i) \quad (5)$$

есть вероятность несвоевременной ликвидации i -го КОП j -ым подразделением.

Общий средний ущерб (математическое ожидание ущерба) составит величину:

$$M(U) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}(c_{1i}P(t_{ij} < \tau_i) + c_{2i}P(t_{ij} \geq \tau_i)) \quad (6)$$

или

$$M(U) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} U_{hij}, \quad (7)$$

где

где

$$U_{hij} = x_{ij}(c_{1i}p_{ijl} + c_{2i}(1 - p_{ijl})), \quad (8)$$

$$p_{ijl} = P(t_{ijl} < \tau_i), \quad (9)$$

$$P(t_{ijl} < \tau_i) + P(t_{ijl} \geq \tau_i) = 1. \quad (10)$$

Задействование j -го подразделения для ликвидации i -го КОП требует выделения дополнительных ресурсов (финансовых, материальных) R_{ij} . Общее количество ресурсов, которые могут быть выделены для ликвидации возникшей ЧС, как правило, ограничено некоторой величиной R_0 , тогда следует учитывать следующе ресурсное ограничение при планировании задействования подразделений в ликвидации ЧС:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} R_{ij} \leq R_0, \quad (11)$$

Считаем, что для ликвидации одного i -го КОП задействуется только одно j -е подразделение (в общем случае может быть задействовано несколько подразделений). Это дает еще одно ограничение:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} = m, \quad (12)$$

Кроме того, при планировании задействования подразделений в ликвидации ЧС важно обеспечить некий уровень гарантии ликвидации КОП. Этот уровень следует задать в виде значения вероятности своевременной ликвидации всех КОП. То есть в виде:

$$\min_{i,j} P(t_{ijl} < \tau_i) \geq P_0, \quad (13)$$

где P_0 – уровень гарантии ликвидации КОП; минимум в последнем выражении ищется по всем $i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$.

В итоге приходим к следующей задаче минимизации ущерба при ликвидации ЧС: определить такое распределение подразделений группировки, привлекаемой к ликвидации ЧС, по критически опасным процессам ЧС, чтобы при этом выполнялись следующие условия:

- достигался минимум возможного ущерба;
- вероятность своевременного устранения КОП была не ниже уровня гарантии их ликвидации;
- дополнительные необходимые ресурсы не превышали возможных;
- количество задействованных подразделений было бы равно числу КОП, т.е. найти матрицу X вида (1), чтобы

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}(c_{1i}p_{ijl} + c_{2i}(1 - p_{ijl})) \rightarrow \min, \quad (14)$$

$$x_{ij} p_{ijl} \geq P_0, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}. \quad (15)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} R_{ij} \leq R_0, \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} = m, \quad (17)$$

$$x_{ij} = 0; 1; i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}. \quad (18)$$

Данная задача, определяемая соотношениями (14)–(18), относится к классу задач линейного булева программирования. Для ее решения могут быть использованы типовые пакеты программ решения задач линейного программирования.

Рассмотрим практическую апробацию задачи (14)–(18) минимизации ущерба предупреждения и ликвидации ЧС на модельных данных.

Допустим, что группировка состоит из десяти подразделений $n = 10$, количество возможных КОП равно девяти $m = 9$.

Величины ущерба своевременной и несвоевременной ликвидации КОП приведены в табл. 1.

В первой строке таблицы 1 КОП – номера критически опасных процессов 1–9;

Во второй строке – величины ущерба, возникающего при своевременной ликвидации соответствующего КОП ($10^4 * c_1$ руб.).

В третьей строке – величины ущерба, возникающего при несвоевременной ликвидации соответствующего КОП ($10^4 * c_2$ руб.).

В табл. 2 приведены величины вероятностей своевременной ликвидации КОП.

Ограничение по вероятности своевременной ликвидации КОП $P_0 = 0,9$.

В табл. 3 приведены величины необходимых дополнительных ресурсов для подразделений при ликвидации соответствующего КОП.

Таблица 1

Величина ущерба ликвидации КОП (c_{1i}, c_{2i})

КОП	1	2	3	4	5	6	7	8	9
c_1	34	50	41	12	43	42	12	44	29
c_2	212	366	300	264	396	218	378	450	449

Таблица 2

Вероятности своевременной ликвидации КОП (p_{ij})

$m \setminus n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,92	0,86	0,87	0,82	0,91	0,84	0,94	0,92	0,90	0,81
2	0,81	0,83	0,85	0,82	0,81	0,83	0,94	0,83	0,89	0,94
3	0,83	0,84	0,94	0,95	0,92	0,88	0,88	0,90	0,80	0,85
4	0,91	0,85	0,92	0,90	0,85	0,93	0,89	0,89	0,81	0,86
5	0,88	0,88	0,80	0,91	0,85	0,83	0,92	0,83	0,80	0,93
6	0,95	0,84	0,85	0,88	0,93	0,92	0,84	0,90	0,81	0,94
7	0,80	0,87	0,94	0,89	0,86	0,94	0,89	0,95	0,83	0,87
8	0,91	0,87	0,83	0,88	0,91	0,91	0,84	0,80	0,86	0,90
9	0,87	0,89	0,93	0,92	0,82	0,91	0,94	0,86	0,82	0,82

Таблица 3

Необходимые дополнительные ресурсы ($R_{ij} * 10^4$ руб.)

m/n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	12	13	9	13	12	15	8	11	17	11
2	5	19	14	16	13	15	6	19	16	16
3	20	15	19	17	14	16	13	8	12	14
4	17	19	18	5	12	16	10	7	6	18
5	13	18	20	19	12	12	10	7	14	12
6	9	19	14	18	20	11	9	16	11	15
7	10	16	18	16	10	17	7	9	9	17
8	10	17	12	9	11	13	17	5	20	18
9	7	16	19	17	13	12	9	8	11	18

Ограничение по дополнительным ресурсам $R_0 = 100^*$ 10^4 руб.

Итоговое распределение подразделений по КОП приведено в таблице 4. Численное решение получено с помощью Microsoft Excel пакета оптимизации «Поиск решения» «Поиск решения линейных задач симплекс-методом».

Таким образом, в настоящей статье предложена модель минимизации ущерба при предупреждении и ликвидации ЧС в виде модели линейного бинарного программирования, выполнена ее практическая апробация на модельных данных. Предложенная модель минимизации ущерба СЧ может найти применение при планировании распределения имеющихся сил и средств РСЧС.

Таблица 4

Распределение подразделений по КОП (x_{ij})

m/n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Список использованных источников и литературы

1. Указ Президента Российской Федерации № 400 от 2 июля 2021 г. «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/40391>.
2. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2020 году». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/5304>.
3. Указ Президента Российской Федерации от 11 января 2018 г. № 12 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/42753>.
4. Ломакин М.И., Докукин А.В., Мошков В.Б., Олтян И.Ю. // Технологии гражданской безопасности. 2021. Т. 18. № 3 (69). С. 15–19.

MINIMIZATION OF DAMAGE DURING LIQUIDATION OF EMERGENCY SITUATIONS

Lomakin M.I., ScD (Technical Sc. Economic Sc.), Professor, All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies, Chief Researcher of the Institute

Dokukin A. V., ScD (Economic Sc.), All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies, Chief Researcher of the Institute

Moshkov V. B., PhD (Economic Sc.), All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies, Deputy Head of the Institute

Oltyan I. Yu., PhD (Technical Sc.), All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies, Scientific Secretary (in the rank of Deputy Head of the Institute)

Kim S.M., Postgraduate student of the Research Center of Informatics

The article deals with the problem of minimizing damage during the liquidation of emergency situations. Within the framework of the emergency situation, several critically dangerous processes have been identified, which are characterized by a critical time of their development and a different amount of damage. A model is proposed for determining and minimizing damage during the liquidation of emergency situations based on the distribution of units of the RSCHS grouping for the elimination of critically dangerous processes.

Keywords: emergency, critically dangerous process, random variable, probability, grouping of forces and means

List of used sources and literature

1. Decree of the President of the Russian Federation No. 400 of July 2, 2021 «On the National Security Strategy of the Russian Federation». [electronic resource]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/40391>.
2. State report «On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2020». [electronic resource]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/5304>.
3. Decree of the President of the Russian Federation No. 12 dated January 11, 2018 «On approval of the Fundamentals of the State Policy of the Russian Federation in the field of protection of the population and territories from emergency situations for the period up to 2030» [Electronic resource]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/42753>
4. Lomakin M.I., Dokukin A.V., Moshkov V.B., Oltyan I.Yu. // Technologies of civil security. 2021. Vol. 18. No. 3 (69). Pp. 15–19.

ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ КООПЕРАЦИИ

Бондарская О.В., канд. экон. наук, доц., доцент кафедры «Экономическая безопасность и качество» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,

Статья посвящена авторской идее формирования модели межрегиональной промышленной кооперации в современных условиях развития хозяйствующих субъектов.

Устойчивое взаимодействие органов власти и частного бизнеса предполагает реализацию договора, регулирующего отношения сторон для производства общественно значимой, например, наукоемкой продукции, обеспечения импортозамещения, оперативного решения национальных задач и проблем.

Предмет исследования – качественный анализ общедоступных данных, касающихся рассматриваемой проблематики. Целями исследования стали различные форматы реализации проектов государственно-частного партнерства с точки зрения выбора инструментов разработки для обеспечения качества и контроля, целесообразность их применения как одного из приложений классического инструментария проектного управления.

Активность органов власти выражается в форме участия в капитале хозяйствующих субъектов, но остается высокой динамика количества заключаемых концессионных соглашений различного вида.

Автором предложена принципиальная схема алгоритма создания государственно-частного партнерства в региональном транспортном узле.

Ключевые слова: модель, качество, бизнес, результат, межрегиональное взаимодействие, промышленная кооперация, система, хозяйствующий субъект, наукоемкая продукция, инновации, сектора экономики.

В настоящее время государственно-частные партнерства (ГЧП) – важнейший механизм хозяйственного взаимодействия органов власти и частного бизнеса. Использование ГЧП для повышения эффективности межрегиональной промышленной кооперации именно при производстве наукоемкой продукции может обеспечить улучшение условий хозяйственной деятельности.

В соответствии с законодательством программы и проекты хозяйственного взаимодействия органов власти и частного бизнеса могут реализовываться в самых разных секторах экономики, наибольшее распространение они получили в области общественного транспорта, переработки отходов (например, в Великобритании и Франции), а также в инновационной сфере.

Вместе с тем, ряд особенностей хозяйственного взаимодействия органов власти и частного бизнеса предполагает использование специальных ограничений к этим проектам. Например, О.А. Оганян выделяет следующие общие признаки механизмов проектного управления и ГЧП:

- хозяйственное взаимодействие органов власти и частного бизнеса рассматривается как проект,

имеющий уникальную цель, структуру, сроки и процесс реализации;

- для организации взаимодействия создается специальный хозяйствующий субъект, наделяемый целевыми ресурсами и выступающий в качестве институциональной основы проекта, что позволяет участникам использовать забалансовые обязательства, распространяемые на другие направления деятельности;

- проценты и основной долг выплачиваются из генерируемых проектом ресурсных потоков, что предполагает разработку специальной схемы ресурсного обеспечения, ориентированной на длительный срок, для ресурсоемких проектов;

- участники хозяйственного взаимодействия анализируют чувствительность ресурсных потоков проекта к наиболее существенным рискам в экономической, экологической и социальной сфере, а также фиксируют ключевые факторы успеха;

- для проекта определяются области риска, оценка которых позволяет распределить ответственность между партнерами;

■ участники партнерства заключают договор, обеспечивающий беспрепятственное выполнение проекта как главной цели их взаимодействия, четкое разграничение ответственности и обязательств партнеров [1].

На практике для ресурсного обеспечения проекта ГЧП можно воспользоваться кредитом с правом полного или частичного регресса на все ресурсы заемщика. В этом случае кредитный договор дает кредитору право на получение от заемщика средств, выданных в форме кредита, полностью или частично за счет имущества заемщика. Если ресурсное обеспечение проводится без регресса, подобное право кредитору не предоставляется. Современная практика такова, что проектное ресурсное обеспечение, как правило, предполагает частичный регресс.

Участник системы межрегиональной промышленной кооперации как потенциальный частный партнер может предлагать собственные инициативы, направленные на повышение качества наукоемкой продукции и создание условий для развития экономики региона. Вовлеченные в межрегиональную промышленную кооперацию органы власти должны анализировать инициативные предложения для создания базы альтернатив, в том числе на основе комплексного сравнения показателей качества и интенсивности инновационного развития. Например, Правительство Канады обосновало условия, повышающие эффективность использования государственно-частного партнерства при объединении ресурсов органов власти и частного бизнеса [2]:

- ресурсное обеспечение деятельности партнерства – обязанность не только регионального бюджета;
- в результате объединения ресурсов качество продукции должно повышаться, а интенсивность вредного воздействия на природу – снижаться, то есть использование ресурсов частных хозяйствующих субъектов, выступающих в роли партнеров способствует динамике развития территории;
- применение ресурсов частного партнера ведет к сокращению сроков реализации проекта в рамках партнерства;
- потребители продукции выступают за привлечение частных партнеров в проект;
- выявлен высокий потенциал конкуренции между желающими принять участие в проекте со стороны частного бизнеса;
- отсутствуют законодательные или нормативные запреты на использование ресурсов частного бизнеса

для реализации проектов в конкретном направлении деятельности;

- ресурсы, результаты и вклад всех участников партнерства поддаются простой и достоверной оценке;
- совокупная стоимость привлекаемых в проект ресурсов может быть компенсирована спросом на продукт;
- в результате проекта повышается устойчивость развития и экономическая привлекательность регионов;
- существуют примеры и положительные результаты реализации государственно-частного партнерства между региональными органами власти и частным бизнесом.

Если эти условия не выполняются, модель ГЧП в рассматриваемом проекте использовать не следует. В случае выполнения более половины условий проект анализируется дополнительно. При соблюдении всех условий необходимо рассмотреть ряд организационных вопросов, связанных с оценкой потенциального вклада органов власти в создаваемое партнерство:

- 1) каковы возможные угрозы и препятствия на пути создания ГЧП в той или иной области, например в инновационной сфере?
- 2) какими ресурсами для создания партнерства располагают региональные органы власти?
- 3) заинтересован ли частный бизнес в использовании этих ресурсов?
- 4) является ли государственно-частное партнерство наиболее эффективным способом производства конкретной продукции или повышения устойчивости развития?

Выявление возможных угроз и препятствий для партнерства может стать причиной отказа от данной модели хозяйственного взаимодействия органов власти и частного бизнеса при производстве наукоемкой продукции. Тем не менее, даже при соблюдении базовых условий формирования ГЧП остаются вопросы, на которые нужно получить ответы до запуска процесса создания партнерства. Например, важно выяснить, перевешивают ли выгоды от создания ГЧП возможный ущерб. Анализ выгод и ущерба при реализации мероприятий по участию органов власти в системе межрегиональной промышленной кооперации должен проходить в два этапа:

1. Органы власти регионов определяют реальные затраты ресурсов на производство продукции (существующие и предполагаемые).

2. Проводится количественный анализ выгод и ущерба по всем направлениям развития регионов. Реальные затраты ресурсов при производстве наукоемкой продукции органами власти территории определяются количественно. По нашему мнению, в системе межрегиональной промышленной кооперации для производства наукоемкой продукции учитываются:

- непосредственно используемые ресурсы, например, знания, технологии, люди, земля, оборудование;
- косвенно вовлекаемые ресурсы, в частности, прилегающие территории, ресурсы на восстановление экологического благополучия;
- инвестиционные ресурсы, например, в оборудование, образование, обслуживание долга и миграционные потоки.

Реальная оценка должна учитывать все относящиеся к рассматриваемому проекту кооперации ресурсы. После определения реальных ресурсных расходов на производство наукоемкой продукции органы власти региона (регионов) могут скорректировать свою деятельность по результатам анализа и продолжать производство продукции без привлечения частного бизнеса.

Например, на базе Мичуринского государственного аграрного университета в Тамбовской области создаются наукоемкие технологии производства продукции. Однако производство части продукции требует дополнительных ресурсов, в том числе в рамках межрегиональной промышленной кооперации. Если власти считают потенциал создания ГЧП высоким, они могут инициировать проведение более глубокого анализа выгод и ущерба создаваемого партнерства.

Этот вопрос играет важную роль в управлении межрегиональной промышленной кооперацией, так как при анализе наряду с экономическими ресурсами необходимо учитывать экологические и социальные ресурсы. Свои ограничения накладывает отраслевая принадлежность создаваемого партнерства. В частности, в промышленности необходимо учитывать все виды экологического воздействия на территорию, в том числе ущерб природе в результате производственных выбросов или сброса отходов в водную систему.

Поэтому перед запуском проекта по созданию государственно-частного партнерства целесообразно изучить мнения представителей частного бизнеса относительно необходимых ресурсов, которые, как правило, включают в себя:

- ресурсы на организацию ГЧП – человеческий капитал, знания, компетенции участников, материальные и финансовые затраты;

- эксплуатационные ресурсы в процессе производства и реализации продукта, в том числе на снижение интенсивности природопользования.

Иными словами, по результатам анализа органы власти регионов оценивают, какие виды продукции целесообразно производить в формате государственно-частного партнерства, каков ресурсный потенциал территории и определяют приоритетное направление развития с учетом возможностей и общественных запросов. Мы предлагаем использовать следующий алгоритм создания государственно-частного партнерства в системе межрегиональной промышленной кооперации при производстве наукоемкой продукции.

На первом этапе органы власти регионов определяют внешние и внутренние условия, выбирают приоритеты устойчивого развития, которые целесообразно реализовать с использованием механизма ГЧП. В результате оценки определяются виды продукции, подходящие по своим свойствам и запросам под требования партнерства, а также устанавливаются значения критериев для рационального взаимодействия в рамках межрегиональной промышленной кооперации.

В рамках второго этапа осуществляется подготовка к производству наукоемкой продукции на условиях межрегиональной промышленной кооперации через механизм государственно-частного партнерства, в том числе определяются виды продукции, например, фармацевтическая, биотехнологическая, химическая. Затем подбирается команда управления партнерством, определяются условия участия возможных частных партнеров, оформляются необходимые согласования, устанавливаются параметры оценки качества и интенсивности взаимодействия, связи или составляется программа привлечения новых участников.

На третьем этапе формируется перечень партнеров, представляющих все группы заинтересованных сторон. По мнению С.А. Журавлева, «данный шаг позволяет органам власти регионов сформировать перечень требований для отбора поступающих предложений, оценки поступивших предложений и выбора подходящего предложения и состава партнеров» [3].

Четвертый этап – согласование условий и подписание документов о партнерстве. После отбора партнеров начинается переговорный процесс, заинтересованные стороны устанавливают форму переговоров и состав участников для подготовки предварительной версии договора о партнерстве. После согласования этого документа партнерами стороны подписывают договор [4].

На пятом этапе осуществляются реализация механизма, текущий мониторинг параметров и результатов

функционирования партнерства. После подписания договора всеми участниками начинается текущее хозяйственное взаимодействие. Стороны предоставляют ресурсы для производства продукции и извлекают результаты, которые распределяются пропорционально их вкладу. Для этого все участники осуществляют мониторинг, фиксирующий соблюдение участниками условий договора о партнерстве.

В результате реализации механизма государственно-частного партнерства формируются факторы устойчивости развития регионов на основе межрегиональной промышленной кооперации. Чтобы партнерство повышало устойчивость развития регионов, должны выполняться необходимые и достаточные условия, описывающие состояние самих партнеров и среды хозяйственного взаимодействия в процессе производства наукоемкой продукции, в том числе количественные оценки целевых показателей взаимодействия и уровня кооперации.

Для партнера со стороны органов власти основные условия – политическая воля и наличие инициативы для привлечения частного бизнеса к производству продукции, оказывающей влияние на экономическую и инновационную среду [5]. Приоритетное условие для частного бизнеса – возможность получения экономического эффекта в результате партнерства. Достаточным условием для обеих групп заинтересованных сторон является наличие требуемых ресурсов для участия в партнерстве.

Таким образом, создание ГЧП требует от всех групп заинтересованных сторон соответствующих знаний и профессиональных навыков, выходящих за рамки непосредственно хозяйственного взаимодействия. При этом все группы должны предлагать инновационно-ориентированные проекты, повышающие качество промышленного производства и обеспечивающие развитие экономики регионов, вовлеченных в межрегиональную промышленную кооперацию.

Список использованных источников и литературы

1. Частно-государственное партнерство (ЧГП) – альтернатива приватизации и средство привлечения инвестиций в экономику // Под ред. Оганяна О.А. – М.: 2004.
2. WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol 142. // 2010 WIT Press [Электронный]. // URL: www.witpress.com
3. Журавлев С.А. Об эффективности механизма реализации частно-государственного партнерства // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 13(149). С. 137–144.
4. Рейтинг инвестиционной привлекательности регионов. Агентство стратегических инициатив (АСИ) регионов <https://delen.ru/investicii/rejting-regionov-po-investicionnoj-privlekatelnosti.html#dvadtsatka-liderov-reytinga-investitsionnoy-privlekatelnosti-subektov-rf-2019-god>
5. Бондарская Т.А., Минько Л.В., Бондарская О.В. безопасность субъектов российского рынка: современное состояние и меры по ее обеспечению: монография/ Тамбов: Изд-во ТОИПКРО, 2020. 220 с.

FORMATION OF A MODEL OF INTERREGIONAL INDUSTRIAL COOPERATION

Bondarskaya O.V., Associate Professor of the Department «Economic Security and Quality» of the Tambov State Technical University, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

The article is devoted to the author's idea of forming a model of interregional industrial cooperation in modern conditions of development of economic entities. Sustainable interaction between government authorities and private business presupposes the implementation of an agreement regulating the relations of the parties for the production of socially significant, for example, high-tech products, ensuring import substitution, operational solutions to national tasks and problems. The subject of the study is a qualitative analysis of publicly available data concerning the issues under consideration. The objectives of the study were various formats for the implementation of public-private partnership projects in terms of the choice of development tools for quality assurance and control, the feasibility of their use as one of the applications of the classical project management tools. The activity of the authorities is expressed in the form of participation in the capital of economic entities, but the dynamics of the number of concession contracts concluded remains high.

Keywords: model, quality, business, result, interregional interaction, industrial cooperation, system, business entity, high technology products, innovations, economic sectors.

List of used sources and literature

1. Ohanyan O.A., Public-private partnership (PPP) - an alternative to privatization and a means of attracting investment into the economy // Ed. Ohanyana O.A. – M. – 2004.
2. WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol 142 // 2010 WIT Press [Electronic]. // URL: www.witpress.com.
3. Zhuravlev S.A. On the effectiveness of the mechanism for the implementation of public-private partnership / S.A. Zhuravlev // Bulletin of the Orenburg State University. – 2012. – No. 13 (149). – S. 137–144.
4. Rating of investment attractiveness of regions. Agency for Strategic Initiatives (ASI) of the Regions <https://delen.ru/investicii/rejting-regionov-po-investicionnoj-privlekatelnosti.html#dvadtsatka-liderov-reytinga-investitsionnoj-privlekatelnosti-subektov-rf-2019-god>.
5. Bondarskaya T.A. Security of subjects of the Russian market: current state and measures to ensure it: monograph / T.A. Bondarskaya, L.V. Minko, O.V. Bondarskaya. – Tambov: TOIPKRO Publishing House, 2020. – 220 p.

ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФИНАНСОВОГО МЕХАНИЗМА И ЕГО РОЛЬ В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВА

Гурович А.М., канд. экон. наук, зам. министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

В статье рассмотрены сущность финансового механизма, содержание структуры, составляющие элементы и характеристики. Обобщены мнения исследователей относительно понятия финансового механизма. Представлены количественные и качественные показатели, раскрывающие внутреннее содержание финансового механизма. Показана роль финансового механизма в регулировании пространственного развития государства, определены мероприятия по его развитию и совершенствованию.

Ключевые слова: финансовый механизм, государственное регулирование, финансовые инструменты, обеспечение, направления, ресурсы, финансовая политика.

Главная цель государства в любой период развития – обладание возможностью осуществлять контроль и регулирование в сфере формирования и использования любых видов ресурсов. Обратимся к такой категории, как финансовый механизм регулирования пространственного развития государства. Известно, что данная категория – структурный элемент финансовой политики. Использование инструментов финансового механизма в современных условиях экономической среды способствует развитию системы финансовых отношений и оптимизации взаимодействия входящих в нее участников.

Исследователи в области понимания сущности финансового механизма придерживаются различных трактовок этого понятия. Обобщив большинство мнений, можно подытожить, что финансовый механизм, включающий формы финансовых ресурсов, способы их создания и нормативно-правовую базу, оказывает регулирующее воздействие на процессы, происходящие в системе государственного управления [1]. С учетом этого финансовый механизм можно представить как систему, включающую методы, способы и приемы, под влиянием которых финансовые ресурсы создаются и направляются на планомерное функционирование и развитие государства и регионов [5].

Заметим, что финансовый механизм, играющий важную роль в регулировании пространственного развития государства, содержит источники, помогающие применять финансовые инструменты. В частности, источники информационного,

правового и нормативного характера. Как уже констатировалось, финансовый механизм предусмотрен финансовой политикой государства, устанавливающей направления его применения и взаимодействия с аппаратом экономического регулирования.

Выделяются следующие структурные элементы финансового механизма:

- комплекс финансовых методов;
- финансовые инструменты [4];
- обеспечение правового, нормативного и информационного характера.

Раскроем содержание каждого из приведенных структурных элементов.

Комплекс финансовых методов включает совокупность составляющих методов, с помощью которых образуются денежные средства с последующим их использованием по целевому назначению. Среди этих методов можно выделить:

- оперативное управление;
- планирование;
- обеспечение;
- регулирование;
- контроль.

К финансовым инструментам относятся:

- денежные средства;
- ценные бумаги;

- кредиторская и дебиторская задолженность;
- другие финансовые инструменты.

Обеспечение правового характера представлено совокупностью законодательных актов, которыми регулируются:

- деятельность в сфере предпринимательства;
- налоговые отношения;
- охрана окружающей среды;
- безопасность жизнедеятельности;
- охрана труда;
- социальное страхование и обеспечение;
- внешнеэкономическая деятельность;
- другие правоотношения.

Обеспечение нормативного характера предусматривает:

- правила;
- положения;
- методические указания;
- рекомендации;
- другие элементы.

Для функционирования объектов во всех областях финансовой деятельности используются следующие сведения:

- представленные на финансовых рынках;
- включающие информацию о налогах и сборах;
- отображающие стоимость ресурсов на различных рынках;
- об организациях, имеющих конкурентное преимущество;
- составляющие финансовую отчетность;
- статистического характера.

Некоторые исследователи конкретизируют структурные элементы финансового механизма, классифицируя его по структуре, которая сложилась в финансовой системе. Поэтому можно обнаружить применение финансового механизма в:

- организациях, учреждениях и на предприятиях [8];
- бюджетной системе;
- страховой сфере;
- других областях применения [7].

Представленная информация позволяет сформулировать определение финансового механизма регулирования пространственного развития государства. Финансовый механизм – это комплекс финансовых методов, финансовых инструментов, имеющий правовое, нормативное и информационное обеспечение, а также устанавливающий порядок в сфере финансово-экономических отношений на территории государства и регионов.

По нашему мнению, заслуживает внимания еще одно определение этой категории. Финансовый механизм регулирования пространственного развития государства представляет собой объединение финансовых методов

и инструментов, используемых в формировании условий и стимулировании развития территории субъектов Российской Федерации согласно установленным направлениям финансовой политики.

С учетом намеченных целей финансовой политики необходимо отметить, что она направлена на регулирование рационального группирования государственных финансовых и кредитных ресурсов по предназначению в определенном количестве, которое позволило бы государству оказывать воздействие на развитие экономических отношений в регионах, а также обеспечивать исполнение первостепенных или непредсказуемых обязательств и формирование предпосылок расширения масштабов направляемых финансовых средств. Очевидно, что в финансовом механизме регулирования пространственного развития государства рассредоточены функции управления. В то же время при необходимости с помощью имеющихся финансовых инструментов государство может оказывать прицельное воздействие на экономические отношения в регионах.

Однако, как показывает статистическая отчетность, направления финансовой политики Российской Федерации противоречивы, на что указывает наличие как объективно развивающихся финансовых отношений, так и мер финансовой политики, содержащих приемы субъективного характера. Неоднозначность направлений финансовой политики порождает использование различных элементов финансового инструментария как структурной части финансового механизма государственного регулирования [3].

Стоит заметить, что мероприятия в рамках процесса финансового регулирования невозможно осуществлять без посторонней поддержки. Следовательно, любое нововведение в направлении финансовой политики отражается в том числе и на финансовом регулировании. Примечательно, что способы и приемы, применяемые в процессе финансового регулирования, остаются устойчивыми. Данное обстоятельство говорит о том, что влияние со стороны финансового регулирования может не иметь точек соприкосновения с мероприятиями, реализуемыми в рамках финансовой политики страны.

С учетом обстоятельств, возникающих в подобных ситуациях, рекомендуется использовать более действенный способ – механизм регулирования пространственного развития государства. Для одного из главных финансовых инструментов в сфере государственного управления. характерны следующие характеристики:

- является элементом, входящим в систему управления экономикой государства;

- предопределяется имеющимися финансовыми правоотношениями, а также оказывает на них существенное воздействие;
- имеет способность изменяться и развиваться при совершенствовании форм и методов, используемых в финансово-экономических отношениях;
- использует накопленный потенциал финансовых инструментов, с помощью которых может воздействовать на социально-экономическую сферу;
- сочетает определенный спектр финансовых методов и рычагов, состав которых может изменяться в соответствии с проводимой финансовой политикой в стране;
- включает абсолютные и относительные значения, зависящие от характера государственного присутствия в экономических процессах.

Следует подчеркнуть, что финансовый механизм регулирования пространственного развития государства предназначен для:

- организации финансового обеспечения мер, принимаемых на государственном уровне в сфере регулирования развития территорий субъектов Российской Федерации;
- финансового регулирования социально-экономических отношений в регионах.

Финансовый механизм содержит количественные и качественные показатели. К количественным относятся объемы финансовых ресурсов, которые формируются и направляются по назначению в субъекты Российской Федерации. Качественные показатели финансового механизма регулирования пространственного развития представляют собой комплекс методов, способов и форм, с помощью которых создаются финансовые ресурсы.

Названные показатели говорят о существовании двух методов регулирования социально-экономического развития территорий субъектов Российской Федерации:

- финансовое обеспечение;
- финансовое регулирование [2].

Данные методы – определяющие в структуре финансового механизма государственного регулирования, содержат специфические способы и приемы, с помощью которых осуществляется финансовое воздействие на хозяйственную деятельность в регионах. Выбор оптимального метода определяется направлениями финансовой политики государства.

Развитие и совершенствование экономики в регионах, а также социально-экономических отношений связано с организацией финансового регулирования [6] в соответствии с направлениями, отвечающими за формирование фондов финансовых ресурсов. Финансовое обеспечение, как метод финансового механизма, имеет преобладающее значение в условиях функционирования системы государственного управления, для которой характерны административно-командные признаки. В данном случае средства, которые доводятся в соответствии с указаниями и распоряжениями системы государственного управления, составляют ее материальное обеспечение.

Таким образом, развитие и совершенствование финансового механизма зависит от следующих мероприятий:

- согласованности выполняемых функций всеми участниками экономических отношений;
- упорядоченности и непротиворечивости направлений финансовой политики государства;
- единства используемых финансовых методов и инструментов в регулировании пространственного развития субъектов Российской Федерации.

Список использованных источников и литературы

1. Аникин В.И. Энергетическая политика и вопросы экономической дипломатии России как приоритет мирового развития. – М., 2014. 179 с.
2. Герасимова Л.Н. Современные тенденции учета деривативов // Бухгалтерский учет, анализ, аудит и налогообложение: проблемы и перспективы. Сборник статей II Всероссийской научно-практической конференции. 2014. С. 26–29.
3. Гришин О.Е. Проблемы политической науки. – М., 2014. 164 с.
4. Закутнев С.Е., Закутнева А.С. Совершенствование бюджетной политики в сфере государственной поддержки реального сектора экономики // Вопросы контроля хозяйственной деятельности и финансового аудита, национальной безопасности, системного анализа и управления: сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции. 2020. С. 70–73.
5. Лев М.Ю. Актуальные проблемы государственного регулирования цен в условиях нестабильной экономики. – М., 2012. 204 с.
6. Малова Т.А. Анализ процесса капитализации рыночной стоимости в условиях экономического кризиса // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. 2010. № 2. С. 51–57.

7. Нечаев В.И. Совершенствование методов анализа дебиторской задолженности и денежных средств с целью снижения финансовых рисков предприятия // Аудит и финансовый анализ. 2007. № 5. С. 105–117.
8. Чистов И.В., Масленкин Е.В. Аудит эффективности использования средств федерального бюджета, выделяемых на стимулирование и адресную финансовую поддержку организаций оборонно-промышленного комплекса // Вопросы контроля хозяйственной деятельности и финансового аудита, национальной безопасности, системного анализа и управления: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 42–45.

FUNDAMENTALS OF THE FORMATION OF A FINANCIAL MECHANISM AND ITS ROLE IN THE SYSTEM OF STATE REGULATION OF SPATIAL DEVELOPMENT

Gurovich A.M., Deputy Minister of Emergency Situations of the Russia, candidate of Economic Sciences

The article examines the essence of the financial mechanism, the content of the structure, the constituent elements and characteristics. The opinions of researchers on the concept of a financial mechanism are summarized. Quantitative and qualitative indicators revealing the internal content of the financial mechanism are presented. The role of the financial mechanism in regulating the spatial development of the state is shown, measures for its development and improvement are determined.

Keywords: financial mechanism, state regulation, financial instruments, provision, directions, resources, financial policy.

List of used sources and literature

1. Anikin V.I. Energy policy and issues of economic diplomacy of Russia as a priority of world development. – M., 2014. 179 p.
2. Gerasimova L.N. Modern trends in derivatives accounting // Accounting, analysis, audit and taxation: problems and prospects. Collection of articles of the II All-Russian Scientific and Practical Conference. 2014. PP. 26–29.
3. Grishin O.E. Problems of political science. – M., 2014. – 164 p.
4. Zakutnev S.E., Zakutneva A.S. Improvement of budget policy in the sphere of state support of the real sector of the economy // Issues of economic activity control and financial audit, national security, system analysis and management: collection of materials of the V All-Russian Scientific and Practical Conference. 2020. PP. 70–73.
5. Lev M. Yu. Actual problems of state price regulation in an unstable economy. – M., 2012. 204 p.
6. Malova T.A. Analysis of the process of capitalization of market value in the conditions of the economic crisis // Business. Education. Right. Bulletin of the Volgograd Institute of Business. 2010. No. 2. PP. 51–57.
7. Nechaev V.I. Improvement of methods of analysis of receivables and cash in order to reduce the financial risks of the enterprise // Audit and financial analysis. 2007. No. 5. PP. 105–117.
8. Chistov I.V., Maslenkin E.V. Audit of the effectiveness of the use of federal budget funds allocated for stimulating and targeted financial support of organizations of the military-industrial complex // Issues of economic activity control and financial audit, national security, system analysis and management: a collection of materials of the II All-Russian scientific and practical Conference. 2017. PP. 42–45.

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И КОНСТРУИРОВАНИЯ ЗЕНИТНЫХ УПРАВЛЯЕМЫХ РАКЕТ БОЛЬШОЙ ДАЛЬНОСТИ

Попков Д.В., канд. экон. наук, генеральный директор АО «ММЗ «Авангард»

В статье рассмотрены этапы жизненного цикла зенитных управляемых ракет большой дальности. Особое внимание уделено этапу разработки изделия, включающему проектирование и конструирование. Описаны процессы создания образа будущей ракеты и составления технических заданий на комплектующие элементы изделия. С использованием рабочих схем, составленных в процессе конструирования ракет, впоследствии можно изготовить планируемое изделие.

Ключевые слова: зенитная управляемая ракета, жизненный цикл изделия, проектирование, конструирование, процесс, мероприятие, параметры.

В настоящее время процессам проектирования и конструирования изделий военного назначения уделяется особое внимание. По мнению ученых, эти процессы включают в себя ряд мероприятий, отражающих рабочие операции по формированию изделий, объектов и комплексов.

Прежде чем обратиться к процессам проектирования и конструирования изделий, напомним, что они входят в один из этапов жизненного цикла изделия под названием «разработка».

Жизненный цикл типовых конструкций (видов) вооружения, военной и специальной техники содержит несколько стадий – от моделирования и проектирования до серийного выпуска изделий, обеспечения их эксплуатации, возможной модернизации и утилизации [5].

По мнению В.И. Куренкова, жизненный цикл изделия включает в себя ряд этапов, отображающих возникновение необходимости в некотором объекте, его создание и использование [2].

Основными составляющими жизненного цикла изделия являются следующие этапы:

- разработка;
- производство;
- эксплуатация;
- утилизация.

Зенитная управляемая ракета относится к типу изделий, которые разрабатываются и выпускаются на оборонных промышленных предприятиях. Эти предприятия входят в высокотехнологичные концерны, проектирующие и

производящие современные образцы, комплексы и системы вооружения, военной и специальной техники [1]. Изделие (ракета) отличается наукоемкими характеристиками.

Поэтому необходимо расширить перечень стадий жизненного цикла ракеты, включив в него такие этапы, как:

- анализ и основание разработки изделия;
- непосредственно разработка изделия;
- опытная проверка изделия;
- воздушные испытания изделия;
- серийное производство;
- применение изделия;
- утилизация изделия.

В процессе анализа и обоснования разработки изделия собираются сведения и составляются технические задания на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР).

На этапе разработки в результате комплекса принятых решений появляется предварительный вариант планируемого изделия.

Под разработкой понимается также этап жизненного цикла изделия, обеспечивающий выбор его образца из предложенных альтернатив в планируемой документации. Еще одно определение раскрывает суть процесса разработки как набора определенных функциональных мероприятий, конечным результатом которых будет модель предполагаемого изделия, сформированная с соблюдением всех предъявляемых к ней требований.

Итогом разработки служит один из вариантов изделия, подлежащего созданию в определенные сроки

с использованием имеющихся сил и средств, поставляемых предприятиям.

Следует заметить, что вариант будущего изделия подлежит рассмотрению, исследованию и утверждению в качестве исходного образца для последующей работы с ним на других этапах жизненного цикла изделия [4, 6].

Согласно формулировке, в нормативных документах процесс разработки представляет собой систему, содержащую характеристики создаваемого изделия, требуемые при его формировании в установленных параметрах на основании исходного представления о данном изделии и (или) порядка его работы с совершенствованием характерных особенностей изделия.

Разработка ракет включает два направления: проектирование и конструирование. При проектировании запланированного изделия создается примерный набросок будущей ракеты и формируются технические задания на его комплектующие. На следующем этапе – конструирования ракеты – создаются рабочие схемы, с использованием которых впоследствии изготавливается планируемое изделие.

Опытная проверка изделия предусматривает:

- диагностику с помощью приборов и устройств;
- проверку работоспособности и корректирование (при необходимости);
- проверку параметров изделия в целом.

По завершении опытной проверки изделия наступает этап испытания ракеты в воздухе (воздушные испытания).

В рамках серийного производства создается серия изделий для проверки их качественных характеристик. При необходимости в конструкцию изделий вносятся дополнения и изменения.

Применяется изделие по его назначению в следующем порядке:

- подготовка изделия к эксплуатации;
- непосредственная эксплуатация изделия;
- обслуживание изделия в процессе эксплуатации.

При эксплуатации изделия обнаруживаются недостатки, которые устраняются путем корректирования и совершенствования его частей.

Вернемся к проектированию ракеты, которое состоит из:

- подготовки технических предложений;
- формирования чертежа нового изделия;
- создания технического проекта изделия;
- составления необходимых документов для конструирования изделия.

На такой стадии проектирования ракеты, как подготовка технических предложений, приводятся все технические параметры нового изделия (длина, диаметр, масса и др.). В частности, осуществляются следующие мероприятия [3]:

- изучение сведений по ранее изготовленным изделиям;
- подготовка технических положений для изготовления изделия;
- определение предполагаемых параметров скорости изделия;
- принятие решение о применении определенных элементов топлива;
- установление начальной массы изделия;
- определение примерных предельных очертаний изделий (габаритных характеристик);
- создание планируемого эскиза изделия;
- определение характеристик массы частей, составляющих изделие;
- корректирование эскиза изделия;
- определение пути движения изделия;
- внесение изменений (при необходимости) в параметры создаваемого изделия.

На стадии формирования чертежа нового изделия выполняются такие действия, как:

- формирование схемы изделия с указанием характеристик объема изделия, составляющих его частей и элементов;
- составление технических заданий на изготовление элементов, входящих в конструкцию изделия.

Стадия создания технического проекта изделия включает более подробную отработку элементов изделия. На данной стадии могут быть сформированы части и изделие полностью.

На завершающей стадии проектирования изделия разрабатывается нормативная база для создания экспериментальной модели изделия.

Теперь обратимся к конструированию ракеты. Согласно научным и теоретическим источникам конструирование представляет собой систему, в которой спроектированные изделия и их части облекают в определенные фигуры, оптимально позволяющие изготовить их по назначению.

Данное направление предусматривает комплекс мероприятий, связанных с обсуждением и изображением изделия, определением средств и способов его производства.

Конструируется ракета на основе детализированной схемы, отображающей все части изделия: устройства, приборы, установки и прочие элементы.

Мероприятия по конструированию ракеты проявляются в процессе формирования чертежа нового изделия. Последующие процессы конструирования связаны

с созданием технического проекта ракеты, технического задания на определенные части будущего изделия. Кроме того, конструирование имеет место при направлении сформированного и проверенного изделия по назначению (использованию).

Следует отметить, что конструирование ракеты – наиболее сложный процесс, содержащий значительное количество мероприятий по составлению документов, включающих справочную информацию о параметрах, свойствах, характеристиках изделия, комплектующих, методах обработки его частей, формах сборки и других особенностях.

При конструировании ракеты выполняется комплекс операций.

Во-первых, изделие разделяется на составляющие его элементы. Ракета делится на части, в них можно выделить устройства и приборы, состоящие из деталей, которые были использованы при их создании.

Во-вторых, определяются материалы для изготовления изделия.

В-третьих, рассчитываются пространственные размеры входящих в изделие элементов.

В-четвертых, определяются оптимальные поперечные сечения деталей, при которых изделие выдержит воздействующую на него нагрузку.

В-пятых, выбирается целесообразный порядок объединения частей изделия друг с другом.

В-шестых, составляются конструкторские документы на изделие – схемы, отображающие сведения средствах и материалах, из которых изготовлены детали изделия, порядок сборки частей, указания по их обработке и другую информацию.

Как уже отмечалось, изделие должно выдерживать воздействующую на него нагрузку. Поэтому при

конструировании ракеты выбираются параметры составляющих ее элементов, обеспечивающие надежность изделия (минимум отказов на этапе эксплуатации).

Рассмотрим случаи неисправности ракеты. Как правило, они обнаруживаются вследствие:

- повреждения частей изделия;
- влияния метеорологических условий на части изделия;
- потери изделием устойчивого состояния.

Повреждения частей изделия бывают локальными, когда, например, появляются незначительные разрывы, вмятины. Возникают также повреждения частей, в результате которых одна часть изделия отделяется от другой.

Из-за влияния метеорологических условий, воздействия значительной температуры, компоненты изделия оплавляются.

Потеря устойчивого состояния – результат воздействия большой нагрузки на изделие.

При определении параметров конструкции изделия следует учитывать, что вероятность повреждения в результате воздействующих внутренних сил зависит от силы напряжения. В условиях, не приводящих к повреждению изделия, напряжение в пределах допустимых значений. Повышенное напряжение будет способствовать отказу изделия.

Таким образом, процессы проектирования и конструирования зенитной управляемой ракеты требуют:

- определения и регулирования основных мероприятий, входящих в данные процессы;
- соблюдения ответственными специалистами регламента выполняемых работ;
- обеспечения необходимыми материалами конструкции изделий;
- организации взаимодействия при выполнении рабочих операций;
- контроля и оценки качества и надежности созданных изделий.

Список использованных источников и литературы

1. Закутнев С.Е., Поляков А.С. Оценка конкурентных преимуществ организаций оборонно-промышленного комплекса // Военный академический журнал. – М. 2020. № 4 (28). С. 68–74.
2. Куренков В.И. Основы проектирования ракет-носителей. Выбор основных проектных характеристик и формирование конструктивного облика: учебное пособие / под ред. д.т.н., проф. А.Н. Кирилина. Самара: Изд-во Самарского аэрокосмического университета, 2011. 458 с.
3. Мишин В.П., Карраск В.К. Основы конструирования ракет. М.: Машиностроение. 1991. 260 с.
4. Овсянников В.Е., Шпитко Г.Н. Основы проектирования и конструирования машин: учебное пособие. Курган: Изд-во Курганского государственного университета. 2012. 75 с.

5. Чистов И.В. Сосков М.Н. Инвестиционный подход к оценке и управлению полными затратами жизненного цикла продукции военного назначения // Военный академический журнал. – М. 2020. № 4 (28). С. 62–67.
6. Хачатурян А.А., Саломатин М.М. Роль предприятий электроэнергетического комплекса России в обеспечении экономического роста государства // Материалы Международной научно-практической конференции «Потенциал социально-экономического развития Российской Федерации в новых экономических условиях». М.: Московский университет им. С.Ю. Витте. 2015. С. 155–160.

ON THE CHARACTERISTIC FEATURES OF THE PERFORMED WORKING OPERATIONS IN THE DEVELOPMENT AND DESIGN OF LONG-RANGE ANTI-AIRCRAFT GUIDED MISSILES

Popkov D.V., General Director AO MMZ Avangard, Candidate of Economic Sciences

The article considers the stages of the life cycle of long-range anti-aircraft guided missiles. The author pays special attention to the stage of product development, including the design and construction of missiles. The activities included in these areas of product development are described in detail. When designing a rocket, it is indicated about creating a certain image of the future rocket and drawing up technical specifications for the components of this product. In the process of designing rockets, working schemes are created, using which the planned product is subsequently destined to be made.

Keywords: anti-aircraft guided missile; product life cycle; design; construction; process; event; parameters.

List of used sources and literature

1. Zakutnev S. E., Polyakov A.S. Evaluation of competitive advantages of organizations of the military-industrial complex // Military Academic Journal – М. 2020. № 4 (28). PP. 68–74.
2. Kurenkov V. I. Fundamentals of designing launch vehicles. The choice of the main design characteristics and the formation of a constructive appearance: a textbook / edited by Doctor of Technical Sciences, prof. A. N. Kirilin. Samara: Publishing house of the Samara Aerospace University. 2011. 458 p.
3. Mishin V. P., Karrask V. K. Fundamentals of rocket design. Moscow: Mashinostroenie. 1991. 260 p.
4. Ovsyannikov V.E., Shpitko G.N. Fundamentals of designing and constructing machines: a textbook. Kurgan: Publishing house of the Kurgan State University. 2012. 75 p.
5. Chistov I.V. Soskov M.N. Investment approach to the assessment and management of the total costs of the life cycle of military products // Military Academic Journal – М. 2020. № 4 (28). PP. 62–67.
6. Khachatryan A.A., Salomatina M.M. The role of enterprises of the electric power complex of Russia in ensuring the economic growth of the state // Materials of the International scientific-practical conference Potential of socio-economic development of the Russian Federation in the new economic conditions. M.: MU Witte. 2015. PP. 155–160.

УДК 004.8 + 004.9

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Бачурин А.И., канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник сектора инновационных программ ООО «НИИ Транснефть»

Мельников А.В., канд. техн. наук, начальник отдела инновационных программ и НИОКР ООО «НИИ Транснефть»

Распопов А.А., канд. техн. наук, заместитель директора центра инновационных программ, НИОКР и отраслевой стандартизации ООО «НИИ Транснефть»

Шкубулиани Д.Т., выпускник магистратуры, Международный институт энергетической политики и дипломатии МГИМО МИД России

Стремительный рост объемов анализируемых данных диктует необходимость создания новых технологий и инструментов их интеллектуальной обработки. В ближайшие годы интеллектуальный анализ данных и его ядро – DataMining – наиболее перспективное направление разработки программного обеспечения. У многих компаний DataMining вызывает большой научный и прикладной интерес, его считают важным инструментом планирования и прогнозирования деятельности. Интеллектуальный анализ как целевой поиск ценных знаний в большом объеме данных предусматривает нетривиальное извлечение потенциально актуальной информации, ранее неизвестной и представленной в неявном виде. Преимущество интеллектуального анализа данных – наличие механизмов выявления скрытых (неявных) связей, закономерностей в разноформатных данных, позволяющих системам самостоятельно находить неизвестные закономерности, составлять прогнозы развития событий и предлагать рекомендации для принятия решений.

Ключевые слова: принципы, интеллектуальный анализ данных, корпоративные информационные системы, DataMining.

Накапливаемым массивам данных требуются грамотная систематизация, четкий анализ и материальная фиксация. Следовательно, передовой задачей науки является извлечение посредством анализа скрытой информации из собранных данных. Анализ данных – это комплекс принципов и механизмов, направленный на определение способа формирования данных с учетом конкретной модели [1, 2, 3, 4].

Один из современных и наиболее продуктивных способов использования ранее полученных знаний во многих прикладных случаях – интеллектуальный анализ, который представляет собой механизм создания алгоритмов выявления данных в массивах неявной информации. Возможность более оперативного и эффективного процесса получения новых данных наглядно иллюстрирует растущую популярность систем бизнес-аналитики. Непрерывающаяся смена темпа и условий деятельности современных компаний, в том числе ТЭК, обязывает руководителей ИТ-направлений оперативно искать варианты наиболее быстрого реагирования на окружающую обстановку [5, 6, 7].

В настоящее время одной из актуальных технологий является BigData (большие данные) – комплекс механизмов многоаспектного анализа формализованных и неформализованных разноформатных данных, накапливаемых в больших объемах [8].

От таких привычных понятий, как «информация», «данные», термин BigData отличается технологическими принципами, сочетает в себе данные любой степени формализации. В предметных источниках BigData классифицируется по критерию семи «V» (преимуществ):

1. Объем (Volume). На этапе накопления информации BigData консолидирует информацию в целом, не разделяя ее на важную и второстепенную. Учитываются любые действия пользователей в сети: переходы на порталы по ссылкам, проявление или отсутствие активности, реакции на контент. Обычные сервисы по хранению и анализу информации не могут справиться с таким большим потоком данных.
2. Скорость (Velocity) обработки данных.

3. Разнообразие (Variety). BigData подразумевает разнообразия не только источников, но и типов передаваемой информации.

4. Достоверность (Veracity). Контроль достоверности BigData относится к сложным процессам, поскольку данные поступают из множества источников. Только благодаря качественному сопоставлению и анализу можно подтвердить точность, правдивость и соответствие информации [9].

5. Вариативность (Variability). Первоначальное значение полученных данных может измениться в случае их обработки и сопоставления, что зависит от заданного контекста. При этом текущий признак впервые проявляется при работе как с текстовыми, так и с речевыми данными. Для определения точного значения отдельно взятых слов необходимо разработать сложные программные продукты, которые позволят выявить смысловую нагрузку.

6. Визуализация (Visualization). Процедура визуализации, как наиболее доступная форма обработки, необходима для применения в отношении полученных в результате сбора данных, которые непригодны для восприятия пользователями. Наиболее распространенные примеры – различные графики и диаграммы, которые отображают результаты анализа данных [10].

7. Ценность (Value). Для BigData характерна высокая потенциальная ценность, которая зависит от указанных выше признаков [11]. К ним относятся качественный и точный анализ данных, важность и современность поступившей информации, а также выводы, полученные в результате визуализации. Сведения, которые могут быть полезны в решении поставленных задач пользователя, или результаты анализа данных, которые могут способствовать появлению и разработке новых идей, представляют не только научный интерес, но и коммерческий [12].

Особенность интеллектуального анализа данных заключается в уникальности и нестандартности выявляемых знаний. Возможность обнаружить неявные, неочевидные пользователям закономерности между накопленными данными и учитывать их при принятии решений появляется при условии использования различных технологий и методов интеллектуального анализа [13].

Ключевые задачи интеллектуального анализа данных:

1. Задача классификации – выделение категорий анализируемых объектов. В сфере финтеха актуально, например, оценивать кредитоспособность анализируемых заемщиков. В технологических

компаниях, эксплуатирующих обширный парк устройств и механизмов, перспективное направление – определение статусов применяемого оборудования (на основе собираемой с установленных на нем датчиков информации), в основном для обеспечения заданного уровня промышленной безопасности.

2. Задача прогнозирования, например, для контроля показателей надежности оборудования на основе потока поступающих данных и заданной модели поведения исследуемого объекта.

3. Задача кластеризации анализируемых объектов на подмножества на основании заданных критериев. Например, разделение совокупности технологических объектов по результатам их диагностики позволяет сформировать для каждой группы допустимые границы эксплуатационных нагрузок, обеспечивающих заданный уровень надежности и безопасности.

4. Задача определения связей между объектами. Этот способ помогает, в частности, зафиксировать поступающие с систем телемеханики сигналы. Наличие такого набора свидетельствует о наступлении определенного события в технологической системе, явно неопределяемого по отдельным, принимаемым во внимание, сигналам.

5. Задача анализа последовательностей событий (закономерностей). Это востребованный прогнозный инструмент определения состояния анализируемой системы на основе ретроспективного анализа данных о ее состоянии в различные моменты времени в зависимости от совокупности объективных значений параметров элементов, из которых система состоит. Например, прогнозирование изменения состояния сложных технологических систем (по интегральным шкалам, таким как «эффективность», «надежность», «безопасность» и т. д.), в ходе эксплуатации которых уже накоплен значительный опыт применения различных технологических режимов.

6. Задача анализа отклонений от средних значений, например, для определения предаварийных ситуаций, что позволяет значительно снизить частоту возникновения и тяжесть негативных последствий.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ, ИХ ВИДЫ, ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

В предметной литературе приняты следующие принципы построения систем интеллектуального анализа данных:

1. Принцип системности. Функции всех компонентов информационных систем должны быть согласованы между

собой для обеспечения их логической целостности [14]. Данный принцип может быть реализован в корпоративных системах, сформированных на единой платформе, без значительных капиталовложений.

2. Принцип адаптивности. Определяется наличием возможных способов совершенствования работы интеллектуальных систем на основе опытного обучения в условиях априорной и текущей неопределенности [15]. Интеллектуальная система может выбрать различные пути адаптации к текущим условиям: самонастройка, самообучение или самоорганизация. Реализация указанного принципа в корпоративных системах требует изначальной адаптивности, заложенной на ранних стадиях формирования их структуры. В действующих системах, модернизируемых с учетом принципа адаптивности, аналогичные свойства могут быть получены за счет применения различных надстроек с использованием искусственного интеллекта, способного, пусть и в ограниченном объеме, самостоятельно обращаться к хранимым данным.

3. Принцип взаимности свойств функций и структуры [16]. Традиционный вопрос в случае корпоративных систем, создаваемых для решения конкретных задач.

4. Принцип эквивалентности – закономерность развития систем и ее функций, характеризующих предельный потенциал возможностей системы. Принцип подразумевает наличие у системы огромного количества взаимосвязанных последовательных реакций на конкретное воздействие извне, которые приводят к одинаково значимому результату.

5. Принцип динамического самопрограммирования. Автоматическая разработка программ функционирования на базе комплексного анализа обстановки с учетом ретроспективы и прогнозирования. Новая программа поведения создается благодаря образованию элементарного условного рефлекса [15].

Ключевая функция BigData – анализ непрерывно меняющихся данных – будет определять технологические направления развития.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

По результатам опроса компаний, проведенного агентством CNews Analytics в 2019 году, выяснилось, что лишь половина из 108 респондентов применяют средства интеллектуальной аналитики. Основные направления деятельности компаний-пользователей – банковские услуги и сервисы операторов связи [17]. Поставщики интеллектуальных продуктов предлагают

профессиональные СУБД, информационно-аналитические системы и аппаратные комплексы [18].

Для изучения спроса на продукты компании-поставщики должны иметь в штате специалистов для оценки и анализа – экспертов и аналитиков. Подобное могут позволить себе только крупные корпорации. Средние по масштабу компании предпочитают пользоваться услугами интеграторов и ИТ-консультантов. Данные специалисты самостоятельно подбирают программное и аппаратное обеспечение, необходимое заказчику для осуществления деятельности [19].

Крупным участником этого рынка является немецкая компания SAP, услугами которой в России пользуются государственные организации (Федеральная налоговая служба России и Пенсионный фонд Российской Федерации) и частные предприятия (банк «Открытие», «Сибирская генерирующая компания»). Еще один участник этого рыночного сегмента – американская компания Oracle.

Компания «Яндекс» анализирует массивы данных, опираясь на собственные технологии и разработки. Аналитические инструменты предлагают отечественные компании AT Consulting, EasyData, «Айкумен ИБС», Double Data, «Алгомост», IBS, «Прогноз», CleverData, MLClass, Global Innovation Labs, BaseGroup Labs и DataMining Labs. Компании-подрядчики, а также ИТ-консультанты, выступающие в роли связующего звена между предприятием и технологией, оказывают клиентам помощь при внедрении аналитических систем. К ним обращаются в случае неудовлетворенности готовыми решениями поставщиков, услугами дата-майнеров. Основная задача подрядчика – комбинирование различных систем и их модулей от разных поставщиков в единую структуру с целью объединения необходимых заказчику функций [20].

Российская технологическая корпорация Mail.Ru Group использовала технологии Data Mining еще до того, как этот термин стал общеизвестным. Сервис «Рейтинг Mail.Ru» (система веб-аналитики) стал одним из первых в этом сегменте. На сегодняшний день более 90% сервисов применяют интеллектуальный анализ для работы с большим массивом данных. К ним относятся: электронная почта, таргетинговая реклама, система поиска и т. д. Благодаря использованию технологий Data Mining блокируются спам-сообщения в электронной почте, оптимизируется реклама, повышается эффективность поисковой системы, анализируются данные об активности интернет-пользователей.

В топливно-энергетическом комплексе РФ интеллектуальный анализ данных находит ограниченное применение, в частности, в сфере геологоразведки,

моделирования месторождений нефти и газа, процессов их разработки (бурение скважин, моделирование поступления многофазного продукта по эксплуатационной колонне и т. д. [21, 22]). Достоверные сведения о применении систем интеллектуального анализа данных компаниями, осуществляющими транспортировку природного газа и нефти (нефтепродуктов), отсутствуют.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интеллектуальный анализ данных – актуальное и перспективное направление развития корпоративных информационных систем – позволяет выявлять и анализировать знания на качественно новом уровне, не доступном ранее при использовании традиционных средств. Тенденция широкого и активного применения элементов искусственного интеллекта для анализа

данных подтверждается растущим количеством публикаций российских и иностранных компаний об исследованиях и разработках в указанной области науки и техники.

Значительный объем технологических данных, накопленных в корпоративных системах компаний ТЭК за годы эксплуатации их многочисленных объектов, развитие систем АСУТП, позволяющих автоматически фиксировать и направлять в режиме реального времени данные о различных аспектах эксплуатации оборудования, обеспечивающее кратный рост поступающей информации об объекте в целом, способствуют тому, что внедрение систем интеллектуального анализа данных становится крайне востребованным и необходимым элементом развития технологической компании.

Список использованных источников и литературы

1. Стендинг Г. Прекариат: новый опасный класс. – М.: Ад Маргинем Пресс, 2014. 328 с.
2. Егорова Н.А., Распопов А.А., Мельников А.В., Бачурин А.И. Системные исследования научно-технической информации при реализации механизмов инновационного развития // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2016. № 5 (25). С. 104–109.
3. Пчелинцев С.Ю. Сравнительный анализ фреймворков глубокого обучения // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 1. (53). С. 41–51.
4. Бурый А.С., Шевкунов М.А. Суррогатное моделирование распределенных информационных систем по большим данным // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2019. № 5. (51). С. 43–50.
5. Мельников А.В., Бачурин А.И., Распопов А.А., Гниломедов Е.В. О перспективах применения корпоративных информационных систем при создании технологий искусственного интеллекта для управления научно-технической деятельностью // Информационные ресурсы России. 2020. № 6. С. 30–35.
6. Мельников А.В., Бачурин А.И., Распопов А.А., Цветкова В.А. Актуальные аспекты разработки и внедрения систем искусственного интеллекта в организациях // Социальные новации и социальные науки. – М.: ИНИОН РАН, 2021. № 2. С. 38–46.
7. Баранов М. Цифровое предприятие: пришло время перемен // PC Week, 2016, № 10.
8. Алексеенко А.С., Васильев Ю.Н. Проблемы качества угольной продукции в Российской Федерации // В сборнике: Актуальные проблемы развития современного общества. Межвузовский научный семинар с международным участием. Отв. редакторы: Н.А. Вахнин, М.М. Хайкин. 2019. С. 181–185. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38497437> (дата обращения: 06.05.2021).
9. Козлова Д., Пигарев Д. Цифровая добыча нефти: тюнинг для отрасли // В докладе консалтинговой компании Vygon consulting. 2018. С.3, 25–30.
10. Парадоксы медийной культуры: избр. Статьи / Н.Б. Кириллова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. 2017. 452 с.
11. Актуальные тенденции рынка искусственного интеллекта и машинного обучения // TAdviser, Инфосистемы Джет URL: <http://www.tadviser.ru/> (дата обращения: 04.04.2021).
12. Ильюшин Ю.В., Новожилов И.М. Автоматизация технологического процесса добычи нефти с высоким содержанием парафина // Всероссийская научная конференция по проблемам управления в технических системах. 2019. Т. 1. С. 195–198.
13. Богатуров А.Д. Синдром поглощения в международной политике // Pro et Contra. Осень 1999. Т. 4. № 4. С. 32.
14. Крупнейшее агентство недвижимости России заявило о рекордном росте спроса // Официальный сайт портала РБК. URL: <https://realty.rbc.ru/news/5e746eae9a794731892aa8dd> (дата обращения: 29.03.2021).
15. Кирсанова Н.Ю. Значение инновационных технологий в энергетике Арктической зоны Российской Федерации // В книге: Цифровая экономика и Индустрия 4.0: новые вызовы. Труды научно-практической конференции с международным участием. Под ред. А.В. Бабкина. 2018. С. 409–414.

16. Шмыров В. Россияне создают робота для бурения скважин, 2019. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2019-03-18_yunaya_kompaniya_vekselberga_sozdaet_robota_dlya/ (дата обращения: 18.01.2021).
17. The Automation Readiness Index: Who Is Ready For The Coming Wave Of Automation? // The Economist <http://www.automationreadiness.eiu.com/static/download/PDF.pdf> (date of access: 4.04.2021).
18. Shafranik Yu.K., Kryukov, V.A. Oil and gas sector of Russia: the difficult way to diversity. M.: Publishing House: Pero, 2016.
19. Joia LA, Silva T. Key success factor ranking for intrafirm knowledge sharing in the oil and gas industry: A Delphi approach. *Knowl Process Manag.* 2020; 27. PP. 174–186.
20. Kontorovich A.E., Eder L.V. A new paradigm of strategy of development of resource base of Russian Federation oil industry // *Mineral resources of Russia. Economy and management.* 2015. No. 5. PP. 8–17.
21. Zhirkina A.A., Pico Y., Dovgilovich L.E. and Kuvichko A.M. Minimum Viable Product Continuous Creation Strategy of Cloud Solution Using The Example of a New Hybrid Three-Phase Flow Metering Method // *Conference Proceedings, Data Science in Oil and Gas 2021, Aug 2021, Vol. 2021.* PP.1–5.
22. Pechko K.A., Senkin I.S. and Belonogov E.V. Modeling of Two-Phase Fluid Flow in a Well Using Machine Learning Algorithms // *Conference Proceedings, Data Science in Oil and Gas 2021, Aug 2021, Vol. 2021.* PP.1–5.

FEATURES OF THE PRINCIPLES OF DATA MINING APPLICATION IN CORPORATE INFORMATION SYSTEMS

Bachurin A.I., Leading Researcher of the Innovation Programs Sector, Transneft Research Institute, LLC, Candidate of Technical Sciences

Melnikov A.V., Head of the Department of Innovative Programs and R&D, OOO Research Institute of Transneft, Candidate of Technical Sciences

Raspopov A.A., Deputy Director of the Center for Innovative Programs, R&D and Industry Standardization of Transneft Research Institute, Candidate of Technical Sciences

Shkubuliani D.T., International Institute of Energy Policy and Diplomacy of the MGIMO, Graduate of the Master's Degree

The rapid growth in the volume of analyzed data dictates the need to create new technologies and tools for their intelligent processing. In the coming years, data mining and its core – DataMining – is the most promising direction of software development. DataMining is of great scientific and applied interest to many companies, it is considered an important tool for planning and forecasting activities. Intellectual analysis as a targeted search for valuable knowledge in a large volume of data provides for non-trivial extraction of potentially relevant information previously unknown and presented in an implicit form. The advantage of data mining is the availability of mechanisms for identifying hidden (implicit) connections, patterns in multiformat data, allowing systems to independently find unknown patterns, make forecasts of the development of events and offer recommendations for decision-making.

Keywords: principles, data mining, corporate information systems, Data Mining.

List of used sources and literature

1. Standing G. Prekariat: novyj opasnyj klass [Precariat: a new dangerous class] // Moscow: Ad Marginem Press, 2014. 328 p.
2. Egorova N.A., Raspopov, A.A., Melnikov A.V., Bachurin A.I. Sistemnye issledovaniya nauchno-tehnicheskoy informacii pri realizacii mekhanizmov innovacionnogo razvitiya [System research of scientific and technical information at realization of mechanisms of innovative development] // *Nauka i tekhnologii truboprovodnogo transporta nefti i nefteproduktov* [Science and technology of pipeline transport of oil and oil products]. 2016. № 5 (25). PP. 104–109.
3. Pchelintsev S.Y. Sravnitel'nyj analiz frejmworkov glubokogo obucheniya [Comparative analysis of frameworks for deep learning] // *Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya* [Information and economic aspects of standardization and technical regulation]. 2020. No. 1 (53). PP. 41–51.

4. Buriy A.S., Shevkunov M.A. Surrogatnoe modelirovanie raspredelennykh informacionnykh sistem po bol'shim dannym [Surrogate modeling of distributed information systems using big data]. // Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizatsii i tekhnicheskogo regulirovaniya [Information and economic aspects of standardization and technical regulation]. 2019. No. 5 (51). PP. 43–50.
5. Melnikov A.V., Bachurin A.I., Raspopov A.A., Gnilomedov E.V. O perspektivakh primeneniya korporativnykh informacionnykh sistem pri sozdanii tekhnologij iskusstvennogo intellekta dlya upravleniya nauchno- tekhnicheskoy deyatel'nost'yu [On the prospects of using corporate information systems in the creation of artificial intelligence technologies for the management of scientific and technical activities] // Informacionnye resursy Rossii [Information Resources of Russia]. 2020. No. 6. PP. 30–35.
6. Melnikov A.V., Bachurin A.I., Raspopov A.A., Tsvetkova V.A. Aktual'nye aspekty razrabotki i vnedreniya sistem iskusstvennogo intellekta v organizatsiyah [Actual aspects of the development and implementation of artificial intelligence systems in organizations] // Social'nye novacii i social'nye nauki [Social innovations and social sciences]. Moscow: INION RAS, 2021. No. 2. PP. 38–46.
7. Baranov M. Cifrovoye predpriyatie: prishlo vremya peremen [Digital enterprise: it's time for changes]. // PC Week, 2016, No. 10.
8. Alekseenko A.S., Vasiliev Yu.N. Problemy kachestva ugol'noj produktsii v Rossijskoy Federatsii [Quality problems of coal products in the Russian Federation] // Aktual'nye problemy razvitiya sovremennoy obshchestva Mezhdunarodnyy nauchnyy seminar s mezhdunarodnym uchastiem [In the collection: Actual problems of the development of modern society Interuniversity scientific seminar with international participation]. 2019. PP. 181–185. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38497437> (date of access: 06.05.2021).
9. Kozlova D., Pigarev D. Cifrovaya dobycha nefi: tyuning dlya otrasli [Digital oil production: tuning for the industry] // V doklade konsaltingovoy kompanii Vygon consulting [In the report of the consulting company vygon Consulting]. 2018. PP. 3, 25–30.
10. Paradoksy medijnoj kul'tury: izbr. stat'i [Paradoxes of media culture: elected. articles] / N. B. Kirillova. – Yekaterinburg: Ural Publishing House. un-ta. 2017. 452 s.
11. Aktual'nye tendentsii rynka iskusstvennogo intellekta i mashinnogo obucheniya [Current trends of artificial intelligence and machine learning] // TAdviser, Infosystems URL: <http://www.tadviser.ru/> (date of access: 04.04.2021).
12. Ilyushin Yu.V. Novozhilov, I.M. Avtomatizatsiya tekhnologicheskogo processa dobychi nefi s vysokim soderzhaniiem parafina [Automation of technological process of oil production with a high paraffin] // Vserossiyskaya nauchnaya konferentsiya po problemam upravleniya v tekhnicheskikh sistemah [All-Russian scientific conference on control in technical systems]. 2019. Vol. 1. PP. 195–198.
13. Bogaturov A.D. Sindrom pogloshcheniya v mezhdunarodnoy politike [The absorption syndrome in international politics] // Pros and cons. Autumn 1999. Vol. 4. No. 4. P. 32.
14. Krupneyshee agentstvo nedvizhimosti Rossii zayavilo o rekordnom roste sprosa [The largest real estate agency in Russia announced a record growth in demand] // The official website of the RBC portal. <https://realty.rbc.ru/news/5e746eae9a794731892aa8dd> (date of access: 29.03.2021).
15. Kirsanova N.Yu. Znachenie innovatsionnykh tekhnologij v energetike Arkticheskoy zony Rossijskoy Federatsii [The importance of innovative technologies in the energy sector of the Arctic zone of the Russian Federation] // Cifrovaya ekonomika i Industriya 4.0: novye vyzovy Trudy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [In the book: Digital Economy and Industry 4.0: new challenges Proceedings of a scientific and practical conference with international participation]. Edited by A.V. Babkin. 2018. PP. 409–414.
16. Shmyrev V. Rossiyane sozdayut robota dlya bureniya skvazhin [Russians create a robot for drilling], 2019. https://www.cnews.ru/news/top/2019-03-18_yunaya_kompaniya_vekselberga_sozdaet_robota_dlya/ (date of access: 18.01.2021).
17. The Automation Readiness Index: Who Is Ready For The Coming Wave Of Automation? // The Economist <http://www.automationreadiness.eiu.com/static/download/PDF.pdf> (date of access: 4.04.2021).
18. Shafranik Yu.K., Kryukov, V.A. Oil and gas sector of Russia: the difficult way to diversity. M.: Publishing House: Pero, 2016.
19. Joia LA, Silva T. Key success factor ranking for intrafirm knowledge sharing in the oil and gas industry: A Delphi approach. Knowl Process Manag. 2020; 27. PP. 174–186.
20. Kontorovich A.E., Eder L.V. A new paradigm of strategy of development of resource base of Russian Federation oil industry // Mineral resources of Russia. Economy and management. 2015. No. 5. PP. 8–17.
21. Zhirkina A.A., Pico Y., Dovgilovich L.E. and Kuvichko A.M. Minimum Viable Product Continuous Creation Strategy of Cloud Solution Using The Example of a New Hybrid Three-Phase Flow Metering Method // Conference Proceedings, Data Science in Oil and Gas 2021, Aug 2021, Vol. 2021. PP.1–5.
22. Pechko K.A., Senkin I.S. and Belonogov E.V. Modeling of Two-Phase Fluid Flow in a Well Using Machine Learning Algorithms // Conference Proceedings, Data Science in Oil and Gas 2021, Aug 2021, Vol. 2021. PP.1–5.

СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ УСТОЙЧИВЫХ ПОСЕЛЕНИЙ

Евгеньев Р.А., соискатель, ФГБУН ВИНТИ РАН

Рост численности городского населения в мире влечет за собой повышение уровня жизни, комфорта и сопровождается целым рядом проблем, связанных с вредными выбросами, шумовым загрязнением, распространением неинфекционных и психических заболеваний. Наряду с техногенными и антропогенными факторами риска все большее влияние на качество жизни в городах оказывают климатические изменения и природные аномалии. Не меньшую озабоченность вызывает качество продовольственной продукции и цепочка ее поставок. Большую часть вышеперечисленных неудобств можно избежать или свести к минимуму их влияние на жителей при разумном подходе к проектированию и реформатированию городских поселений. В статье сквозь призму международных стандартизированных индикаторов ISO рассматриваются основные элементы современного устойчивого урбанизма, а также перспективы использования цифровых двойников для создания и управления городами.

Ключевые слова: устойчивое развитие, урбанизм, умные города, цифровые двойники.

С началом промышленной революции городское население в мире увеличивается в геометрической прогрессии. Городские территории притягивают большое количество людей, ищущих возможности для работы, образования и повышения качества жизни. Тенденция укрупнения городских центров, начавшаяся в Европе и Северной Америке, характерна и для еще более населенных мегаполисов в Латинской Америке, Азии и Африке. В настоящее время более половины населения мира проживает в городах. Прогнозируется, что к 2050 году этот показатель составит две трети жителей планеты.

Исторически сложилось так, что городское население в среднем было более здоровым и богатым по сравнению с жителями сельской местности. Улучшения в сфере образования, жилищного строительства и здравоохранения (включая улучшение в области гигиены и санитарии), а также оперативный доступ к первичной медико-санитарной помощи (включая широкий охват вакцинацией) привели к увеличению продолжительности жизни и укреплению здоровья населения. Однако по мере успешной профилактики инфекционных заболеваний и в результате недоедания во многих городах получили распространение неинфекционные заболевания (НИЗ), включая психосоматические и психические расстройства. В настоящее время страны с быстрорастущим городским населением сталкиваются с эпидемией НИЗ: высоким уровнем ожирения, диабета, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, связанных с малоподвижным образом жизни, нездоровым питанием и загрязнением окружающей среды.

Хотя здоровье населения в городах в целом укрепилось, не все получили пользу от этих изменений. Люди, живущие в городских трущобах, а также социально-экономически обездоленные слои населения и мигранты непропорционально сильно пострадали от загрязнения, экстремальных климатических явлений, отсутствия чистой воды и санитарных условий, особенно в странах с низким и средним уровнем доходов. Быстрые темпы городского развития обострили экологические проблемы, обусловленные неэффективным управлением транспортом, жилищным фондом, отходами, энергией и землепользованием.

Изменение климата и связанные с ним более частые и интенсивные экстремальные погодные явления, такие как тепловые потоки и наводнения, в сочетании с демографической ситуацией, повысили уровень смертности и заболеваемости от НИЗ в городах, причем пожилые люди страдают в большей степени. Волны тепла затронули разные города, включая мировые столицы с самым высоким доходом. Например, 506 смертей, зафиксированных в результате жары в Центральном Париже и 64 – в Большом Лондоне, были связаны с антропогенным изменением климата летом 2003 года.

С другой стороны, города остаются центрами политики, технологических инноваций и экономического развития. В них разрабатываются и внедряются решения текущих проблем в сфере здравоохранения и окружающей среды, вызванных изменением климата, загрязнением и нерациональным использованием природных ресурсов.

Например, в компактных городах легче снизить автомобильную зависимость и свести к минимуму использование энергии для транспорта. Устойчивые транспортные системы и жилищное строительство могут сэкономить энергию и минимизировать выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов.

ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА СТАТЬИ

Недорогие сенсорные технологии, краудсорсинг, социальные сети и мобильные приложения позволили активно вовлекать городское население в проекты гражданской инициативы, например, путем сбора и связывания данных об окружающей среде и здоровье. Помимо повышения осведомленности, гражданские инициативы вместе с инновационными методами анализа больших данных, связывания и визуализации открывают возможности для более тесного и интерактивного взаимодействия с заинтересованными сторонами на всех уровнях городского управления [1]. Недавно предложенная структура урбанизма, то есть полный набор данных, описывающих физические, социальные, эксплуатационные и структурные характеристики города, направленная на всеобъемлющую характеристику населенных пунктов и людей, живущих в них, может еще больше повысить нашу способность диагностировать проблемы, выявлять действенные решения и тестировать будущие сценарии, политики и меры вмешательства с использованием целостного системного подхода [2]. Помимо обновленной структуры урбанизма в данной статье рассматриваются стандартизированные индикаторы устойчивой урбанизации, анализируется применение цифровых двойников для создания энергоэффективных поселений.

СТРУКТУРА НОВОГО УРБАНИЗМА

Городское и транспортное планирование

Планирование землепользования и городская среда оказывают большое влияние на транспорт, следовательно, на загрязнение воздуха, обусловленное дорожным движением, шум, выбросы парниковых газов и связанные с этим последствия для здоровья. Перераспределение дорожного пространства, закрытие дорог в пользу велосипедных дорожек и создание пешеходных зон могут способствовать развитию активного (пешеходного, велосипедного) и общественного транспорта в городах. Конкретные меры по сокращению заторов и выбросов от дорожного движения, например, зона с низким уровнем выбросов, системы совместного использования автомобилей, велосипедов и скутеров, перехватывающие парковки и транспортные ограничения были введены во многих городах [3]. Подобные меры потенциально могут принести существенную пользу здоровью, связанную с улучшением физической активности и безопасностью

дорожного движения, а также снижением загрязнения воздуха, выбросов парниковых газов и шума. Однако возможны и непреднамеренные негативные последствия, например, миграция источников загрязнения, дорожные травмы или обострение неравенства в отношении здоровья, если меры не были должным образом разработаны или реализованы. Следовательно, существует необходимость в комплексных исследованиях, посвященных изучению эффективности сопутствующих преимуществ и непредвиденных последствий таких вмешательств.

Искусственная среда обитания

Большую часть времени люди проводят в помещениях, которые в значительной степени определяют нашу подверженность химическим и биологическим загрязнениям, восприимчивость к экстремальным погодным условиям и, следовательно, наше физическое, психическое здоровье и благополучие. Искусственная среда очень сложна и требует комплексных решений, учитывающих множество взаимосвязанных факторов. Низкое качество окружающей среды в помещении может быть связано с недостаточной вентиляцией, источниками загрязнения, перегревом, плохим освещением, плесенью и шумом. Демографические и климатические перемены могут изменить многие из этих рисков в будущем, особенно на территориях с быстрорастущим городским населением. Сопутствующие выгоды и компромиссы для здоровья могут возникнуть в тех случаях, когда действия по сокращению выбросов парниковых газов и адаптации к экстремальным климатическим условиям приводят к изменениям в конструкции здания, системах вентиляции, кондиционировании воздуха или энергопотребления.

Озелененная инфраструктура

Все более широкое признание получает тот факт, что близость к городским зеленым зонам и взаимодействие с ними обеспечивает значительные преимущества для здоровья и благополучия человека. Был выявлен ряд соответствующих механизмов, включая локальное охлаждение или подогрев, снижение шума, очистку воды, снижение риска наводнений и повышение физической активности и укрепление психического здоровья. Городская зеленая инфраструктура также ассоциируется с несколькими сопутствующими преимуществами для окружающей среды и общества, такими как загрязнение воздуха и смягчение последствий изменения климата, а также культурно-эстетические и рекреационные преимущества. Растительность способна удалять углекислый газ, газообразные загрязнители и частицы, переносимые по воздуху. С другой стороны, потенциальные негативные эффекты включают выбросы

пыльцы и летучих органических соединений, городских клещей, проблемы безопасности, а также энергозатраты и стоимость содержания городских зеленых насаждений. Подход экосистемных услуг все чаще используется для оценки преимуществ зеленой инфраструктуры в городах [4]. Но существует необходимость в более глубоких знаниях о том, как проектировать городские зеленые насаждения, которые максимизируют пользу для окружающей среды и здоровья человека.

Городские продовольственные системы

Экосистемные услуги можно использовать для оценки множества аспектов городских продовольственных систем, включая здоровое питание, безопасность и защищенность пищевых продуктов, а также городскую продовольственную инфраструктуру для производства, хранения и распределения продуктов питания. Увязка городского и сельского продовольственного снабжения играет важную роль в оптимизации сложной системы производства и потребления продуктов питания. Однако выращивание их в большом количестве в городских районах может вызывать озабоченность из-за более высокого риска унаследованного загрязнения городских почв. Необходимы целостные подходы для максимизации выгод от здоровых, устойчивых городских продовольственных систем, сведения к минимуму связанных с этим потенциальных недостатков, например, пищевых отходов, и управления чрезвычайными ситуациями, вызванными экстремальными климатическими явлениями.

Устойчивая энергетика и управление отходами

Прогнозируется, что урбанизация и повышение уровня жизни приведут к увеличению спроса на энергию и образованию отходов, особенно в странах Азии и Африки с быстрорастущим городским населением и низкими или средними доходами. Китай стал крупнейшим производителем твердых бытовых отходов в мире благодаря высокой урбанизации, росту населения и повышению уровня жизни. Неустойчивые модели потребления, энергоснабжения и образования отходов в городах имеют негативные последствия для населения и экологии. Существует потребность в научно обоснованных решениях для более устойчивого управления энергетикой и отходами в городах. Решения для городской энергетики требуют анализа полного жизненного цикла с учетом всего спектра положительных и непреднамеренных отрицательных последствий перехода на возобновляемые источники энергии. Экономика закрытого цикла, направленная на минимизацию отходов за счет максимального использования имеющихся ресурсов и глубокую переработку отходов, может обеспечить выгоды для окружающей среды, здоровья и общества, которые сегодня не осознаются в полной мере.

СТАНДАРТИЗИРОВАННЫЕ ИНДИКАТОРЫ УСТОЙЧИВОЙ УРБАНИЗАЦИИ

Индикаторы по определению являются количественными, качественными или описательными показателями [5], которые позволяют представить информацию о сложном явлении, таком как динамичная городская среда, в простой для восприятия форме. Три основных функции индикаторов – количественная оценка, упрощение и коммуникация. При периодической оценке и мониторинге они показывают тенденции и изменения в измеряемом явлении. Таким образом, индикаторы помогают городам устанавливать цели и отслеживать их эффективность с течением времени.

Города регулярно используют определенные наборы показателей для количественной оценки своих целей и систематического мониторинга динамики их достижения. Городские власти ежегодно отчитываются по стратегически важным показателям для внутреннего отслеживания и внешнего информирования о прогрессе. С учетом стремительно растущего объема городских данных тщательно отобранное и относительно небольшое количество легко понятных ключевых показателей эффективности полезно для городских менеджеров, которые могут получить моментальный срез ситуации в различных областях. В последнее время использование индикаторов при принятии решений становится все более популярным как показатель тенденции к принятию обоснованных решений [6]. Города учитывают индикаторы при рассмотрении различных альтернативных решений. Еще одна важная тенденция в использовании показателей для управления городом направлена на повышение прозрачности с помощью городских информационных панелей. В отличие от показателей в годовой отчетности, основанных на статистике, городские информационные панели представляют данные в реальном времени и визуализируют их по аспектам, полезным для граждан.

Перечень международных стандартизированных индикаторов

В настоящее время существует семь международных стандартов показателей городов, относящихся к оценке и отчетности умных устойчивых городов (табл. 1).

Типология индикаторов

Структура «ввод-процесс-выход» – хорошая основа для классификации показателей умного устойчивого города. Однако в ней не учитываются важнейшие критерии истинных выгод и воздействия городских решений и политики. Поскольку индикаторы умного устойчивого города часто оценивают степень внедрения определенных инноваций или их влияние, в нашу типологию индикаторов добавляются категории результатов и воздействия.

Представленная типология отражает различные фазы инноваций и уже была предложена для классификации показателей умного города [7]. Еще одно ее преимущество – соответствие ключевым этапам трансформации городов в сторону умных и устойчивых (табл. 2).

Индикаторы ввода относятся к параметрам, необходимым для реализации вмешательств, измерения количества, качества и своевременности ресурсов. Политика, человеческий капитал, материалы, финансовые ресурсы – примеры входных показателей.

Индикаторы процесса измеряют выполнение запланированных действий. Примерами могут служить проведение собраний, обучающих курсов, внедрение интеллектуальных счетчиков.

Индикаторы вывода дополняют сведения о продукте («выходе») деятельности, например количество распределенных интеллектуальных счетчиков, площадь изолированной крыши или количество электрических автобусов в системе.

Индикаторы результатов, измеряющие промежуточные показатели, относятся к целям вмешательства, связанным с количеством и качеством выполненных мероприятий. Часто это показатели, измеряющие степень охвата целевой группы населения, например процент владельцев автомобилей, использующих приложение для парковки.

Индикаторами воздействия измеряется состояние достижения установленной цели города (влияние политики), например энергопотребление города, и может использоваться, в частности, для оценки воздействия интеллектуальных решений на устойчивость.

ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОЙ УРБАНИЗАЦИИ

В современном городе важна интеграция различных систем и инфраструктур для оптимального взаимодействия зданий, жителей, энергетических систем и систем связи. Информационные технологии – неотъемлемая часть комплексных подходов к устойчивой урбанизации, включая технологические, пространственные, нормативные, финансовые, правовые, социальные и экономические аспекты, необходимые для активного обмена и анализа информации, чтобы сбалансировать энергопотребление и интегрировать связь и торговлю между партнерами.

Архитектура цифрового двойника города или поселения

Цифровой двойник поселения состоит, как правило, из четырех компонентов: виртуальной модели поселения,

интеграции сенсорной сети, аналитики данных и заинтересованных сторон. Он объединяет возможности виртуальной модели, управление данными, аналитику, моделирование, визуализацию и обмен информацией. Виртуальная модель – это процесс визуализации поселения, который может быть получен из 3D-моделей, извлеченных из информационного моделирования зданий (Building Information Modelling – BIM) или пользовательских 3D-моделей. Информация и данные в цифровом двойнике могут собираться и передаваться различными сенсорными сетями для обеспечения мониторинга в реальном времени, который отражает погодные условия, материалы (новые или вторсырье), стоимость, углеродные выбросы, состояние объекта и системы, качество воздуха в помещении, поведение жителей, эффективное использование электромобилей, спрос на энергию, местную систему энергоснабжения и социальную структурную информацию. Эти данные анализируются, ими обмениваются при осуществлении операций. В качестве заинтересованных сторон могут выступать государственные учреждения, правительство, владельцы собственности или менеджеры, жители, городские планировщики, инженеры, финансовые компании, коммунальные предприятия и поставщики услуг. Такое взаимодействие позволяет анализировать данные в реальном времени и принимать обоснованные решения [8].

В цифровом двойнике поселения все виды данных в реальном времени собираются и передаются в центр анализа, где обрабатываются наряду со сложными системами для прогнозирования или оптимизации ряда целей устойчивого развития. Большая часть данных об энергии используется для оптимизации ее потребления, максимизации экономических выгод, минимизации выбросов углерода. Эта методология отражает динамику в реальном времени: климатические данные, занятость, результаты мониторинга качества воздуха и трафик, социально-демографические показатели. Для отдельных зданий некоторые данные можно интерпретировать для поддержания уровня качества воздуха в помещении. Виртуальная модель предоставляет городским планировщикам дополнительную возможность для изучения влияния строительства на микросреду. Составленные районные карты тепла и шума помогут проектировщикам создать более комфортную жилую среду для жителей. С учетом особенностей динамической информации можно выявить огромный социальный потенциал. Модели на основе семантического 3D-моделирования позволяют улучшить концептуальное проектирование городов, имитировать аварийные ситуации и проводить исследования социально-экономического воздействия. Прогнозируемая или оптимизированная информация при необходимости направляется заинтересованным сторонам для принятия решений или используется в отдельных системах для

Таблица 1

Перечень стандартизированных индикаторов городов

НАИМЕНОВАНИЕ ДОКУМЕНТА	ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ	КОЛИЧЕСТВО ИНДИКАТОРОВ
ISO 37120: 2018 «Устойчивое развитие сообщества. Показатели городских услуг и качества жизни» (ISO, 2018a)	Экономика, образование, энергетика, окружающая среда и изменение климата, финансы, управление, здоровье, жилье, население и социальные условия, отдых, безопасность, твердые отходы, спорт и культура, телекоммуникации, транспорт, городское/местное сельское хозяйство и продовольственная безопасность, городское планирование, сточные воды, вода	104
ETSI TS 103 463-2017 «Доступ, терминалы, передача и мультиплексирование Ключевые показатели эффективности для устойчивых цифровых мультисервисных городов (ETSI, 2017a)	Люди, планета, процветание, управление	76
Ключевые показатели эффективности ITU-T Y.4901/L.1601, связанные с использованием информационных и коммуникационных технологий в умных устойчивых городах (ITU, 2016b)	Информационные технологии, экологическая устойчивость, производительность, качество жизни, справедливость и социальная интеграция, физическая инфраструктура	48
Рекомендация МСЭ-Т Y.4902/L.1602 Ключевые показатели эффективности ITU-T Y.4902/L.1602, связанные с воздействием информационно-коммуникационных технологий на устойчивость в умных устойчивых городах (ITU, 2016c)	Экологическая устойчивость, производительность, качество жизни, равенство и социальная интеграция, физическая инфраструктура	30
Рекомендация МСЭ-Т Y.4903/L.1603 «Ключевые показатели деятельности умных устойчивых городов для оценки достижения целей в области устойчивого развития» (ITU, 2016d)	Экономика, окружающая среда, общество и культура	52
Система мониторинга Целей устойчивого развития (ЦУР) 11+ (ООН, 2016)	Задачи ЦУР ООН 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11a, 11b, 11c, 1.4, 6.3	18

Таблица 2

Типология индикаторов умных городов

ТИП ИНДИКАТОРА	ТИП ИЗМЕРЕНИЯ	ТИП ОЦЕНКИ	ПРИМЕНЕНИЕ
Ввод	Ресурсы, необходимые для действия	Планирование	Планирование необходимых ресурсов для достижения цели
Процесс	Осуществление мероприятий	Оценка качества средств реализации	Оценка реализации
Вывод	Эффективность внедрения	Краткосрочный мониторинг	Отчетность о ходе реализации
Результат	В какой степени мероприятия достигли поставленных целей	Среднесрочная оценка	Отчетность о промежуточных результатах (например, о стадии принятия городских решений)
Воздействие	Что достигнуто путем вмешательства	Долгосрочная оценка	Отчетность о реальном воздействии или общей производительности

обеспечения регламентных работ. Цифровой двойник повышает устойчивость системы благодаря анализу взаимозависимых ее компонентов, оптимизации будущих решений и операций.

Поколения цифровых двойников

Концепция цифрового двойника включает, как правило, три компонента: физический актив (от сообщества до города); логически сконструированный цифровой/ виртуальный продукт или соответствующую виртуальную трехмерную цифровую копию; связь между ними через конкретные приложения. Взаимодействие осуществляется на базе платформ определенных типов. Наиболее популярными поставщиками решений для цифровых «городов-побратимов» являются Alphabet, Autodesk и Esri, Bentley, Cityzenith, Dassault Systems, Engie Ineo/Siradel, Microsoft, NTT Data Corporation, Siemens и IESVE.

Первое поколение платформ работает как улучшенная версия BIM на строительных площадках. Ограничения касаются требований к информации для последующих этапов жизненного цикла и расширяемости связанных сложных вычислений. Как правило, основными элементами на этом этапе являются 9 :

- сбор данных в реальном времени (например, облако точек, дроны, фотограмметрия или рисунки/эскизы);
- пространственная информация, привязанная к 3D-модели;
- подключение модели к статическим данным (например, документам, чертежам, системам управления активами).

Второе поколение решений использует интеллектуальные семантические платформы, обеспечивая развитие первичной базы знаний. Но есть вероятность

неадекватного их срабатывания при работе со сложными информационными взаимодействиями, такими как:

- обогащение динамическим однонаправленным потоком данных (например, из Интернета вещей, встроенных датчиков);
- двусторонняя интеграция и взаимодействие данных (человек-машина и машина-машина).

На уровне третьего поколения решений используются элементы искусственного интеллекта, такие как машинное обучение, глубокое обучение, интеллектуальный анализ данных для создания самодостаточных, самообновляемых и самообучающихся проектов цифровых двойников. На данном этапе наиболее прогрессивные технические решения приводят к завершению желательных автономных операций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Соединения между физическими элементами и цифровой или виртуальной копией представляют собой непрерывные потоки данных, которые передаются от физического продукта к цифровому или виртуальному, а также информацию, генерируемую цифровой или виртуальной платформой в физическую среду. Таким образом, основные функции упомянутых проектов – это прогнозирование, моделирование, мониторинг, жизненный цикл, зондирование, оптимизация, Интернет вещей, AI, BIM, обработка знаний с помощью наборов данных и интеграция данных через Интернет 10. Цифровые двойники произошли от платформ мониторинга, интеллектуальных семантических и социотехнических платформ. Эволюция представляет собой непрерывный рост с точки зрения интеграции как жизненного цикла, так и цепочки событий в управлении городским хозяйством. Проблемы и возможности развития устойчивого урбанизма с использованием

CREATION OF DIGITAL MODELS OF SETTLEMENTS WITH PROVISION OF PHYTOSEURANCE

Evgeniev R.A., Applicant for FGBUN VINITI RAS

The growth of the urban population in the world entails an increase in the standard of living, comfort and is accompanied by a number of problems related to harmful emissions, noise pollution, the spread of non-communicable and mental diseases. Along with man-made and anthropogenic risk factors, climatic changes and natural anomalies have an increasing impact on the quality of life in cities. Of no less concern is the quality of food products and its supply chain. Most of the above inconveniences can be avoided or their impact on residents can be minimized with a reasonable approach to the design and reformatting of urban settlements. The article examines the main elements of modern sustainable urbanism through the prism of international standardized ISO indicators, as well as the prospects for using digital twins to create and manage cities.

Keywords: sustainable development, urbanism, smart cities, digital twins.

List of used sources and literature

1. Lea Den Broeder, Jeroen Devilee, Hans Van Oers, A Jantine Schuit, Annemarie Wagemakers. Citizen science for public health. 2018. Health Promotion International. Volume 33. Issue 3, June. PP. 505–514.
2. Morawska, L., Miller, W., Riley, M., Vardoulakis, S., Zhu, Y., Marks, G., et al. Towards Urbanome the genome of the city to enhance the form and function of future cities. 2019. Nature Communications. Volume 10. Article 4014.
3. Vardoulakis, S., Kettle, R., Cosford, P., Lincoln, P., Holgate, S., Grigg, J., et al. Local action on outdoor air pollution to improve health. 2018. International Journal of Public Health. Volume 63. PP. 557–565.
4. Salmond, J.A., Tadaki, M., Vardoulakis, S., Arbuthnott, K., Coutts, A., Demuzere, M., et al. Health and climate related ecosystem services provided by street trees in the urban environment. 2016. Environmental health, 15. PP. 95–111.
5. International Standardization Organization ISO 37120:2018 Sustainable cities and communities – Indicators for city services and quality of life (2nd ed.). 2018.
6. Kourtit K., Nijkamp P. Big data dashboards as smart decision support tools for i-cities. An experiment on Stockholm. 2018. Land Use Policy. Elsevier. Volume 71(C). PP. 24–35.
7. Bosch P., Jongeneel S., Rovers V., Neumann H.M., Airaksinen M. CITY keys indicators for smart city projects and smart cities. 2017. PP. 14–21.
8. Khajavi S. H., Motlagh N. H., Jaribion A., Werner L. C., and Holmström J. Digital twin: vision, benefits, boundaries, and creation for buildings. 2019. IEEE Access, 7, 147406–147419.
9. Savian C. Digital Twins for the Built Environment: An Introduction to the Opportunities, Benefits, Challenges and Risks. 2020. Hertfordshire: The Institution of Engineering and Technology. PP. 7–15.
10. Boje C., Guerriero A., Kubicki S., and Rezzgui Y. Towards a semantic construction digital twin: directions for future research. 2020. Automation Construction. Volume 114. Article 103179.

УДК 004.94

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИНТЕЗА АРХИТЕКТУРЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖНЫХ СИСТЕМ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ОБЪЕКТОВ

Мистров Л.Е., д-р техн. наук, доц., профессор кафедры ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Центрального филиала «РГУП»

Поляков О.В., зав. учебным кабинетом ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

Современный этап развития радиотехнических систем, объединенных в различного функционального назначения радиоэлектронные объекты (РЭО), характеризуется возрастанием количества решаемых ими задач, режимов и алгоритмов функционирования, оцениваемых по показателю конфликтной устойчивости применения. Это обуславливает возрастающую систему требований к специалистам по их эксплуатации на множестве условий информационного взаимодействия с внешней средой. Одним из основных этапов подготовки специалистов является приобретение ими практических навыков принятия решений по обоснованию применения РЭО на основе использования интеллектуальных тренажерных систем (ИТС).

Начальным этапом синтеза архитектуры ИТС является разработка ее концептуальной модели, представляющей целостное единство базовых принципов построения, методов математического моделирования, алгоритмов, аксиоматических процедур, правил и операций, взаимообусловленного и взаимосвязанного множества команд, данных и характеристик, структурно сопряженных с каждым иерархическим уровнем моделируемого РЭО, обобщенно описывающих модель ИТС. В основу модели синтеза архитектуры ИТС предложено использовать базовый принцип открытой архитектуры построения компьютеров, реализация которого основывается на технологии функционально-блочного (модельного) проектирования, обеспечивающем изменение функциональности ее программного обеспечения без значительного изменения аппаратной части, снижение времени на проектирование новых программных компонент (ПК) и снижения затрат на разработку.

Основу модели синтеза архитектуры ИТС составляет алгоритмически взаимосвязанные системы команд, сообщений, данных, алгоритмы выбора структурной сложности решаемой учебно-тренировочной задачи (УТЗ) обучающимся с учетом его теоретической и практической подготовки, контроля эффективности решаемых УТЗ с учетом ее предыстории. Определены особенности построения и предложены алгоритмы построения архитектуры ИТС в виде взаимообусловленной системы задач по управлению (в том числе и взаимодействию) ПК при имитации информационных процессов функционирования элементов РЭО в интересах исследования структуры и характеристик сигналов в контурах управления подсистем управления, информационного обеспечения и исполнения РЭО и решения функциональных задач при обосновании решений по способам применения РЭО на множестве характеристик внешней среды, представленных в структуре системы УТЗ.

В соответствии с иерархической структурой РЭО в архитектуре ИТС в модели выделены уровни математического моделирования решаемых разноплановых УТЗ, поддерживаемых динамической системой ПК.

Реализации модели синтеза архитектуры ИТС позволяет обосновывать принимаемые решения обучаемых по оптимальным способам применения РЭО на множестве способов информационного воздействия внешней среды.

Ключевые слова: радиоэлектронный объект, обучающийся, интеллектуальная тренажерная система, архитектура, способ применения, концептуальная модель, принцип открытой архитектуры, метод функционально-блочного (модульного) проектирования, эффективность, аксиоматические процедуры, правила и операции, множества команд,

Современный уровень развития образовательной среды, вычислительной техники и информационных технологий позволяет моделировать практически любой вид деятельности человека, связанный с обработкой информации на основе разработки различного типа информационных систем (ИС), к которым можно отнести и различного типа многофункциональные тренажеры или системы. Под понятие тренажеров попадает широкий круг ИС, предназначенных для реализации задач планирования и управления ресурсом аппаратных и программных средств при решении учебно-тренировочных задач подготовки специалистов в различных предметных областях.

В настоящее время вопросы подготовки специалистов в области применения различного типа радиотехнических систем, объединенных в различного функционального назначения радиоэлектронные объекты (РЭО), решаются на основе положений концепции виртуальной среды профессиональной деятельности и технологий распределенных вычислительных систем в образовательной среде методами и средствами информационных технологий [1–3].

Потенциальные возможности РЭО, обобщенно характеризующиеся показателем конфликтной устойчивости [4], определяются требованиями заказчика при формировании технического задания на проектирование, характеристиками, достигнутыми разработчиком при их технической реализации и компетенцией специалистов по обоснованию способов их применения. При этом последний фактор является определяющим, зависящим от компетенции специалистов принятия решения по применению РЭО в различных условиях информационного воздействия внешней среды. Специалисты являются тем звеном, на уровне которого проявляется ограниченность по реализации потенциальных характеристик РЭО. Исходя из этого, к ним предъявляются высокие требования по скорости принятия решения на множестве факторов воздействия внешней среды, в том числе и недостаточно определенных. С увеличением времени на принятие решение, обусловленным желанием специалистов учесть большее число факторов, снижается конфликтная устойчивость применения РЭО как основной показатель эффективности их применения.

Возрастание сложности способов применения РЭО и необходимость обеспечения подготовки в кратчайшие сроки специалистов обусловили, с одной стороны, закономерный процесс перехода к применению в обучении различного типа информационных тренажных систем с учетом достигнутого уровня их теоретической и практической подготовки. С другой стороны, существующее в предметной области множество типовых РЭО, незначительно отличающихся

по функциональному назначению, решаемым задачам и объектам воздействия, актуализировало для снижения экономических затрат на обучение переход к подготовке специалистов по эксплуатации разных типов РЭО в структуре единых информационных тренажных систем, программно учитывающих особенности применения определенного класса (типа) РЭО. Учет этих особенностей объективно обусловил переход к разработке нового класса информационных тренажных систем – интеллектуальных тренажных систем (ИТС). ИТС представляет собой информационно-образовательное пространство, основанное на интеграции аппаратно-программных средств, информационных систем и информационно-компьютерных технологий в интересах подготовки специалистов по эксплуатации РЭО применительно к типовым условиям информационно-образовательной среды для решения конечного множества взаимосвязанных и взаимообусловленных УТЗ. Информационно-образовательное пространство формируется в виде целостного единства типовых условий эксплуатации РЭО, информационных баз знаний и данных, интегрированного виртуального интерфейса, оптимизируемого учебно-методического обеспечения и расширенного дидактического аппарата, обеспечивающих адаптацию ИТС к особенностям предметной области обучаемых.

Для ИТС характерно наличие большого числа технологических операций по анализу, качественно-количественной обработке информации и выработке на ее основе решений на множестве условий решения УТЗ. Основу их разработки на начальном этапе синтеза составляет задача обоснования архитектуры, возникающая в интересах: а) анализа и согласования иерархичной системы показателей эффективности ИТС на множестве УТЗ для формирования «индивидуального» вектора критериев эффективности решения каждой задачи; б) оптимального распределения ресурса аппаратно-программных средств для имитации как одного типа, так и определенного класса РЭО; в) преодоления большой размерности задачи, обусловленной: разноплановостью УТЗ; циркуляцией в контурах принятия решений при моделировании УТЗ разнородной качественно-количественной информации; сетевой структурой технологических процессов, состоящих в наличии множества информационных и технологических операций (анализа, распознавания, обработки, объединения, повторения, трансляции и разветвления), определяющих функционально-структурный облик реализующих их программных компонент (ПК) в интересах решения каждой УТЗ. Развиваемые в настоящее время методы синтеза информационных тренажных систем расширяют существующую теоретическую базу их разработки новыми архитектурными подходами, процедурами и математическими моделями, применимыми, в том числе и при синтезе ИТС для имитации применения

определенного класса (типа) РЭО. Наиболее экономичным путем создания ИТС является совершенствование интеграционных процессов на основе разработки и оптимизации аппаратно-программного обеспечения с учетом достижений науки, техники и технологий, в первую очередь, информационных. Основу ее решения составляет задача синтеза архитектуры ИТС, которая определяет ее практические возможности с инвариантных позиций решать задачу подготовки специалистов по эксплуатации РЭО независимо от типа и эффективности составляющих аппаратно-программных компонент (АПК) в интересах решения иерархической системы УТЗ.

В общем случае, основу задачи синтеза архитектуры ИТС составляет принцип целеполагания, основанный на организации процесса обоснования подходов, принципов, правил, процедур и операций, набора команд, данных и сообщений, сопряженных с каждым иерархическим уровнем моделируемого РЭО и обобщенно описывающих общую функциональную модель ИТС. Начало синтеза архитектуры ИТС составляет обоснование базовых принципов, подготовки специалистов по эксплуатации класса (типа) РЭО в виде системы подходов, принципов, правил, процедур, операций и алгоритмов на множестве условий информационно-образовательной среды (в виде множества типовых конфликтных ситуаций), основанных на обобщении по нескольким критериям однокритериальных задач принятия решений, и построением на их основе модели многокритериального выбора решений для обоснования концепции выбора оптимального варианта архитектуры ИТС в интересах решения УТЗ подготовки специалистов по эксплуатации РЭО.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИНТЕЗА АРХИТЕКТУРЫ ИТС

Процесс обоснования цели, задач и облика архитектуры ИТС предполагает наличие соответствующих объектно-ориентированных моделей. Для начального этапа синтеза архитектуры ИТС характерны нечеткость и неопределенность исходных представлений о ее задачах и облике, что затрудняет применение известных моделей для отображения процесса синтеза.

Моделирование задачи синтеза архитектуры ИТС исходит из необходимости решения определенного множества УТЗ. То есть ИТС предназначена для автоматизации функций целевого применения и охватывает весь функциональный спектр деятельности субъектов синтеза (специалистов синтеза, обслуживающего персонала, обучающихся) на жизненном цикле решения УТЗ. Поэтому синтез архитектуры ИТС рассматривается как процесс разработки и реализации функций целевого применения для решения множества УТЗ в форме оптимально-временного распределения ресурса АПК. Он предполагает

установление причинно-следственных связей между ресурсами АПК в динамике (временного ресурса) на основе реализации определенной системы функций, процедур и операций.

Суть синтеза архитектуры ИТС состоит в обосновании ее облика путем формирования системы целей в форме целенаправленной деятельности, связанной с процессом принятия решений. Поскольку архитектуру ИТС можно представить через систему типа «вход-выход» в виде решающих процедур и операций, цель ее синтеза может быть определена через систему решаемых УТЗ. Цель считается достигнутой, если найдено решение соответствующих задач. Из соотношения целей и результатов решения УТЗ следует, что процесс последовательной иерархической детализации задачи синтеза архитектуры ИТС представляется деревом декомпозиции цели исследований.

Специалисты синтеза ИС, архитектуры ИТС в частности, оперируют набором понятий и имеют собственное представление о ее предметной области и задачах. У них формируется система видения – ментальная модель синтеза архитектуры ИТС в виде иерархической системы простых для понимания и решения функциональных задач. Средством формализации ментальных моделей и их представления служит концептуальная модель. В ходе ее построения осуществляется переход от описательного представления знаний и данных к формальному на декларативном языке, допускающем единственную интерпретацию.

Концептуальная модель описывает в декларативной форме множество действий, которые охватывают цель синтеза архитектуры ИТС и характеризуются анализом корректности описания модели применения по решению определенного множества УТЗ. Это следует из иерархического построения архитектуры ИТС в виде управляющей, информационно-обеспечивающих и исполнительных (на основе АПК) подсистем, обеспечивающих решение УТЗ в структуре РЭО. Действия по решению задачи ИТС в концептуальной модели рассматриваются как процесс. Если в модели архитектуры ИТС корректно описываются процессы на любом уровне иерархии, то концептуальная модель дает корректное декларативное описание действий по решению на этапах анализа и синтеза всех УТЗ, обеспечивающих достижение требуемого результата.

Когда определена единственная цель синтеза архитектуры ИТС, то концептуальная модель формируется в процессе последовательной декомпозиции УТЗ на более простые подзадачи, представляемые в виде графа. Терминальные вершины графа образуют множество примитивов концептуальной модели, на нижних уровнях которой формируется множество неделимых в пределах данной

модели задач. Глубина декомпозиции цели синтеза архитектуры ИТС определяется по одному из критериев:

– для задач анализа и синтеза, полученных в ходе декомпозиции УТЗ, существуют известные методы и модели их решения;

– при дальнейшей декомпозиции задача синтеза УТЗ утрачивает возможность интерпретации в рамках рассматриваемой предметной области.

В результате декомпозиции цели синтеза архитектуры ИТС формируется множество относительно простых задач, находящихся в транзитивных иерархических отношениях типа «композиция» или «классификация» с УТЗ. Концептуальная модель синтеза архитектуры ИТС реализуется в виде одного или нескольких взаимосвязанных древовидных графов, представляющих состав и структуру образующих ее АПК. Каждой вершине графа архитектуры ИТС приписывается некоторый набор атрибутов, обеспечивающих идентификацию и характеризующих индивидуальные свойства АПК.

Построение концептуальной модели синтеза архитектуры ИТС считается завершенным, когда определены все компоненты ее структуры, декларированные в схеме концептуальной модели, и их атрибуты. При этом должна быть получена формальная модель, адекватная представлению об облике архитектуры ИТС и отражающая информационный контекст, на фоне которого реализуется информационный процесс обучения решению УТЗ. Модель подвергается формальному анализу для проверки целостности, включающей исследование полноты (наличие всех элементов и связей, необходимых для эксплуатации модели), связности (отсутствие элементов, структурно не относящихся к цели) и корректности (логическая непротиворечивость).

Концептуальная модель, описывая структуру предметной области архитектуры ИТС, не накладывает существенных ограничений на выбор методов исследований. Поскольку в жизненном цикле архитектуры ИТС можно выделить два основных этапа: анализ и синтез, представляющих собой разные, но взаимосвязанные процессы, это позволяет использовать различные методы моделирования для обработки данных, представленных в концептуальной модели.

Задача разработки модели синтеза архитектуры ИТС формулируется в следующем виде.

Требуется для заданных:

– типа, структуры, технических характеристик, алгоритмов функционирования и способов применения РЭО;

– интеллектуального уровня обучаемых, определяемого из теоретических знаний и практической подготовки к решению УТЗ;

– типа, количества и характеристик УТЗ, подлежащих выполнению ИТС;

– типа, количества, алгоритмов функционирования и эффективности ПК для решения УТЗ;

– типа, состава и алгоритмов функционирования (распределения ресурса аппаратно-программных компонент) элементов управления ИТС;

– типа, состава и взаимосвязей между ПК программного обеспечения при выполнении УТЗ

определить на Ω множестве допустимых K вариантов архитектуры ИТС, характеризуемой \bar{A}_k составом, \hat{A}_k характеристиками и \tilde{A}_k алгоритмами функционирования, оптимальный вариант, обеспечивающий U_k эффективность решения N количества с p качеством и s сложности УТЗ не менее требуемой U_{mp} применительно к r вариантам информационно-образовательной среды, задаваемой характеристиками типовых конфликтных ситуаций, в виде U_{mp}

$$\Omega_k = \{k : k = \underset{A_k, \Omega^k}{\text{Arg max}} U_k(A_k, W_k, P_n^k, S, R) \geq U_{mp}\} \quad (1)$$

при

$$\Omega^k = \{\bar{\Omega}^k, \hat{\Omega}^k, \tilde{\Omega}^k\}; \quad (2)$$

$$\bar{\Omega}^k = \{M_{kl} : \sum_{l=1}^{L_k} M_{kl}\}; \quad (3)$$

$$\hat{\Omega}^k \in \hat{\Omega}_i^{k*}; \quad \tilde{\Omega}^k \in \tilde{\Omega}_i^{k*}; \quad (4)$$

$$W_k = \{\bar{W}_k, \hat{W}_k, \tilde{W}_k\}; \quad (5)$$

$$|\bar{W}_k| = ||\bar{W}_k^l||_{kL}; \quad |\hat{W}_k| = ||\hat{W}_k^l||_{kL}; \quad (6)$$

$$\tilde{W}_k = \{v_{nlm}^k : \sum_{n=1}^N \sum_{m=1}^{M_k} v_{nlm}^k \leq I_m^k\}; \quad (7)$$

$$k = \overline{1, K}; \quad n = \overline{1, N}; \quad y = \overline{1, Y}; \quad l = \overline{1, L}; \quad m = \overline{1, M}; \quad p = \overline{1, P}; \quad r = \overline{1, R},$$

где $U_k(A_k, W_k, P_n^k, S, R)$ – число УТЗ, выполняемых ИТС на множестве типовых конфликтных ситуаций при $A_k = \{\bar{A}_k, \hat{A}_k, \tilde{A}_k\}$ составе (\bar{A}_k), характеристиках (\hat{A}_k) и алгоритмах функционирования (\tilde{A}_k) k варианта архи-

тектуры, равное $U_k(A_k, W_k) = \sum_{n=1}^N P_n^k(A_k, v_{nlm}^k, W_k, P_n^k, S, R)$;

$\bar{\Omega}^k, \hat{\Omega}^k, \tilde{\Omega}^k$ – множество состава, характеристик и алгоритмов функционирования АПК k варианта архитектуры ИТС при решении n , $n = \overline{1, N}$ УТЗ, соответственно; $\bar{W}_k, \hat{W}_k, \tilde{W}_k$ – множество параметров, характеризующих состав, характеристики и алгоритмы решения УТЗ как функции k варианта архитектуры

ИТС, соответственно; M_{kl} – количество l типа ПК в составе k варианта архитектуры ИТС, используемых для моделирования n , $n = \overline{1, N}$ УТЗ; $\hat{\Omega}^{k*}$ – множество реализуемых характеристик l типа ПК k варианта архитектуры ИТС; $\Omega^{k*} = \|t_l^{k*}, d_l^{k*}\|$ – вектор параметров, характеризующий динамические (t_l^{k*}) и количественные (d_l^{k*}) ограничения на обрабатываемую информацию l типом ПК k варианта архитектуры ИТС; M_{kl} – общее количество реализуемых операций l типом ПК k варианта архитектуры ИТС; m – номер операции (в том числе, получение, трансляция, обработка и т. п. сообщений, команд, ...) при реализации l типа ПК k варианта архитектуры ИТС; \overline{W}_k^l – количество l типа ПК в составе k варианта архитектуры ИТС для решения n УТЗ; \hat{W}_k^l – множество информационных взаимосвязей между l типа ПК k варианта архитектуры ИТС при решении n УТЗ; \tilde{W}_k – функция (многомерная матрица) распределения l типа ПК k варианта архитектуры ИТС для решения n УТЗ; v_{nlm}^k – число реализуемых информационных, энергетических и управляющих операций l типом ПК k варианта архитектуры ИТС при решении n УТЗ; γ_{ny}^k – бинарная функция (матрица) назначения l типа ПК для выполнения n УТЗ с k вариантом архитектуры ИТС, равная 1, если l типа ПК задействуется для решения n УТЗ и 0 – в противном случае; V_m^k – возможности k варианта архитектуры ИТС по выполнению m операций моделирования способов применения РЭО; $P_n^k(A_k, v_{nlm}^k, W_k, P_n^r, S, R)$ – вероятность решения обучаемым n структурной сложности УТЗ, адаптируемой под интеллектуальный уровень подготовки обучаемых, применительно к k варианту архитектуры ИТС.

Такое представление решения задачи в виде модели (1)–(7) позволяет исследовать зависимость эффективности решения вариантом архитектуры ИТС N количества УТЗ за счет оптимального распределения ресурса состава и алгоритмов функционирования ее ПК.

Строго математически решить задачу (1)–(7) практически невозможно вследствие ее большой размерности, сложной взаимосвязи переменных в функциональных зависимостях, наличия ряда неопределенных факторов, многие из которых носят стохастический характер. Такая ситуация естественна для начальной стадии

синтеза любой сложности системы. Основной метод решения задачи синтеза облика архитектуры ИТС – ее декомпозиция на систему частных задач. Иерархическая декомпозиция обеспечивает возможность разделения задачи синтеза архитектуры ИТС на основе принципа «целое-часть», а также реализацию принципов «права вмешательства верхнего уровня» и «зависимости верхнего уровня от нижних уровней». С использованием принципа «целое-часть» общая задача синтеза архитектуры ИТС представляется в виде системы взаимосвязанных общей и частных задач синтеза, совместное решение которых является решением общей задачи. «Право вмешательства верхнего уровня» реализуется путем определения на верхнем уровне синтеза архитектуры ИТС для задач нижних уровней иерархии соответствующих целей, ресурса АПК, ограничений и условий применения. Зависимость верхнего уровня от нижних реализуется путем передачи на верхний уровень иерархии задачи синтеза архитектуры ИТС результатов решений задач нижних уровней и предложений по корректировке целей, ресурса АПК, ограничений и условий, определяемых верхним уровнем для задач нижних уровней, поскольку реальными физическими переменными управляет нижний уровень, а верхний – согласовывает обобщенные параметры. Использование иерархической декомпозиции несколько снижает сложность решения задачи синтеза архитектуры ИТС, но определяющей становится задача интеграции и согласования иерархической системы показателей эффективности решения задач на основе системы частных моделей ее построения.

Синтез архитектуры ИТС связан преимущественно с анализом предметной области РЭО, поэтому можно проанализировать подходы к ее моделированию. Встречающиеся в литературе подходы к построению концептуальных моделей синтеза ИС, ИТС в конкретном случае отражают, как правило, одну отличительную особенность построения и применения ИС, которая, в свою очередь, служит методологической основой моделирования процессов на основе подходов, ориентированных на процесс и результат.

Специфика предметной области ИТС состоит в моделировании архитектуры как уникального объекта исследований, учета в этом описании не только ее специфической структуры и особенностей функционирования, но и поведения обучаемых при выборе методов принятия решений и возможностей развития (модернизации). При этом важно применять такой методический подход, который на едином языке даст возможность описывать ее как объект синтеза в динамике с учетом адаптивных процедур управления ею. Таким является смешанное аналитико-имитационное моделирование. Для методов аналитического моделирования на основе положений теории принятия модели синтеза архитектуры ИТС характерна детализация

процесса синтеза на совокупность частных моделей и интеграции результатов в общей модели принятия решений на основе решения задач оптимального распределения ресурса АПК. Моделирование архитектуры ИТС на основе методов имитационного моделирования базируется на предположении, что поскольку ее синтез – это логический процесс, то он может быть представлен математическими зависимостями в виде системы математических моделей и процессов. Таким образом, при синтезе архитектуры ИТС системообразующим звеном моделирования является общая модель принятия решений, а остальные частные модели обеспечивают ее применение на основе моделирования частных показателей эффективности. Это позволяет разработать концептуальную модель на основе принципов, аксиоматической системы правил, процедур и операций, частных моделей и алгоритмов, с помощью которых задачу синтеза архитектуры ИТС можно выразить в виде основных взаимосвязей (отношений) и определенных целей. Такое представление модели позволяет с инвариантных позиций формировать варианты архитектуры ИТС, оценивать, сравнивать их по критерию эффективности и выбирать оптимальную.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ПРОГРАММНЫЕ КОМПОНЕНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ

В основу моделирования ИТС в соответствии с моделью (1)–(7) положено достижение конфликтной устойчивости выполнения РЭО поставленных функциональных задач в операции с заданной эффективностью, что и определяет ее архитектуру. Модель структурно включает три взаимосвязанных функциональных блока (подсистемы) «эффективность информационных процессов», «эффективность решения функциональных задач» и «функционально-структурный синтез информационной архитектуры», обеспечивающих решение на этапах анализа и синтеза задачи выбора оптимальной архитектуры ИТС.

Вопросы исследования структуры сигналов и их прохождения через радиотехнические тракты, анализа функционирования подсистем РЭО решаются в функциональном блоке «эффективность информационных процессов», структурно включающего блоки (подсистемы) исследования:

- эффективности информационных процессов, протекающих в структуре подсистем информационного обеспечения РЭО при формировании данных информационной обстановки в области его применения;
- эффективности информационных процессов, протекающих в структуре подсистемы управления РЭО при обосновании и формировании матрицы объектов информационного воздействия исходя из результатов применения подсистемы информационного обеспечения РЭО;

– эффективности информационных процессов, протекающих в структуре подсистемы исполнения РЭО при реализации специфических способов воздействий на объекты, выделенные подсистемой управления.

Результаты моделирования, полученные в данном функциональном блоке, передаются в виде сообщений в функциональный блок «эффективность решения функциональных задач» для анализа и обоснования обучающимся на основе решения функциональных задач РЭО на множестве условий его эксплуатации применительно к сформированным в функциональном блоке «информационно-образовательная (физическая) среда» типовым конфликтным ситуациям, предложений по обеспечению конфликтной устойчивости применения, как подсистем, так и РЭО в целом с учетом воздействия активно-пассивных информационных угроз (воздействий). Данные функциональные блоки представляют согласованную по показателям эффективности систему математических моделей и методик, обеспечивающих решение обучающимся задач обоснования эффективности способов применения РЭО на множестве условий информационно-образовательной среды.

Базу для выработки управляющих команд, выдачи исходных данных, обработки информации и трансляции сообщений (результатов моделирования), формирования множества типовых конфликтных ситуаций как основы информационно-образовательной среды составляет функциональный блок «информационно-образовательная (физическая) среда». В нем определяется информационно-целевая обстановка (условия) обучения специалистов способам применения РЭО.

Информационная интеграция результатов моделирования основных функциональных блоков осуществляется в функциональном блоке «структурно-функциональный синтез информационной архитектуры», обеспечивающем решение задачи структурно-функционального синтеза архитектуры ИТС. Его назначение состоит в обеспечении функционирования основных моделируемых функциональных блоков ИТС. С этой целью проводится функциональный синтез архитектуры ИТС на основе формирования внутрисистемного межпрограммного интерфейса ПК основных функциональных блоков. Исходя из их потребностей формируется система управляющих команд, система управления исходными данными и трансляции сообщений (результатов моделирования) для обеспечения информационных связей между ПК функциональных блоков на множестве типовых конфликтных ситуаций, а также решается задача распределения ресурса ПК для моделирования каждой УТЗ. В результате процедуры функционального синтеза осуществляется динамический анализ состояния функциональных блоков – основы формирования функциональных свойств архитектуры на множестве

ограничений, обеспечивающих информационное взаимодействие ПК функциональных блоков.

Интерактивный процесс структурного синтеза архитектуры обеспечивает иерархическое наполнение архитектуры совокупностью структурных элементов для целостного представления состояний ИТС в динамике имитации способов применения РЭО на множестве типовых конфликтных ситуаций в виде системы управляющих действий (команд), управления данными, формирования структурной сложности решаемой УТЗ обучающимся (с учетом интеллектуального уровня его теоретической и практической подготовки), контроля эффективности применения РЭО, информационной защиты, управления аппаратно-программным интерфейсом и формирования сервисов преподавателя (эксперта) и обучающегося. В обобщенном виде модель синтеза архитектуры ИТС представлена на рис. 1.

Разработка архитектуры ИТС в соответствии с моделью (1)–(7) базируется на формировании:

1. Архитектурных решений, применяемых на основе:

– организации взаимодействия АПК, обуславливающих выделение системы (диспетчера) команд для централизованного управления работой ИТС на основе доведения управляющих сообщений до ПК;

– обработки данных благодаря информационному обмену между ПК, выделяемыми в структуре ИТС системы (диспетчера) управления данными, отвечающей за сопряженность данных между ПК для определенного класса (типа) РЭО;

– внутренней системной организации ПК на базе системы (матрицы) их распределения (диспетчера ПК) в виде совокупности сопряженных программных сервисов, между которыми организовано разделение сведений о состоянии ИТС (перечень открытых сессий соединения, подключенных пользователей, решаемых УТЗ и т.п.) для управления процессом интеллектуального решения обучаемыми УТЗ применительно к типовым конфликтным ситуациям использования РЭО и контроль поэтапного их выполнения под руководством преподавателя.

2. Алгоритмов формирования индивидуального информационного пространства для каждой ПК в базе данных ИТС, составляющих основу разработанных архитектурных решений для организации последовательно-параллельной обработки данных при информационном обмене между ПК для определенного класса (типа) РЭО. Вариант организации процессов обработки данных с учетом [4] приведен на рис. 2.

Архитектура ИТС обеспечивает разработку пользовательского и преподавательского интерфейсов, замену и обмен информацией ПК, ввод/вывод данных, анализ предыстории результатов решения УТЗ обучаемым. Это позволяет моделировать информационные процессы с использованием программных средств математического моделирования. Подключенное к подсистеме управления ИТС программное обеспечение реализует поддержку эмуляторов, необходимых для имитации типовых конфликтных условий применения РЭО. Основные структурные компоненты ИТС – имитационная модель процесса функционирования РЭО в различных режимах, модель «идеального» преподавателя и программа тренажера с генерацией типовых конфликтных ситуаций информационного взаимодействия РЭО с обоснованными его подсистемой управления информационными системами и средствами.

Синтез архитектуры ИТС предусматривает выявление, оптимизацию и унификацию решений по разработке ПО для моделирования РЭО на базе, технологии функционально-блочного (модульного) проектирования. Использование функционально-блочной архитектуры ИТС предполагает имитацию каждой физической подсистемы РЭО в виде одной или нескольких ПК – независимое построение ПК и их объединение архитектурно в структуре ИТС. Программная реализация информационного взаимодействия ПК (рис. 3) и их сопряжение на аппаратном уровне обеспечивают корректное функционирование разрабатываемой ИТС. Для корректного взаимодействия ПК применяются алгоритмы передачи сообщений и данных от одной ПК к другой. Для реализации логических связей между ПК предусмотрено выделение в архитектуре ИТС ПК интерфейсного обмена.

В соответствии с иерархическим построением структуры РЭО в архитектуре ИТС выделяются составляющие элементы – ПК, условно распределенные по уровням информационного взаимодействия при решении n УТЗ. Архитектура ИТС функционально-блочной (модульной) структуры обеспечивает формирование матрицы управления ПК, применение и распределение по уровням информационного взаимодействия в зависимости от сложности моделируемого элемента или РЭО в целом и типов информационного обмена между ПК. Она определяет взаимосвязь управляющих ПК с пользовательским интерфейсом на одном уровне модели. Пользовательский интерфейс представляет собой отдельную или совокупность нескольких ПК. Взаимодействие управляющих ПК с ПК нижних уровней, как и графическое отображение операций, протекающих в ИТС при моделировании УТЗ, а также ее реакции – обратной связи на действия пользователя – связаны, поэтому данные ПК находятся на одном уровне

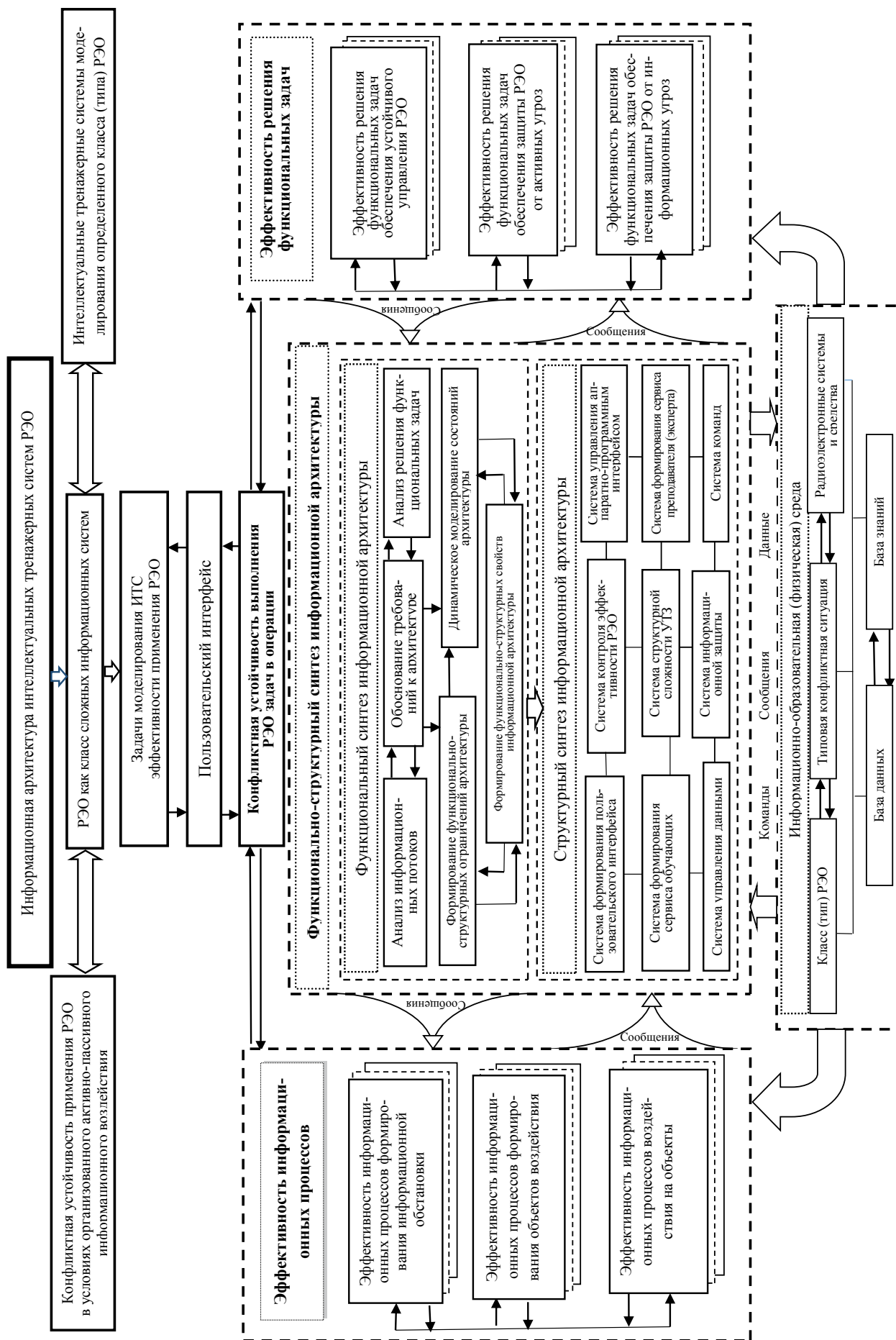


Рис. 1. Модель синтеза информационной структуры ИТС

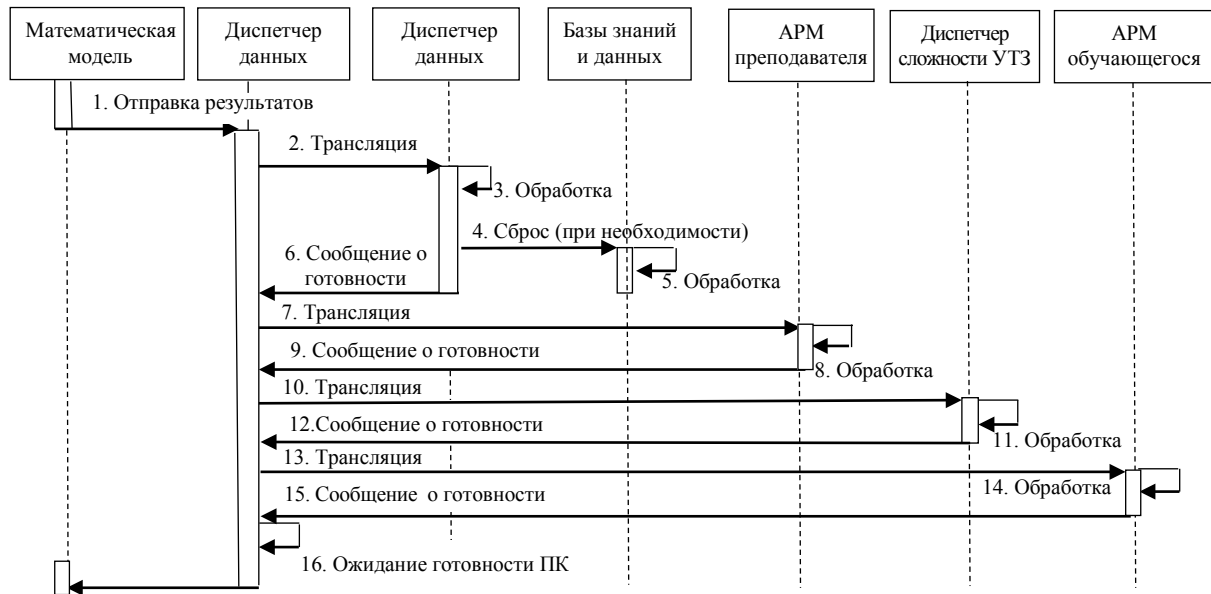


Рис. 2. Организация процессов обработки данных (результатов моделирования)

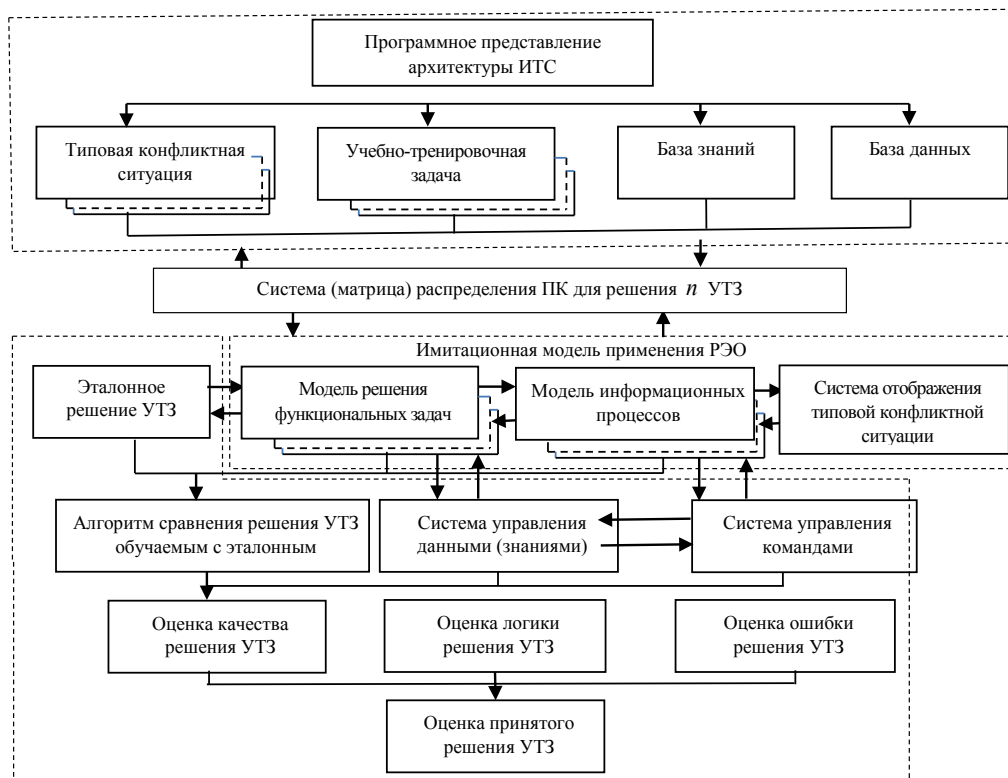


Рис. 3. Структура информационного взаимодействия компонент ИТС

структуры. Модель архитектуры ИТС включает пять уровней решения разноплановых задач, поддерживаемых соответствующими ПК, и представляется в виде матрицы размером $M \times N$, где $M = 5$ – число программных уровней, а N – число необходимых ПК. Условно ее можно интерпретировать в виде матрицы – графического представления проектирования функционально-блочной (модульной) архитектуры ПО на уровне информационного обмена.

На верхнем уровне модели архитектуры ИТС располагаются ПК для трансформации и представления результатов в интерактивном виде полученной на более низких уровнях информации, а также подпрограммы, описывающие пользовательский интерфейс. ПК для формирования пользовательского интерфейса включают в себя сервисы обучающегося, преподавателя (инструктора) и управления ИТС. Сервис обучающегося используется для выполнения им УТЗ. Он программно не связан с сервисами управления, однако они используют одни и те же информационные ресурсы. Сервис обучающегося (рис. 4) состоит из ПК обучения и контрольной ПК, которые, в свою очередь, включают в себя несколько подмодулей: выбора, выполнения и проверки задания, формирования и просмотра статистик выполнения обучающимся УТЗ. Ориентированная на пользователя структура содержит информацию о подпрограммах, которые должны быть выполнены для решения УТЗ. Сервис преподавателя (инструктора) основывается на ПК, обеспечивающих выбор УТЗ, контроль эффективности их решения, управление структурной сложностью решаемой обучающимся УТЗ и обеспечения интерактивного управления УТЗ. Уровень предназначен для подготовки и переконфигурации внутренней информации в интерактивное представление, а также для обеспечения человеко-машинного взаимодействия.

Второй уровень модели, содержащий начальные условия для вычислений, предназначен для процесса моделирования за счет включения ПК, обеспечивающих считывание, хранение, преобразование при необходимости данных и перевод информации в реальном времени (формируется цикл с отсчетом времени).

Третий уровень модели содержит результат вычисления вектора состояния ИТС в динамике, основан на решении моделируемых функциональных задач – программное определение конфликтной устойчивости, безопасности и надежности РЭО путем информационного воздействия на множество типовых конфликтных ситуаций. Обучающиеся вырабатывают решения по эффективности достижения конфликтной устойчивости рассматриваемых способов применения РЭО на основе решения функциональных задач для k вариантов архитектуры ИТС. Для этого осуществляется межуровневый обмен информацией – результаты моделирования в разных ПК передаются на более низкие программные уровни.

На четвертом программном уровне модели с помощью ПК, структурно составляющих систему математических моделей РЭО, осуществляется математическое моделирование информационных процессов функционирования РЭО (в отличие от ПК первых двух уровней, которые не зависят от типа и модели РЭО) при исследовании структуры сигналов и их прохождения по радиотехническим трактам, поиска неисправностей и решения других УТЗ на основе межуровневого программного интерфейса. ПК уровня имеют доступ к базе данных, базе знаний и массивам, содержащимся на пятом уровне.

Последний, пятый, уровень модели содержит базу данных, базу знаний, массивы информации о характеристиках

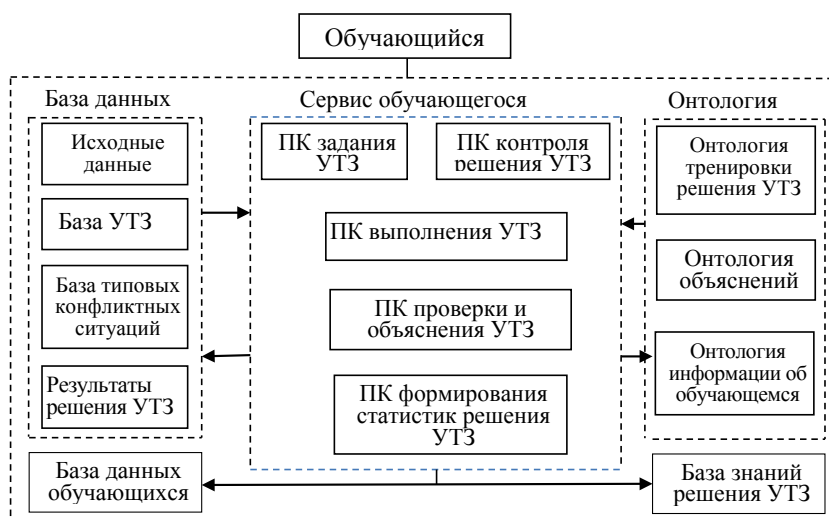


Рис. 4. Сервис обучающегося

типовых конфликтных ситуаций, необходимые для вычислений на более высоких уровнях, отдельный набор подпрограмм (ПК) для интерполяции данных в таблицах, конфигурационной информации, поступления новых данных.

Присинтезе ИТС общая матрица управления программным обеспечением (ПО), отражающим архитектуру сложного РЭО, может включать составные ПК. Например, логически связанные ПК, взаимодействующие с аппаратной средой, имеющие свои алгоритмы и циклограммы выполнения задач, можно интегрировать в систему с пользовательским интерфейсом, посредством внесения изменений в ПК либо создания новых ПК информационного обмена (уровень 3), переменных (уровень 2) и массивов данных (уровень 5).

Основу иерархического представления модели архитектуры ИТС составляет система информационных и программных компонент. Информационные компоненты ИТС включают в себя онтологии, базы данных и знаний. Онтологии необходимы для того, чтобы обучающиеся, администраторы и преподаватели (эксперты) могли формировать и модифицировать в своих терминах соответствующие базы знаний и данных. Все информационные компоненты ИТС представляются в едином унифицированном формате в виде семантической сети, что обеспечивает общие принципы их создания, доступа и изменения. ПК, обрабатывающие знания и данные, – это сервисы обучающегося и управления ИТС.

Онтология конфликтной устойчивости применения РЭО описывает динамику решения функциональных задач ИТС для исследования информационных процессов взаимодействия РЭО с информационными системами (средствами) применительно к типовым конфликтным ситуациям. Ее решение основывается на описании результатов выполнения задач вскрытия информационной обстановки, ранжирования, целераспределения и информационного воздействия подсистемы исполнения РЭО на определенные его подсистемой управления объекты информационного воздействия (по совокупности соответствующих признаков). Признаки описываются в категориях этапа применения РЭО, а их характеристики задаются в соответствии с вариантом типовой конфликтной ситуации. При этом значения характеристик объектов информационного воздействия могут изменяться под воздействием РЭО. Данная онтология позволяет описывать процесс информационного взаимодействия РЭО разного типа в динамике информационного конфликта как сложного процесса, развивающегося во времени в соответствии с современными концептуальными представлениями о способах применения РЭО в операциях.

Онтология безопасности РЭО задает структуру решения функциональных задач ИТС как системной категории ее рассмотрения в виде объекта воздействия – внешней среды (угроз). Она направлена на обеспечение безопасности РЭО, защиты от опасных внешних угроз, к которым, в первую очередь, относятся экологическая, биологическая, электромагнитная и противолокационная безопасность, помехозащищенность составляющих информационных систем и средств РЭО. Она представляет собой описание динамики состояния РЭО в разные моменты: определяются количественные значения событий, признаков и особенностей выполнения РЭО поставленных задач в условиях контринформационного воздействия.

Онтология живучести РЭО основывается на решении функциональных задач с позиции защиты объекта от воздействия внешней среды (угроз) – множества различных активных воздействий. Информационные ресурсы живучести формируются исследователями предметной области, ее содержимое используется при составлении базы знаний.

Онтология отображения информационных процессов РЭО отражает в структуре ИТС динамические особенности РЭО при реализации задач обеспечения конфликтной устойчивости, безопасности, защищенности, поиска неисправностей и т. д. применительно к множеству типовых конфликтных ситуаций. В рамках разрабатываемой ИТС данная онтология отражает совокупность состояний РЭО на различных этапах применения в операции и идентификатор этой онтологии (название или номер).

Онтология результатов решения УТЗ, в качестве которой используется формирующая преподавателями (экспертами) информация о решении неформализуемых фрагментов УТЗ по тем или иным признакам. Информационные ресурсы применяются при формировании базы знаний о характерных особенностях решения УТЗ.

Онтология информации об обучающемся описывает информацию, необходимую для определения пользователя ИТС, например, данные и статистику выполнения заданий. Структура базы обучающихся основана на модели онтологии пользователя ИТС.

Онтология объяснения онтологий ИТС задает структуру для демонстрации обучающемуся правильного ответа и результата выполнения им задания, а также объяснения, какие его запросы были верными, какие неверными, а какие должны были быть запрошены. На основе онтологий формируются базы знаний и данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить, что в качестве основы концептуальной модели синтеза архитектуры ИТС предложен принцип открытой архитектуры, реализованный с помощью технологии функционально-блочного (модульного) проектирования. Каждый логический ПК взаимодействует с другим посредством программного описания интерфейса обмена данными, действиями с входной и выходной информацией и может быть выражен в нескольких ПК. При этом ПК располагаются в модели по уровням информационного взаимодействия в соответствии с логической иерархической структурой

РЭО, отражая множество онтологий проектируемой архитектуры ИТС в интересах подготовки специалистов, принимающих решения по способам применения РЭО на множестве типовых конфликтных условий, что позволяет применить при моделировании сложных УТЗ метод последовательно-параллельных вычислений. Модель синтеза архитектуры ИТС позволяет учитывать интерфейсы информационного взаимодействия РЭО, вносить дополнения с учетом имеющихся ресурсов ПК для корректного функционирования ИТС и располагать проектируемые ПК в соответствии с временной матрицей их взаимодействия.

CONCEPTUAL MODEL OF SYNTHESIS OF ARCHITECTURE INTELLIGENT TRAINING SYSTEMS SPECIALISTS IN THE APPLICATION OF RADIO ELECTRONIC OBJECTS

Mistrov L.E., doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of the All-Union Scientific Center of the Air Force «Air Force Academy named after prof. NOT. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin», the Central branch of the «RGUP»

Polyakov O.V., head of the study room of the VUNC VVS «Air Military Academy named after Professor N. Ye. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»

The current stage of development of radio engineering systems, combined into various functional purposes, radio-electronic objects (REO), is characterized by an increase in the number of tasks solved by them, modes and algorithms of functioning, assessed by the indicator of conflict stability of application. This leads to an increasing system of requirements for specialists for their operation on a variety of conditions of information interaction with the external environment. One of the main stages in the training of specialists is their acquisition of practical decision-making skills to substantiate the use of electronic equipment based on the use of intelligent training systems (ITS).

The initial stage of the synthesis of the ITS architecture is the development of its conceptual model, which represents an integral unity of the basic principles of construction, methods of mathematical modeling, algorithms, axiomatic procedures, rules and operations, an interdependent and interconnected set of commands, data and characteristics structurally associated with each hierarchical the level of the simulated REO, generalized describing the ITS model. It is proposed to use the basic principle of an open architecture for building computers as a basis for the ITS architecture synthesis model, the implementation of which is based on the technology of functional block (model) design, which provides a change in the functionality of its software without significantly changing the hardware, reducing the time for designing new software components (PC) and lower development costs.

The basis of the ITS architecture synthesis model is made up of algorithmically interconnected systems of commands, messages, data, algorithms for choosing the structural complexity of the educational and training tasks (TRS) to be solved by the student, taking into account his theoretical and practical training, control of the effectiveness of the TRS being solved, taking into account its prehistory. The design features are determined and algorithms for building the ITS architecture are proposed in the form of an interdependent system of tasks for

controlling (including interaction) of the PC when simulating information processes of the functioning of the electronic equipment elements in the interests of studying the structure and characteristics of signals in the control loops of control subsystems, information support and execution of the electronic equipment and solving functional problems when justifying decisions on the ways of using the REO on the set of characteristics of the external environment, presented in the structure of the TRS system. In accordance with the hierarchical structure of the REO in the architecture of the ITS, the levels of mathematical modeling of the versatile TRS to be solved, supported by the dynamic PC system, are highlighted in the model.

The implementation of the ITS architecture synthesis model makes it possible to substantiate the decisions made by the trainees according to the optimal ways of using the REO on a variety of methods of informational influence of the external environment.

Keywords: electronic object, student, intelligent training system, architecture, method of application, conceptual model, principle of open architecture, method of functional block (modular) design, efficiency, axiomatic procedures, rules and operations, sets of commands, data and characteristics structurally associated with hierarchical levels of a radio-electronic object

List of used sources and literature

1. Lapin EV, Danilov AM, Garkina IA, Klyuev BV, Yurkov NK Aviation simulators of modular architecture. Monograph. Penza: Information and Publishing Center PSU, 2005. – 148 p.
2. Mamikonov A.G., Kulba V.V., Kosyachenko S.A. Typification of the development of modular data processing systems. – M.: Nauka, 1989, 275 p.
3. Bolshakov A.A. The use of distributed computing technologies for solving complex technical problems in the distance educational environment of a university / A.A. Bolshakov, V.P. Glazkov, I. V. Egorov, A.V. Lavrov, S.V. // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Management, Computer Engineering and Informatics. 2011. No. 1. S. 36–39.
4. Khaliullin A.R. Development of architectural solutions, algorithms and software tools for organizing the interaction of components of distributed computer simulators that implement the virtual environment of professional activity of dispatchers of gas and oil pipelines systems / A.R. Khaliullin // Abstract of dissertation. to apply for an account. degree of Cand. those. Sciences – M., 2017.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОПТОВОЙ ЗАКУПКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Староверов Б.А., соискатель, ФГБУН ВИНТИ РАН, бизнес-аналитик, ООО «PCM-системы»

В статье рассмотрены общая структура оптового рынка электроэнергии и схема действий энергосбытовой компании в рамках оптовой закупки и розничной продажи электроэнергии. Для оптимизации по критерию экономической эффективности принятых на торгах решений определены роли краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозирования потребления электроэнергии.

Краткосрочные прогнозы требуются для совершения покупки и продажи электроэнергии; среднесрочные – для формирования тарифов на электроэнергию; долгосрочные – при планировании развития энергетических компаний. Установлено, что для этих целей необходимы информационные технологии на основе ансамбля нейронных сетей. Представлены структуры этих ансамблей и виды нейронных сетей. Для краткосрочных прогнозов целесообразно использовать информационную систему на базе трехуровневого ансамбля нейронных сетей. В результате средняя ошибка прогнозов составляет менее 2%. Для среднесрочных прогнозов подойдет двухуровневый ансамбль. Средняя ошибка прогнозирования – менее 4%. Для прогнозов на год и более требуется применение одиночной нейронной сети прямого распространения с задержкой по времени.

При этом прогноз обеспечивается со средней ошибкой менее 1%. Для каждого вида информационных систем определены наиболее значимые факторы, на основе которых формируются входные векторы нейронных сетей. Эти факторы содержат статические (час, день и месяц) и динамические составляющие – ретроспективные данные потребления электроэнергии, что позволяет отказаться от ненадежных метеорологических данных. Практика использования нейросетевых информационных систем показала, что их точность прогнозирования достаточна для принятия решений.

Ключевые слова: электроэнергия, оптовый рынок, информационные системы прогнозирования, ансамбли нейронных сетей, виды нейронных сетей.

При согласовании производства и потребления электроэнергии необходимы точные прогнозы краткосрочного и среднесрочного потребления. Организация такого согласования – одна из задач Федерального оптового рынка электроэнергии и мощности (ФОРЭМ) [1–5]. Особенности этого рынка обусловлены спецификой электроэнергии как товара: одновременность ее производства и потребления, неравенство предложения по вырабатываемой электроэнергии и спроса на нее, требование точного выполнения обязательств со стороны производителей и потребителей.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Функционирование оптово-розничного рынка электроэнергии и мощности и процесс производства/

потребления электроэнергии напрямую связаны между собой (рис. 1).

На оптовом рынке крупные поставщики продают электроэнергию потребителям, которые приобретают ее оптом, а затем продают в розницу.

На розничном рынке энергосбытовые компании реализуют электроэнергию конечным потребителям по розничным ценам. Для поставки электроэнергии используются сети среднего и низкого напряжения. Большая часть электроэнергии распределяется по долгосрочным договорам между поставщиками и потребителями сроком до пяти лет. Неучтенные в таких договорах изменения в производстве и потреблении электроэнергии корректируются на рынке на сутки вперед путем продажи

ее излишков и покупки недостающей. Каждый час проводится аукцион, формирующий цену на рынке на предстоящие сутки.

Схема действий сбытовых компаний по оптовым закупкам электроэнергии и продаже в розницу показана на рис. 2.

Для приведения в соответствие объемов потребления и производства электроэнергии в реальном времени проводится торговля отклонениями на балансирующем рынке. Цена на нем формируется путем конкурентного отбора заявок поставщиков.

Государство не регулирует цену ни на рынке «на сутки вперед», ни на балансирующем рынке, т. е. она является свободной. С учетом принципов ФОРЭМ и обоих рынков алгоритм применения информационной системы для поддержки сбытовой компании при принятии решений во время торговли состоит в следующем:

- первый этап формирования эффективного решения - получение качественного (погрешность не более 5%) прогноза почасового потребления электроэнергии;



Рис. 1. Связь рынков электроэнергии

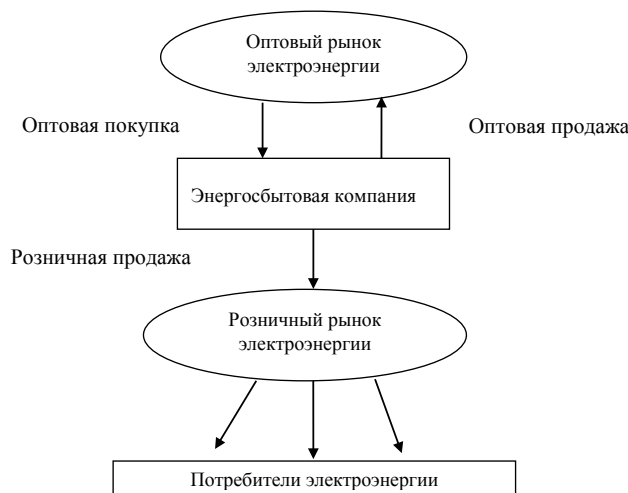


Рис. 2. Схема действий энергосбытовой компании по оптовой закупке и розничной продаже электроэнергии

– второй этап – определение величины и знака отклонения «прогноз-факт» путем анализа ценовых графиков электроэнергии на указанных рынках.

Решение о создании заявки с положительным отклонением принимается в случае, если цена на балансирующем рынке ниже цены на рынке «на сутки вперед», для закупки недостающей электроэнергии – на балансирующем рынке по более выгодной цене. Эффект от покупки по более низкой цене положительный, если фактическое потребление больше заявленного. Иначе потребуются продать излишне заказанный объем дешевле.

С целью оптимизации по критерию экономической эффективности принятых в процессе торгов решений необходимо использовать прогнозные данные на разную перспективу [6, 7, 8]:

- краткосрочные прогнозы требуются энергосбытовым компаниям для совершения покупки и продажи электроэнергии на ФОРЭМ;
- среднесрочные прогнозы используются для формирования тарифов на электроэнергию и определения наиболее рационального распределения нагрузки между производителями электроэнергии;
- долгосрочные прогнозы необходимы для планирования развития энергетических компаний и отрасли в целом.

Данные прогнозирования должны содержать усредненные показатели – суточное, месячное, годовое потребление – и детализированные – почасовой прогноз в течение суток, ежедневный прогноз на неделю и т.д.

Для получения почасовых краткосрочных прогнозов на предстоящие сутки требуется высокая точность – погрешность прогнозов 3–5%. Поэтому целесообразно использовать информационную систему на основе трехуровневого ансамбля нейронных сетей (рис. 3), состоящую на первом уровне из нейросетей Элмана (НСЭ), на втором – из нейросетей с прямым распределением и задержкой по времени (ПР и ЗВ), на третьем – из линейной нейросети (ЛНС). Каждая нейросеть имеет трехслойную структуру [9, 10].

Практика показывает, что в данной информационной системе требуются следующие значимые факторы или следующий входной вектор:

$$Imp = \{X_{N-1}, X_{N-2}, X_{N-3}, X_{N-4}, X_{N-5}; T; T; T; T; D; M; OD\},$$

- где $X_{N-1}, X_{N-2}, X_{N-3}, X_{N-4}, X_{N-5}$ – часовое потребление за последние пять дней;
- T – значение прогнозного времени (час);
- D – день недели (1, 2, ..., 7);
- M – месяц (1, 2, ..., 12);
- OD – индикатор дня (0 – рабочий, 1 – не рабочий).

Величина погрешности характеризуется следующими показателями:

– среднее отклонение (СО):

$$\varepsilon_{co} = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n \frac{|P_{np} - P_{\phi}|}{P_{\phi}} 100\%,$$

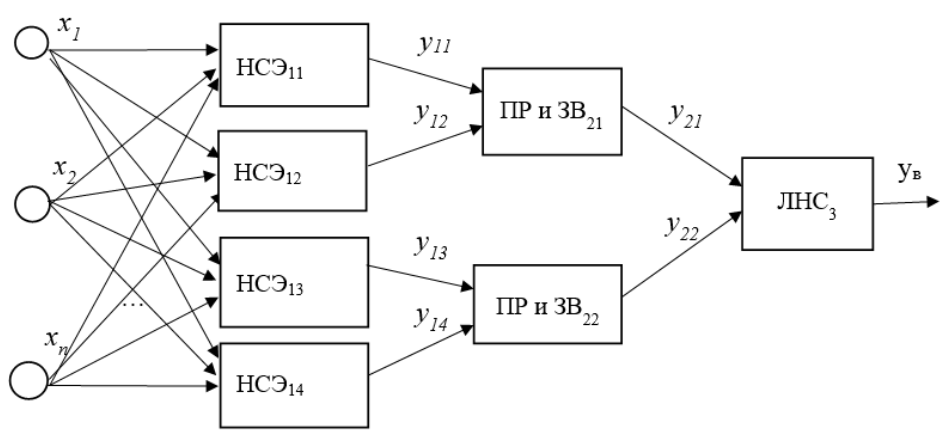


Рис. 3. Функциональная схема информационной системы краткосрочного прогнозирования, состоящая из трехуровневого ансамбля нейросетей

–среднеквадратичное отклонение (СКО):

$$\varepsilon_{ско} = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n \frac{(P_{пр} - P_{ф})^2}{P_{ф}^2} 100\%$$

где $P_{пр}$ – прогнозируемое значение электроэнергии; $P_{ф}$ – фактическое потребление электроэнергии; n – число значений.

В результате ошибки прогнозов такого ансамбля $CO = 1,17\%$ среднеквадратическая ошибка СКО = 2,18%, что обеспечивает необходимую точность прогнозирования.

Для среднесрочного прогнозирования, как показано в [11, 12], целесообразно применять двухуровневый ансамбль (рис. 4):

x – первый уровень содержит две нейронные сети прямого распространения с задержкой по времени (ПР и ЗВ);

y – второй выходной уровень представляет собой двухслойную нейронную сеть с прямым распределением и задержкой по времени (ДПР и ЗВ).

Состав значимых факторов, подаваемых на вход первого уровня ансамбля, имеет следующий вид:

$$Imp = \{X_{N-31}; D; Z; M\},$$

где X_{N-31} – суточное потребление со сдвигом на 31 день (или на 28, 29, 30 дней),
 N – первые сутки прогноза;
 Z – число месяца (1, 2, ..., 28, или 29, 30, 31).

Средняя ошибка прогнозирования CO составляет менее 4%.

Применение ансамбля для прогнозов на год и более не дает существенного эффекта. Достаточно одиночной нейронной сети прямого распространения с задержкой по времени.

Состав значимых факторов имеет следующий вид:

$$Imp = \{X_{N-365}; D; Z; M\},$$

где: X_{N-365} – суточное потребление со сдвигом на 365 (или на 366 в високосный год) дней.

При этом прогноз обеспечивается со средней ошибкой CO менее 1%.

Рассмотренные информационные системы прошли апробацию в региональной сетевой компании и показали стабильную работу, обеспечив необходимую точность при оперативном, среднесрочном и долгосрочном прогнозировании.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для оптимального (по критерию минимума финансовых издержек) принятия решения по закупке электроэнергии на ФОРЭМ необходима информационная система, осуществляющая три вида прогнозирования потребления электроэнергии: краткосрочное (почасовое на предстоящие сутки), среднесрочное на месяц вперед и долгосрочное на год вперед.

Информационную систему краткосрочного прогнозирования рекомендуется строить на основе трехуровневого ансамбля нейронных сетей, среднесрочного – на базе двухуровневого ансамбля и долгосрочного – одиночной нейронной сети прямого распространения с задержкой по времени. Это обеспечит получение прогнозов требуемой точности.

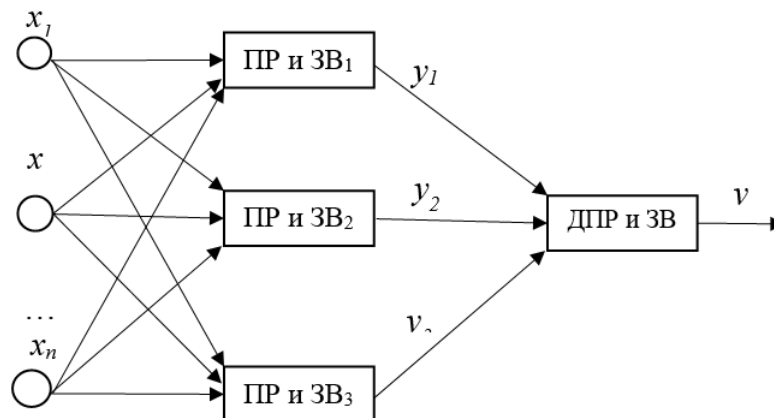


Рис. 4. Функциональная схема информационной системы среднесрочного прогнозирования, состоящая из двухуровневого ансамбля нейросетей

Список использованных источников и литературы

1. Стофт С. Экономика энергосистем. Введение в проектирование рынков электроэнергии: Пер. с англ. / С. Стофт – М.: Мир, 2006. 623 с., ил.
2. Постановление ФЭК РФ от 21 января 2000 года № 4/6 «Об утверждении Инструкции о порядке расчета стоимостного баланса федерального (общероссийского) оптового рынка электрической энергии (мощности) (ФОРЭМ) при установлении тарифов на электрическую энергию (мощность), отпускаемую с ФОРЭМ».
3. Федеральный закон от 26 марта 2003 года № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» (с изменениями и дополнениями).
4. Постановление Правительства РФ от 4 мая 2012 года (ред. от 11.05.2017) № 442 «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии». [Электронный ресурс] – режим доступа: www.consultant.ru
5. Методические указания по расчету регулируемых тарифов и цен на электрическую (тепловую) энергию на розничном (потребительском) рынке, утвержденные Федеральной службой по тарифам 6 августа 2004 года (с изменениями на 16 сентября 2014 года). – М.: 2004.
6. Филиппова Т.А. Модели и методы прогнозирования электроэнергии и мощности при управлении режимами энергетических систем: монография / Т.А. Филиппова, А.Г. Русина, Ю.В. Дронова. – Новосибирск: Изд-во НТГУ, 2009. 368 с.
7. Макоклюев Б.И. Анализ и планирование электропотребления / Б.И. Макоклюев. – М.: Энергоатомиздат, 2008. 296 с.
8. Оскина Л.К. Коммерческий и технический учет электрической энергии на оптовом и розничном рынках: теория и практические рекомендации / Л.К. Оскина. – СПб.: Политехника, 2005. 360 с.
9. Гнатюк Б.А. Формирование ансамбля нейронных сетей как основы инвариантной системы прогнозирования (на примере электропотребления) / Б.А. Гнатюк, Б.А. Староверов // XVIII Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2016»: сборник научных трудов. Ч. 1. М.: НИЯУ МФТИ. – 2016. С. 193–203.
10. Staroverov B.A. Universal energy consumption forecasting system based on neural network ensemble / B.A. Staroverov, B.A. Gnatyuk // Optical Memory and Neural Networks – July 2016. Issue 3. PP.198–202.
11. Староверов Б.А. Метод синтеза ансамбля нейронных сетей для прогнозирования потребления электроэнергии / Б.А. Староверов, В.Н. Шведенко // Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 3. С. 64–66.
12. Староверов Б.А. Алгоритм формирования ансамбля нейронных сетей для информационной системы прогнозирования электропотребления // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования, 2019. № 1 (47). Режим доступа: [http://iea.gostinfo.ru/magazine_2019_01\(47\).html](http://iea.gostinfo.ru/magazine_2019_01(47).html)

ANALYTICAL FOUNDATION OF THE EFFECTIVENESS OF AN INFORMATION SYSTEM BASED ON AN ENSEMBLE OF NEURAL NETWORKS

Staroverov B.A., applicant for a degree, Russian Institute for Scientific and Technical Information (VINITI RAS), business analyst, LLC «RCM-systems»

The general structure of the wholesale electricity market and the scheme of actions of an energy sales company for the wholesale purchase and retail sale of electricity are considered. The roles of short-term, medium-term and long-term forecasting of electricity consumption are determined for optimization according to the criterion of economic efficiency of decisions taken in the bidding process.

Short-term forecasts are required for the purchase and sale of electricity; medium-term forecasts are used for the formation of electricity tariffs; long-term forecasts are required when planning the development of energy

companies. It is established that for these purposes it is necessary to use information technologies built on the basis of an ensemble of neural networks. The structures of these ensembles and the types of neural networks that give the highest prediction accuracy are presented. For short-term forecasts, it is advisable to use an information system built on the basis of a three-level ensemble of neural networks. As a result, the average forecast error is less than 2%. For medium-term forecasts, it is enough to use a two-level ensemble. The average prediction error is less than 4%. For forecasts for a year or more, it is sufficient to use a single neural network of direct propagation with a time delay. At the same time, the forecast is provided with an average error of less than 1%. For each type of informational systems, the most significant factors are determined, from which the input vectors for neural networks are formed. These factors contain static components (the value of the hour, the numbers of days and months) and dynamic components – retrospective data on electricity consumption, which allowed us to abandon unreliable meteorological data. The practice of using neural network information systems has shown that their forecasting accuracy is sufficient for decision-making.

Keywords: electricity, wholesale electricity market, information forecasting systems, ensembles of neural networks, neural networks types.

List of used sources and literature

1. Stoft S. *Ekonomika energosistem. Vvedenie v proektirovanie rynkov elektroenergii*: [Energy system economics. Introduction to Designing Electricity Markets] / S. Stoft – M.: Mir, 2006. 623 p.
2. Resolution of the Federal Energy Commission of the Russian Federation of January 21, 2000 N 4/6 «On approval of the Instruction on the procedure for calculating the cost balance of the Federal Wholesale Electric Power Market when setting tariffs for electricity (power) supplied from Federal Wholesale Electric Power Market».
3. Federal Law of March 26, 2003 N 35-FZ «On the Electric Power Industry» (as amended and supplemented).
4. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 442 dated 05/04/2012 (as amended on 05/11/2017) «On the functioning of retail electricity markets, full and (or) partial limitation of the mode of consumption of electrical energy». [Electronic resource] – Access mode: www.consultant.ru
5. Metodicheskie ukazaniya po raschetu reguliruemym tarifov i cen na elektricheskuyu (teplovuyu) energiyu na roznichnom (potrebitel'skom) rynke utverzhdennym federal'noj sluzhboj po tarifam ot 06.08.2004 s izmeneniyami na 16 sentyabrya 2014 goda. [Methodological guidelines for the calculation of regulated tariffs and prices for electric (thermal) energy in the retail (consumer) market approved by the Federal Tariff Service dated 06.08.2004 as amended on September 16, 2014.] – M.: 2004.
6. Filippova T.A. *Modeli i metody prognozirovaniya elektroenergii i moshchnosti pri upravlenii rezhimami energeticheskikh sistem: monografiya* [Models and Methods for Forecasting Electricity and Power in Controlling the Modes of Power Systems: Monograph] / T.A. Filippova, A.G. Rusina, YU.V. Dronova. – Novosibirsk: Izd-vo NTGU, 2009. 368 p.
7. Makoklyuev B.I. *Analiz i planirovanie elektropotrebleniya* [Analysis and planning of energy consumption] / B.I. Makoklyuev. – M.: Energoatomizdat, 2008. 296 p.
8. Oskina L.K. *Kommercheskij i tekhnicheskij uchet elektricheskoy energii na optovom i roznichnom rynkah: teoriya i prakticheskie rekomendacii* [Commercial and technical metering of electricity in the wholesale and retail markets: theory and practical recommendations] / L.K. Oskina. – SPb.: Politekhnik. 2005. 360 p.
9. Gnatyuk B.A. *Formirovanie ansamblya nejronnyh setej kak osnovy invariantnoj sistemy prognozirovaniya (na primere elektropotrebleniya)* [Formation of an ensemble of neural networks as the basis of an invariant forecasting system (on the example of power consumption)] / B.A. Gnatyuk, B.A. Staroverov // XVIII Vserossiyskaya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya «Nejroinformatika-2016»: sbornik nauchnyh trudov. CH.1 M.: NIYAU MFTI. – 2016. PP. 193–203.
10. Staroverov B.A. *Universal energy consumption forecasting system based on neural network ensemble* / B.A. Staroverov, B.A. Gnatyuk // *Optical Memory and Neural Networks* – July 2016. Issue 3. PP. 198–202.
11. Staroverov B.A. *Metod sinteza ansamblya nejronnyh setej dlya prognozirovaniya potrebleniya elektroenergii* [A method for synthesizing an ensemble of neural networks for predicting electricity consumption] / B.A. Staroverov, V.N. SHvedenko // *Nauchno-tekhnicheskij vestnik Povolzh'ya*. 2018. № 3. PP. 64–66.
12. Staroverov B.A. *Algoritm formirovaniya ansamblya nejronnyh setej dlya informacionnoj sistemy prognozirovaniya elektropotrebleniya* [Algorithm for forming an ensemble of neural networks for an information system for forecasting power consumption] // *Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya*, 2019. № 1 (47). Access mode: [http://iea.gostinfo.ru/magazine_2019_01\(47\).html](http://iea.gostinfo.ru/magazine_2019_01(47).html)

ОБЪЕКТ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ЕГО КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Шведенко В.Н., проф., д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН ВИНТИ РАН

Щекочихин О.В., канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой защиты информации Костромского государственного университета

В статье рассматривается вопрос цифровизации современного общества. Показаны этапы развития информатизации и условия перехода к цифровым технологиям. Процесс цифровизации ориентирован на решение четырех групп задач: организационное управление, контроль и управление социальными процессами в обществе, достижение экономического эффекта от обработки информации, цифровизация отдельных отраслевых или производственных систем. Показано, что лидируют в сфере цифровизации отрасли, где основной продукт – информация: СМИ, издательские и банковские системы.

Ключевыми элементами цифровизации являются ее объекты, которые позволяют обеспечить перевод материальной системы на новый уровень управления. Выделены существенные отличия объекта цифровизации от материального объекта. Рассмотрены понятия киберфизической системы и ее базового элемента – объекта цифровизации, который состоит из функционального элемента, датчиков, элементов промежуточного накопления данных, обработки данных для выбора модели поведения, контроллеров и средств интеграции.

Представлена классификация моделей поведения информационных систем. Модель алгоритмического поведения применяется, когда необходимо свести к нулю отклонение показателя в рамках одного объекта, модель рефлекторного поведения – если показатель зависит от свойств нескольких объектов, а целевая функция определена как поиск экстремума в оптимизационной задаче. Модель интеллектуального поведения подходит, если целевая функция явно не определена, а для поиска решения выбраны алгоритм обхода дерева целей и поиск вариантов воздействия на показатели объекта цифровизации через точки активного воздействия.

Для их математического описания используются теоретико-множественное представление объекта цифровизации, информационных объектов, дерева цели и язык исчисления предикатов для соблюдения бизнес-логики и поддержки интеллектуальных функций управления объектом цифровизации. Математическая модель предусматривает поддержку функции изменчивости за счет расширения свойств информационных объектов, дерева цели объекта цифровизации, что позволяет расширить возможности информационной системы путем добавления новых функций.

Ключевые слова: киберфизическая система, модели интеллектуального поведения, объект цифровизации, математическая модель, исчисление предикатов.

Цивилизационный путь развития общества обусловлен применением новых технологических решений – продукта научно-технического прогресса. В настоящее время наиболее сильное влияние на развитие общества оказывает применение электронно-вычислительной техники для обработки информации. Как отмечал в своем философском труде Станислав Лем «Сумма технологий», научные исследования позволяют создавать новые технические решения и технологии для их реализации. По мере развития цивилизации человек все интенсивнее отчуждается от физического и умственного труда. С. Лем заметил: «Машины – это самостоятельно или относительно автономно действующие алгоритмы». Информационные технологии стали инструментом, который позволил освободить человека от тяжелого физического труда за счет его автоматизации и передать мыслительные функции по принятию различных видов решений.

Философские аспекты применения информационных технологий и их последствия впервые были рассмотрены в работе И.И. Юзвизина «Информациология». В настоящее время большие финансовые ресурсы инвестируются в цифровизацию как одно из направлений информатизации человеческого общества.

Логично предположить еще более глубокую унификацию и стандартизацию в сфере информационных технологий и связанных с ней отраслей. Должно произойти то же, что, например, достигнуто в автомобильной промышленности, когда детали и агрегаты машин взаимозаменяемы и применяются в различных модификациях и моделях.

Современное состояние информационных технологий характеризуется наличием большого количества операционных систем, систем программирования, в частности языков программирования, технологий хранения, извлечения, визуализации данных и т. п. Это говорит о том, что информационные технологии переживают кризис, а точнее – находятся в точке перехода к новым решениям, поскольку такое многообразие вызывает большую потребность в ИТ-специалистах.

Цель настоящей работы – обоснование понятия объекта цифровизации и его использование в концептуальной модели управления киберфизической системой.

ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА СТАТЬИ

Большая часть стандартов в области информационных технологий носят описательный характер, касаются принципов и методов, но не доходят до частных. Некоторые технологии имеют стандарт де-факто, однако наличие различных вариаций не позволяет их использовать в других операционных системах, системах

программирования и поиска информации. Пробелы в стандартизации в определенной мере препятствуют применению достижений научно-технического прогресса. С другой стороны, стандартные решения способствуют снижению трудовых и временных затрат на информатизацию конкретных решений. Предлагается анализировать процесс цифровизации с точки зрения его результативности. В настоящей работе мы рассматриваем процессы цифровизации и цифровой трансформации с системных позиций и как закономерное явление цивилизованного пути развития общества.

Процесс цифровизации ориентирован на решение четырех групп задач:

- 1) организационное управление;
- 2) контроль и управление социальными процессами общества;
- 3) достижения экономического эффекта от обработки информации;
- 4) цифровизация отдельных отраслевых или производственных систем.

Организационное управление касается вопросов поиска и создания новых методов обработки данных для оперативного выявления проблемных ситуаций и быстрого реагирования на них.

Вопросы экономики и материального производства отодвигаются на задний план, поскольку несвоевременное принятие решений может привести к неустойчивости управленческой системы или ее разрушению, что затронет технические и социальные объекты, входящие в систему. Контроль и управление социальными процессами доминируют по актуальности во всем мире.

Художественный фильм «Враг государства» в год выхода на экраны (1998 г.) представлялся научной фантастикой, а сейчас этот сюжет – норма жизни в США, Китае, Евросоюзе и России. Максимальные достижения в этой области принадлежат КНР, где целые города управляются искусственным интеллектом (по критерию коэффициента социальной активности каждого гражданина), а решение о продаже билета на поезд, автобус, самолет принимает информационная система. Экономическая целесообразность таких систем заранее не определяется, это инструмент тотального контроля фискального действия на субъекты социальной системы.

Достижения экономического эффекта от обработки информации – важная задача управления производственными системами. Цифровизация позволяет быстро создавать единую среду для различных сфер трудовой деятельности и выбирать наиболее рациональные модели управления производственными системами, осуществлять логистику, доставку материалов, полуфабрикатов, комплектующих и готовой продукции. Яркий пример –

печатать запасных частей к автомобилям, когда основная логистика связана с передачей данных на ближайший к заказчику товара 3D-принтер.

Цифровизация отдельных решений – наиболее сложная инженерная задача. Большинство технологий протестировано на платформе СИМ технологий, однако задачу необходимо рассматривать более широко. Эти решения связаны с сельским хозяйством, медициной, образованием и т. п. Каждый такой трудоемкий проект требует знаний конкретной области, моделирования его отдельных процессов, лабораторных и научных исследований.

Информационные технологии, первоначально связанные с экономическими расчетами, деформировали организационные системы управления предприятия. Однако доля управленческого труда человека была значительной в общей системе. Дальнейшее развитие информационных технологий было связано с автоматизацией отдельных инженерных задач, которые требовали кропотливого труда в проведении различных вычислений. После островной автоматизации с использованием информационных технологий начался процесс интеграции информационных систем. Яркий пример – промышленное машиностроительное производство и создание СИМ-технологий. Это научно-практическое направление породило целую линейку стандартов по созданию единого информационного пространства производственной системы.

Следующий этап применения информационных технологий – организационно-управленческая деятельность, которая привела к автоматическому принятию решений, связанных с простейшим или сложным анализом проблемной ситуации на основе ряда показателей состояния системы [1].

С появлением возможности накопления больших данных, механизмов их хранения и обработки, например, искусственными нейронными сетями, генетическими алгоритмами и т. п., процесс информатизации вышел на качественно новый уровень [2–5]. Параллельно создавались устройства сбора и обработки информации, интегрированные в локальные или глобальные вычислительные сети. Многие технические устройства – от простейших бытовых приборов, типа лампы освещения, розетки, до высокоточных станков, транспортных единиц, летательных аппаратов – стали оснащать датчиками сбора информации, микропроцессорами и автоматическими регуляторами.

Наряду с этим резко снизилась стоимость получения информации: узнать погоду в любой точке земного шара через Интернет можно мгновенно.

Таким образом, акцент информатизации сместился в область управленческих процессов, и он продолжит охватывать другие направления. Человек будет исключен из многих сфер управленческой деятельности.

Именно там, где информация является объектом купли-продажи, наблюдается максимальный эффект использования информационных технологий. Лидируют в области цифровизации СМИ, издательские и банковские системы, т. к. основным продуктом и услугой для конечного потребителя этих отраслей является информация, а книга или газета – лишь носитель для ее хранения и передачи.

В театральном искусстве носитель информации – актер, а дополнительные материальные объекты – реквизит, бутафория. В кинематографе носитель информации – кинолента. Современное кино может создаваться без реквизита и фона, а в последнее время и без участия реальных актеров – их заменяют виртуальные образы.

Там, где основным объектом производства является информация (СМИ, издательские системы, банки), дополнительных устройств для ее получения от материальной системы, например IoT, не нужно.

Материальный объект, являющийся предметом купли-продажи, несет в себе уникальный идентификатор. Многие объекты продажи оснащены магнитными или иными носителями информации.

Информатизация как организационный социально-экономический и научно-технический процесс, основанный на применении перспективных информационных технологий, может развиваться несколькими путями.

При создании информационных систем, где циркулирующая информация может быть получена от источника сразу в цифровой форме, применяется метод цифровизации.

Другой подход связан с созданием информационной среды, которая объединит материальную и информационную системы.

Сегодня существует множество материальных систем с элементами информатизации, в которых для получения информации от материальной системы используются датчики и контроллеры. При этом некоторые виды информации до сих пор не обрабатываются в цифровой форме во всем многообразии, например, информация об ощущении шероховатости поверхности, запахе, вкусе.

Ключевые элементы цифровизации – ее объекты. Объект цифровизации позволяет обеспечить перевод физической системы на новый уровень управления, связанный с наличием в физической системе механической, электронной и информационной составляющей, датчиков, которые снимают данные о состоянии материальной системы и передают их в информационную систему для использования, а также управляющих устройств, позволяющих реагировать на возмущающие воздействия на материальную систему.

Можно выделить следующие отличия объекта цифровизации от материального объекта.

В структуру объекта цифровизации входят элементы, позволяющие получать и передавать данные о его состоянии. Материальный объект требует установки отдельных датчиков для сбора данных или их сбор осуществляется вручную.

Второе отличие объекта цифровизации заключается в его способности к самостоятельному интеллектуальному поведению.

Материальная система, оснащенная датчиками и позволяющая осуществлять сбор данных, их предварительную обработку, обеспечивать хранение, а также снабженная регуляторами на базе микропроцессоров, дает возможность интегрировать кибернетические, механические устройства и физическую среду в единую систему. Такую систему можно рассматривать как киберфизическую, ее особенность – возможность интеллектуального поведения без участия человека.

Известен ряд определений киберфизической системы (КФС). Дословно термин обозначает интеллектуальное управление физической системой (от слова «кибернетика» – искусство управления). Искусство управления предполагает наличие интеллектуального поведения при принятии управленческих решений.

Группы экспертов по перспективному развитию науки и техники (STOA) определяют киберфизическую систему как вычислительные элементы, которые управляют физическими объектами, включая искусственный интеллект (AI), Интернет вещей (IoT), гуманоидных роботов и любое устройство или машину, подключенные к сети информации.

Эксперты группы Индустрии 4.0 представляют киберфизические системы в виде взаимосвязанных элементов, таких как коммуникационные устройства, оснащенные датчиками, процессорами и другими программно-аппаратными средствами, которые обмениваются информацией и передают управляющие сигналы согласно заданному алгоритму.

Программа CPS NSF 18-538 рассматривает киберфизические системы как «инженерные системы, которые создаются на основе бесшовной интеграции вычислительных и физических компонентов». Достижения в области КФС обеспечат возможности, адаптивность, масштабируемость, отказоустойчивость, надежность, безопасность и удобство их использования, что расширит горизонты этих критически важных систем. Новые интеллектуальные КФС стимулируют инновации и конкуренцию в целом ряде областей применения, включая сельское хозяйство, авионавигацию, проектирование зданий, гражданскую инфраструктуру, энергетику, качество окружающей среды, здравоохранение и персонализированную медицину, производство и транспорт. КФС насыщаются данными, обеспечивая более высокую степень автоматизации и автономности. Традиционные идеи в исследованиях КФС сменяются новыми концепциями, возникающими в области искусственного интеллекта и машинного обучения. Интеграция искусственного интеллекта с КФС, особенно для работы в режиме реального времени, создает новые исследовательские возможности с серьезными последствиями для общества.

Рамочный стандарт Национального института стандартов и технологий США (NIST) рассматривает КФС с позиций умных систем, в состав которых входят физические объекты и коммуникационные устройства.

КФС может функционировать в различных условиях, не всегда удается учесть влияние ряда факторов физической среды. Поэтому объект цифровизации должен обладать свойством изменчивости, чтобы на основе накопленного опыта, обработки больших данных учитывать новые свойства киберфизической системы. Это также необходимо для выработки управленческих решений без участия человека.

Таким образом, объект цифровизации – базовый элемент киберфизической системы. В его структуру входят следующие элементы (рисунок «Структура объекта цифровизации»):

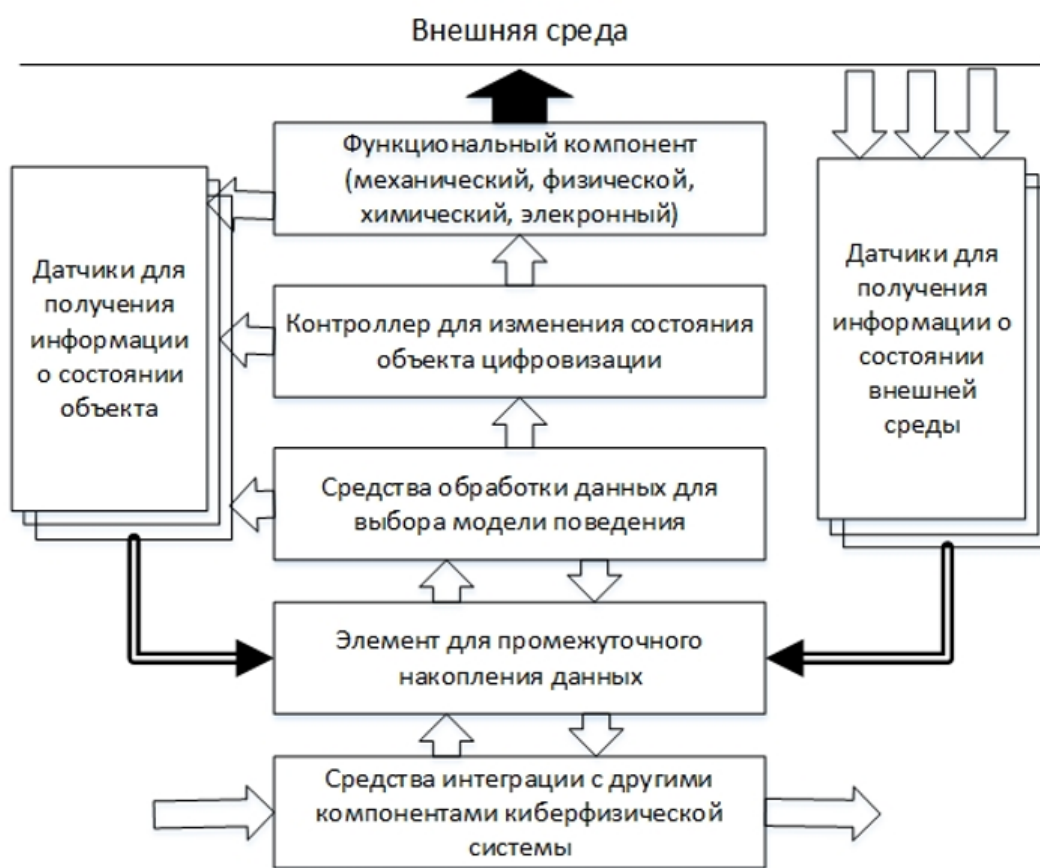
1. Функциональный компонент – механический, физический, химический, электронный или информационный элемент, который обеспечивает основное функциональное назначение объекта цифровизации.
2. Датчики – элементы для получения информации о состоянии объекта цифровизации и его внешней среды.
3. Элемент для промежуточного накопления данных представляет собой базу данных. Архитектура, модель данных, техническая платформа, объем данных и длительность их хранения зависят от особенностей объекта цифровизации.

4. Элемент обработки данных для выбора модели поведения представляет собой программный или программно-аппаратный модуль, реализующий первичную обработку данных (вычисление среднего арифметического, среднего геометрического, медианы и т. п.), отслеживание выхода за пороговое значение, а также выбор управляющего воздействия;

5. Контроллер для изменения состояния объекта цифровизации и его внешней среды на основании

выбранной модели поведения передает управляющее воздействие в функциональный компонент;

6. Средства для интеграции с другими компонентами киберфизической системы представляют собой набор коммуникационных сервисов, которые обеспечивают обмен данными между объектами цифровизации и другими компонентами киберфизической системы.



Структура объекта цифровизации

(Черная стрелка обозначает функциональное воздействие на внешнюю среду, стрелки без заливки – передачу данных и команд между компонентами объекта цифровизации, двойные черные стрелки показывают поток данных с множества датчиков в систему накопления)

Цифровизация предполагает максимальную автономность киберфизической системы и ее отдельных элементов. На ранних стадиях информатизации относительно большой объем управленческих функций принадлежал человеку. В процессе цифровизации человек отстраняется от значительного количества рутинных операций при управлении системой. Одно из преимуществ человека

перед информационной системой – его поведение в типовых и нестандартных ситуациях. Однако человек может подвергаться эмоциональным воздействиям или быть зависимым от проявления таких качеств, как злой умысел, лень, невнимательность и т. п. Поэтому реализация модели поведения для принятия рациональных управленческих решений в информационной системе стала

неотъемлемой частью цифровизации. Информационные системы, поддерживающие функционирование объектов цифровизации, должны отличаться интеллектуальным поведением для принятия управленческих решений. Создание таких информационных систем – необходимое условие цифровой трансформации технических, социальных, экономических и других систем.

Выделяют следующие модели поведения информационных систем: алгоритмическое, рефлекторное, интеллектуальное. Описанные модели невозможно реализовать без использования цифровых двойников отдельных объектов цифровизации и всей киберфизической системы.

По виду модели поведения применительно к интеллектуальным информационным системам (ИИС) их можно разделить на три класса: ИИС поддержки стационарного состояния объекта или процесса, ИИС триггерного управления (кластеризация) объектом или процессом, ИИС управления на основе поискового колебательного процесса [6, 7].

Алгоритмическое поведение присуще системам первого класса, в которых заложен ряд алгоритмов, решающих конкретные задачи. ИИС, обладающая алгоритмическим поведением, в зависимости от состояния объекта цифровизации осуществляет информационную поддержку процесса в автоматическом или автоматизированном режиме.

ИИС второго класса используют алгоритмическую и рефлекторную модели поведения. В рефлекторном алгоритмы и процессы также прописаны заранее, но возможна настройка процесса под конкретные условия.

ИИС третьего класса использует три указанные модели поведения и должна выполнять следующие функции:

- 1) осуществлять оценку текущего состояния физической среды;
- 2) определять свойства системы, которые нужны для достижения цели в текущих условиях;
- 3) выбирать элементарные процессы, исполнение которых необходимо, чтобы система обладала требуемыми свойствами;
- 4) осуществлять выполнение выбранных функций;
- 5) выбирать способ воздействия на объект цифровизации для изменения его состояния;
- 6) в случае нештатной ситуации выполнить поиск ее разрешения.

Исходными данными для создания ИИС являются объект цифровизации и его структура [8], а также цель, которую объект должен обеспечивать в процессе жизненного цикла.

Моделирование объекта цифровизации осуществляется с использованием алгебраической системы A , основного множества (Θ) , множества констант (C) сигнатуры (Σ) .

Для формирования алгебраической системы введены следующие математические структуры:

Обозначим объект цифровизации S ;

$S = (P, O)$, где $P = \{P_1, P_2, \dots, P_N\}$ – множество свойств предметной области, входящих в структуру объекта цифровизации S . $P_i \in P, i \in [1..N]$;

$O = \{O_1, O_2, \dots, O_K\}$ – множество информационных объектов, входящих в структуру объекта цифровизации S . $O_j \in O, j \in [1..K]$.

В процессе декомпозиции объекта цифровизации информационный объект системы может быть дополнен новыми элементарными свойствами и вложенными объектами. Каждое изменение состава и структуры информационного объекта определяет его новую версию, которая представляется следующим образом:

$$S^{n+1} = S^n \cup (P, O).$$

Расширенная версия информационного объекта создается путем добавления новых информационных объектов и элементарных свойств, при этом предыдущая версия не изменяется. Процесс декомпозиции не ограничивается какой-либо версией объекта цифровизации.

Следовательно, объект цифровизации можно представить следующим образом:

$$S \subset \times \{O_i : i \in I\},$$

где O_i – множество объектов, а I – множество индексов.

Каждый объект O_i представляет собой множество свойств, определяющих его характеристики, и может быть представлен следующим образом:

$$O_i \subset \Theta \{P_k : k \in K\},$$

где K – множество индексов свойств объектов системы.

Дерево целей представляется следующим графом:

$$G_A = (A, T),$$

где $A = \{A^0, A^1, \dots, A^{P-1}\}$,

где A_i – показатель, представляет собой кортеж:

$(ID, Name, O, P, CO)$,

где ID – идентификатор показателя,

$Name$ – наименование показателя,

O – объект из структуры объекта цифровизации,

P – свойство объекта цифровизации,
 NV – нормативное значение показателя,
 CO – центр активного воздействия,
 T – множество связей между показателями и центрами активного воздействия.

Каждая связь определяет методы агрегирования показателя и формирует структуру бизнес-процесса, обеспечивающего достижение значения показателя и цели объекта цифровизации.

Центр активного воздействия может быть двух видов: центр контроля и центр регулирования.

Каждый показатель связан с некоторым свойством объекта из структуры объекта цифровизации. Показатели делятся на следующие группы:

- 1) показатели, значения которых могут изменяться для достижения установленных целей;
- 2) показатели, которые не меняют своего значения, т. к. связаны с инженерными расчетами;
- 3) экономические показатели, которые могут регулироваться в определенном диапазоне;
- 4) технико-экономические показатели, которые рассчитываются статистическими методами и имеют приблизительное значение.

Показатели первого и третьего типов могут быть регулируемы, что делает возможным задавать их новые значения в центрах активного воздействия.

В процессе декомпозиции объекта цифровизации структура показателей дерева целей может дополняться, как и структура объекта цифровизации.

Источниками данных, получаемых в центрах активного воздействия о текущем состоянии объекта цифровизации, будем считать IoT или другой подобный источник данных в цифровой форме [9–11].

Информационное обеспечение процесса управления объектом цифровизации будет связано с получением данных с IoT и их сравнением с нормативными значениями, полученными ранее инженерными, экономическими, статистическими методами расчета.

Среди IoT выделяется два типа – датчики и контроллеры. Датчики могут считывать параметры объекта цифровизации и передавать данные в информационную систему. Контроллеры могут передавать управляющее воздействие на элементы объекта цифровизации в центрах активного воздействия.

Поставка данных от IoT позволяет формировать BigData, которые затем поступают на обработку интеллектуальными средствами OLAP-анализа.

Введем дополнительное множество:

IT – множество поставщиков данных,

$$IT = \{IT_1, IT_2, IT_3 \dots IT_n\},$$

где IT_i представляет собой кортеж = множество объектов, множество свойств, множество показателей,

$$(ID, Name, O, P, CO, A),$$

где ID – идентификатор IoT,

$Name$ – наименование IoT,

O – объект из структуры объекта цифровизации,

P – свойство объекта цифровизации,

A – показатель из дерева целей.

Для построения даталогической модели объекта цифровизации использованы математические методы, которые опираются на формальные конструкции языкового типа, в частности язык исчисления предикатов.

Элементы множеств задают основное множество (Θ) алгебраической системы A и множество констант (C) сигнатуры (Σ). Представленные множества и константы описываются в соответствии с объявленными объектами.

Множество предикатов сигнатуры будет иметь следующий вид:

$$P = \{obj_type^{(2)}, prop_type^{(2)}, prop_name^{(2)}, obj_name^{(2)}, version^{(2)}, s_prop^{*(3)}, inserted_sd^{(4)}, inserted_cd^{(4)}, struct_oc^{(4)}, struct_om^{(4)}, uiio^{(5)}, struct_SBP^{(n_1)}, step_SBP^{(n_2)}\}.$$

Ключевой предикат, описывающий уникальный идентификатор информационного объекта, имеет следующий вид:

$$uiio(O, N, H, O, Y, DT),$$

$$Y \subset N,$$

$u\mu$ – номер свойства, входящего в УИИО.

Предикат определен на множестве:

$$M^u = O \times N \times H \times O \times Y \times DT = \{(o_i, n, h_j, o_\varphi, y_\mu, dt) \mid o_i \in O : (\exists b_w \in B, obj_name(o_i, b_i)), n \in N, version(o_i, n), y_\mu \in N, h_j \in H : [(s_prop^*(o_i, n, h_j) \rightarrow \varphi = i) \vee \vee \exists \bar{o}_r \in S^t : s_prop^*(o_r, n, h_j)]\}$$

После определения объектов, показателей и центров активного воздействия рассмотрим процесс

взаимодействия этих объектов для достижения поставленных целей.

Предикат, задающий набор IoT для получения фактических значений показателя, имеет следующий вид:

$Fact(IT, A, O, P)$, предикат определен на множестве

$$M^{fact} = A \times IT \times IT' \times \dots \times IT' \times O \times P \supset \{(a_j, it_1, it_2, \dots, it_i, o, p) | a_j \in A, it_i \in IT, o \in O, p \in P\}$$

Для поиска отклонений значений показателей определим предикат $dif(A, IT, O, P, NV)$.

Множество истинности предиката имеет вид:

$$M^{dif} = A \times IT \times O \times P \times NV \supset \{(a_j, it, o, p, nv) | a_j \in A, it \in IT, o \in O, p \in P, nv \in NV, p \neq nv\}$$

Выбор модели поведения зависит от цели объекта цифровизации.

Модель алгоритмического поведения применяется при необходимости свести к нулю отклонение одного показателя в рамках одного объекта.

Модель рефлекторного поведения применяется, если показатель определяется свойствами нескольких объектов цифровизации, а целевая функция представляет собой поиск экстремума в оптимизационной задаче (MinMax).

Интеллектуальное поведение применяется, если целевая функция не определена в явном виде, а для поиска решения реализуется колебательный процесс – алгоритм обхода дерева целей и поиск вариантов воздействия на показатели объекта цифровизации через точки активного воздействия.

В первом случае множество истинности состоит из одного элемента, во втором – из двух-трех, в третьем случае его спрогнозировать нельзя.

При обходе дерева цели в рамках колебательного процесса выбирается показатель, изменение которого должно привести к решению задачи или оптимизации известного решения. Для выбранного показателя формируются множество центров активного воздействия и подмножество поставщиков данных.

Если обход дерева вглубь нерезультативен, то для решения задачи выбираются показатели, стоящие выше в дереве целей объекта цифровизации, происходит оценка структуры показателя. При нехватке данных для решения задачи или оценки показателя на каком-либо уровне дерева цели возникает потребность в детализации структуры информационного объекта цифровизации, введении дополнительных свойств и определении новых поставщиков данных. Структура объекта расширяется в следующих случаях: при постановке новой задачи, при отсутствии решения выполняемой задачи или недостаточной эффективности решения.

В процессе жизненного цикла информационного объекта его структура усложняется от версии к версии. Однако такие изменения не нарушают существующие процессы бизнес-логики. Детализация дерева цели позволяет с большей точностью выявлять влияние показателей на процессы достижения цели и совершенствовать бизнес-логику, в частности контролировать состояние и эффективно управлять объектом цифровизации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обоснованы свойства объекта цифровизации. Показана математическая модель, обеспечивающая поддержку функции изменчивости за счет расширения свойств информационных объектов и принятия управленческих решений без участия человека в киберфизических системах.

Список использованных источников и литературы

1. Евгенийев Р.А. Влияние интернета вещей и рекуррентных нейронных сетей на бухгалтерский учет, аудит и планирование ресурсов предприятий [Электронный ресурс] // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2019. № 4. (50).
2. Лебедев Б.К., Лебедев О.Б., Лебедева Е.М. Распределение ресурсов на основе гибридных моделей роевого интеллекта // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17. № 6. С. 1063–1073. doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-6-1063-1073.
3. David Chou. Using Events in Highly Distributed Architectures / The Architecture Journal, статья от 14.01.2009, [Электронный ресурс] URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/dd129913> (Дата обращения: 15.05.2019).
4. Conrado M.S., Pardo T.A.S., Rezende S.O. A machine learning approach to automatic term extraction using a rich feature set // Proc. NAACL HLT Student Research Workshop. Atlanta, USA, 2013. P. 16–23.
5. Verma S., Jain M., Choudhary D. Solving the job-shop scheduling problem by using genetic algorithm // International Journal of Computational Science and Mathematics. 2011. V. 3. N 1. P. 93–98.
6. Щекочихин О.В., Шведенко В.В. Методология построения программного обеспечения интегрированной информационной системы, обладающей свойством поведения [Электронный ресурс] // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования: Научный интернет-журнал. 2017. № 2 (36).

7. Щекочихин О.В. Роль и место модели данных в структуре информационного обеспечения при описании предметной области // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2019. № 2. (48). С. 9.
8. Щекочихин О.В. Объектно-процессная модель данных в управляющих информационных системах // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17. № 2. С. 318–323. doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-2-318-323.
9. Singh K.J., Kapoor D.S. Create Your Own Internet of Things: A survey of IoT platforms // IEEE Consumer Electronics Magazine. 2017. V. 6. № 2. P. 57–68. doi: 10.1109/MCE.2016.2640718.
10. Atmoko R.A., Riantini R., Hasin M.K. IoT real time data acquisition using MQTT protocol // Journal of Physics: Conference Series. 2017. V. 853. № 1. P. 012003. doi: 10.1088/1742-6596/853/1/012003.
11. Шматков В.Н., Бонковски П., Медведев Д.С., Корзухин С.В., Голендухин Д.В., Спыну С.Ф., Муромцев Д.И. Взаимодействие с устройствами Интернета вещей с использованием голосового интерфейса // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 4. С. 714–721. doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-4-714-721.

THE OBJECT OF DIGITALIZATION AND ITS CONCEPTUAL MODELING IN CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Shvedenko V.N., doctor of technical sciences, professor, leading scientific researcher, FSBI VINITI RAS

Schekochikhin O.V., Ph.D., associate professor, Head of the Department of Information Security Kostroma State University

The article deals with the issue of digitalization of modern society. Stages of development of informatization and conditions of transition to digital technologies are shown. The digitalization process is focused on solving four groups of tasks: organizational management, control and management of social processes in society, achieving an economic effect from information processing, digitalization of individual industry or production systems. It is shown that the industry is leading in the field of digitalization, where the main product is information: mass media, publishing and banking systems. The key elements of digitalization are its objects, which make it possible to ensure the transfer of the material system to a new level of management.

The essential differences between the object of digitalization and the material object are highlighted. The concepts of a cyberphysical system and its basic element – the object of digitalization, which consists of a functional element, sensors, elements of intermediate data accumulation, data processing for choosing a behavior model, controllers and integration tools, are considered. The classification of behavior models of information systems is presented. The model of algorithmic behavior is used when it is necessary to reduce to zero the deviation of the indicator within one object, the model of reflex behavior - if the indicator depends on the properties of several objects, and the objective function is defined as the search for an extremum in the optimization problem.

The model of intellectual behavior is suitable if the objective function is not explicitly defined, and an algorithm for traversing the tree of goals and searching for options for influencing the indicators of the digitalization object through points of active influence are chosen to find a solution.

For their mathematical description, a set-theoretic representation of the object of digitalization, information objects, a goal tree and a predicate calculus language are used to comply with business logic and support intelligent functions of managing the object of digitalization. The mathematical model provides support for the variability function by expanding the properties of information objects, the goal tree of the digitalization object, which allows expanding the capabilities of the information system by adding new functions.

Keywords: cyber-physical system, intelligent behavior models, digitalization object, mathematical model, predicate calculus.

List of used sources and literature

1. Evgenyev R.A. Influence of Internet of Things and recurrent neural networks on accounting, auditing and resource planning of enterprises [Electronic resource] // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2019. № 4. (50).
2. Lebedev B.K., Lebedev O.B., Lebedeva E.M. Resource allocation based on hybrid swarm intelligence models // Scientific and Technical Bulletin of Information Technologies, Mechanics and Optics. 2017. T. 17. № 6. С. 1063-1073. doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-6-1063-1073.
3. David Chou. Using Events in Highly Distributed Architectures / The Architecture Journal, article dated 14.01.2009, [Electronic resource] URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/dd129913> (Accessed 15.05.2019).
4. Conrado M.S., Pardo T.A.S., Rezende S.O. A machine learning approach to automatic term extraction using a rich feature set // Proc. NAACL HLT Student Research Workshop. Atlanta, USA, 2013. P. 16–23.
5. Verma S., Jain M., Choudhary D. Solving the job-shop scheduling problem by using genetic algorithm // International Journal of Computational Science and Mathematics. 2011. V. 3. N 1. P. 93–98.
6. Shchekochikhin O.V., Shvedenko V.V. Methodology of building software integrated information system with the property of behavior [Electronic resource] // Information and economic aspects of standardization and technical regulation: Scientific online journal. 2017. № 2 (36).
7. Shchekochikhin O.V. The role and place of the data model in the structure of information support in describing the subject area // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2019. № 2. (48). С. 9.
8. Shchekochikhin O.V. Object-process model of data in controlling information systems // Scientific and Technical Bulletin of Information Technologies, Mechanics and Optics. 2017. T. 17. № 2. С. 318-323. doi: 10.17586/2226-1494-2017-17-2-318-323.
9. Singh K.J., Kapoor D.S. Create Your Own Internet of Things: A survey of IoT platforms // IEEE Consumer Electronics Magazine. 2017. V. 6. № 2. P. 57-68. doi: 10.1109/MCE.2016.2640718.
10. Atmoko R.A., Riantini R., Hasin M.K.. IoT real time data acquisition using MQTT protocol // Journal of Physics: Conference Series. 2017. V. 853. № 1. P. 012003. doi: 10.1088/1742-6596/853/1/012003.
11. Shmatkov V.N., Bonkovski P., Medvedev D.S., Korzukhin S.V., Golendukhin D.V., Spynu S.F., Muromtsev D.I. Interaction with Internet of Things devices using voice interface // Scientific and Technical Bulletin of Information Technologies, Mechanics and Optics. 2019. T. 19. № 4. С. 714-721. doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-4-714-721.