



РОССИЙСКИЙ
ИНСТИТУТ
СТАНДАРТИЗАЦИИ

Информационно- экономические аспекты стандартизации и технического регулирования

01/2022

Формирование
терминосистем
на основе онтологий

Новые подходы к обеспечению
безопасности роботов
в промышленной среде

Развитие и стандартизация
новой модели
цифрового университета



МОЛОДЕЖНАЯ ОЛИМПИАДА СТАНДАРТОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ ОЛИМПИАДА СТАНДАРТОВ – ПРОХОДИТ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР

В августе 2022 года в Южной Корее состоится Международная молодежная олимпиада стандартов среди школьников. Российская Федерация впервые примет участие в конкурсе такого уровня. Соответствующие договоренности достигнуты между руководителем Росстандарта Антоном Шалаевым и руководителем Корейского агентства по технологиям и стандартам (KATS) Санг-хун Ли.

Мероприятие проводится на ежегодной основе с 2006 года по инициативе национального органа по стандартизации Южной Кореи – (KATS) и направлено на популяризацию среди подростков стандартов, позволяя им открыть для себя весь потенциал инструментов стандартизации. В 2021 году в Международной олимпиаде по стандартизации приняли участие 120 ребят из Китая, Индонезии, Японии, Кении, Республики Корея, Руанды и Сингапура, объединившихся в 40 команд.

Для формирования сборной команды из России Росстандарт проводит «Молодежную олимпиаду стандартов». Сейчас активно проходит отборочный тур, который продлится до 31 марта. Принять участие может любой школьник от 13 до 18 лет. Оставить заявку можно на официальной Интернет-странице конкурса <https://gost.olymp.bashtest.ru>.

В жюри Олимпиады вошли специалисты Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, эксперты технических комитетов по стандартизации, представители бизнес-сообществ и члены Общественного совета при Росстандарте. Школьники будут оцениваться по различным критериям – творческий подход к решению задач, креативное мышление, знание английского языка.

1 июня в Уфе состоится финал конкурса, по результатам которого и будет сформирована сборная команда. Она представит нашу страну на Международной молодежной олимпиаде стандартов в Южной Корее.



ieastr.ru

ИНФОРМАЦИОННО- ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

1/2022 (65)

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 С.П. Арянина, Д.Т. Медведева,
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 25.03.2022.
Дата выхода в свет электронной версии 25.03.2022.

Формат 60 × 90 1/8.
Усл. печ. л. 7,5.

© ФГБУ «РСТ», 2022



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).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

БУДКИН Ю.В.

председатель, главный редактор журнала, советник генерального
директора ФГБУ «РСТ», доктор технических наук, профессор

БУРЫЙ А.С.

заместитель председателя, директор Департамента общероссийских
классификаторов и информации о выпускаемой продукции ФГБУ «РСТ»,
доктор технических наук

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

БЕТАНОВ В.В.

член-корреспондент Российской академии ракетных и артиллерийских наук (РАРАН),
заместитель начальника экспертно-аналитического центра
АО «Российские космические системы», профессор кафедры ФГБОУ ВПО
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»,
доктор технических наук, профессор

ГЕРАСИМОВА Е.Б.

профессор Департамента бизнес-аналитики Факультета налогов,
аудита и бизнес-анализа ФГБОУ ВО «Финансовый университет
при Правительстве Российской Федерации», доктор экономических наук, профессор

ЖУРАВЛЕВА Т.Б.

ученый секретарь ФГБУ «НИЦИ» МИД России,
доктор экономических наук, профессор

ЗВОРЫКИНА Т.А.

руководитель Центра научных исследований и технического регулирования
в сфере услуг АО «Институт региональных экономических исследований»,
доктор экономических наук, профессор

ЛЫСЕНКО И.В.

генеральный директор ООО «Инженерные системы и технологии, разработка
и анализ» (ООО «ИСТРА»), доктор технических наук, старший научный сотрудник

МИСТРОВ Л.Е.

профессор кафедры ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» и Центрального филиала «РГУП»,
доктор технических наук, профессор

СТРЕХА А.А.

начальник отдела стандартизации в области социальной сферы Департамента
методического обеспечения стандартизации и инновационных технологий
ФГБУ «РСТ», кандидат экономических наук

СУХОВ А.В.

старший научный сотрудник ФКУ «НПО «Специальная техника и связь» МВД России,
доктор технических наук, профессор

ХАЧАТУРЯН А.А.

профессор кафедры экономических теорий и военной экономики
ФГКВУ ВПО «Военный университет имени князя Александра Невского»
Минобороны России, доктор экономических наук, профессор

ШВЕДЕНКО В.Н.

ведущий научный сотрудник ФГБУН ВИНТИ РАН,
доктор технических наук, профессор

Содержание 1/2022 (65)

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

- ФОРМИРОВАНИЕ ТЕРМИНОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЙ
Бурый А.С. 4
- НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ РОБОТОВ В ПРОМЫШЛЕННОЙ СРЕДЕ
Анисимов Н.Р., Будкин Ю.В., Князев А.В., Фролов В.А. 12

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ

- РАЗВИТИЕ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ НОВОЙ МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО УНИВЕРСИТЕТА
Тихомирова В.Д. 18
- НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПРОГРАММЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
В СФЕРЕ ТУРИЗМА И СОПУТСТВУЮЩИХ УСЛУГ
Куприков Н.М., Доронин Д.О., Екимов А.И., Куприкова Е.М., Куприков М.Ю. 25

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

- КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОЙ ПРОДУКЦИИ
НА МНОЖЕСТВЕ ПРИЗНАКОВ
Бурый А.С., Морин Е.В. 29
- АНАЛИЗ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
НА ОСНОВЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Евгеньев Р.А. 38

ЭКОНОМИКА ИННОВАЦИЙ

- ФОРМИРОВАНИЕ РАССЛОЕННОГО ИНСТИТУЦИОНАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА
МИНКОВСКОГО ЛООДЕРНОГО СОСТОЯНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ: ПРЕДПРИЯТИЙ
Герасимова Е.Б. 44
- ПОСТРОЕНИЕ КООПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ОТНОШЕНИЙ
МЕЖДУ ХОЗЯЙСТВУЮЩИМИ СУБЪЕКТАМИ
Бондарская О.В. 54

ФОРМИРОВАНИЕ ТЕРМИНОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИЙ

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

Анализируется роль терминологического планирования в разработке и совершенствовании структур понятийных систем, построенных на основе онтологий, позволяющих обеспечить логическую непротиворечивость и семантическую связность терминологического пространства предметной области. Предложен подход к разработке моделей представления знаний, в основе которых – семантическая сеть с вершинами – понятиями и дугами, характеризующими отношения между понятиями. Структура онтологии формируется с учетом семантической близости терминов, исключая возможную избыточность.

С целью совершенствования научной и методической базы информационно-коммуникационных технологий при разработке понятийных и терминологических систем в области стандартизации предлагается формализовать представления элементов онтологий с учетом семантической связности понятий.

Ключевые слова: понятие, понятийная система, онтология, семантическая близость, терминологические стандарты.

ВВЕДЕНИЕ

Одно из перспективных направлений формирования национальной научно-технической терминологии – разработка терминологических стандартов, призванных установить однозначность и непротиворечивость терминологии во всех документах и литературе в сфере стандартизации, а также обеспечить их релевантность [1, 2].

Рост объемов информации, циркулирующей в каналах управления, хранилищах данных, многообразие их источников требуют постоянной структуризации, интеграции и сопоставления данных, поступающих с высокой частотой, уникальным контекстом, в разнообразных форматах. Одновременно возрастают требования к аналитике данных, инструментарию (моделям, методам и алгоритмам), реализующим новый этап развития систем искусственного интеллекта, глубоких нейронных сетей, облачных технологий и технологий Интернета вещей, составляющих арсенал цифровой трансформации (ЦТ).

Процесс ЦТ затронул практически все сферы общества: образование и науку, отрасли производства, медицину, сферу услуг. Появляются новые методы формирования, переработки и применения информации с одновременной широкомасштабной разработкой робототехнических и киберфизических систем, адаптивного производства. Отмеченные направления связаны с совершенствованием, интеграцией и интеллектуализацией соответствующей инфраструктуры, коммуникативного пространства, вычислительной среды на базе развития кросс-платформенных приложений, цифровизации предоставляемых услуг, обеспечением информационных потребностей

общества путем создания информационных фондов, государственных информационных систем [3, 4], новых технологий в рамках программы «Индустрия 4.0» [5].

Вопросы повышения качества продукции, технологий, являющиеся предметом стандартизации, в частности менеджмента качества [6], находят свое отражение в совершенствовании функциональности информационных систем (ИС). Уровень ИС определяется полнотой, актуальностью и конфиденциальностью предоставляемой информации, а также адекватностью функционирования за счет применяемых методов и средств управления информационными процессами, анализа данных [7].

Ключевым элементом развития научно-технических предметных областей (ПрО) остается разработка понятийных систем, отражающих накопленные знания о понятиях и связях между ними, что позволяет оптимальным образом создавать коммуникационное поле во всех сферах распространения информации на основе предлагаемых в [8] моделей ПрО, повышая эффективность принимаемых решений в исследуемых областях. Возможности понятийных структур расширяются благодаря архитектурам на основе онтологий, объединяющим термины и связи между ними, для обеспечения логической непротиворечивости, семантической определенности и связности [9] терминологического пространства, структуризации выбранной ПрО, они также служат способом моделирования и формального представления терминологических баз данных (БД) [10].

Цель данной работы – совершенствование научной и методической базы для создания понятийных и термино-

логических систем в области стандартизации на основе формального представления элементов онтологий с учетом семантической связности понятий.

СИСТЕМНОСТЬ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Принцип системности как интегральный принцип процесса научного познания мира опирается на ряд частных принципов – декомпозиции, агрегирования (интеграции), эмерджентности, централизации, иерархии систем, структурности. За счет систематизации удается получить упорядоченную систему понятийного аппарата, категорий, методов и алгоритмов с выстроенными схемами отношений между ними, решающую целевые, в том числе коммуникативные функции в исследуемых системах переработки информации при управлении организационно-техническими процессами [11]. Формирование терминов в ходе образования терминосистем – актуальная задача развития научного понятийного аппарата. Система понятий решает *информационную* функцию процесса коммуникации (прием-передачу информации и данных, информирование лиц, принимающих решения, создание понятийных образов), а также регулятивную функцию, ответственную за поведение и взаимодействие субъектов общения и объектов, роль

которых могут выполнять, например, документы по стандартизации [1, 12].

Терминологическое планирование (ТП) предполагает развитие языковых ресурсов для поддержки информационного представления знаний в конкретных предметных областях и использование этих представлений в коммуникационной среде, включая формирование терминологии, ее регистрацию, передачу и внедрение в практику (ГОСТ Р ИСО 29383, п. 4.3) [13]. При этом ТП с учетом ПРО применения, например, технологий анализа текстов, инженерии знаний, информационных структур научно-технических коммуникаций, должно учитывать:

- уровень абстрагирования применительно к форматам (образам, паттернам) представления знаний;
- жесткие ограничительные рамки терминологических статей документов по стандартизации, характерные для ряда машиностроительных отраслей [5, 14] и информационных технологий [4, 7];
- когнитивную природу понятийных отношений, рассматривать их как онтологии знаний, которые в ходе структурной композиции можно преломлять до определенного уровня абстрагирования анализируемой ситуации [15], а также применять при разработке моделей знаний, основанных на онтологиях, в задачах экспертного оценивания [16].

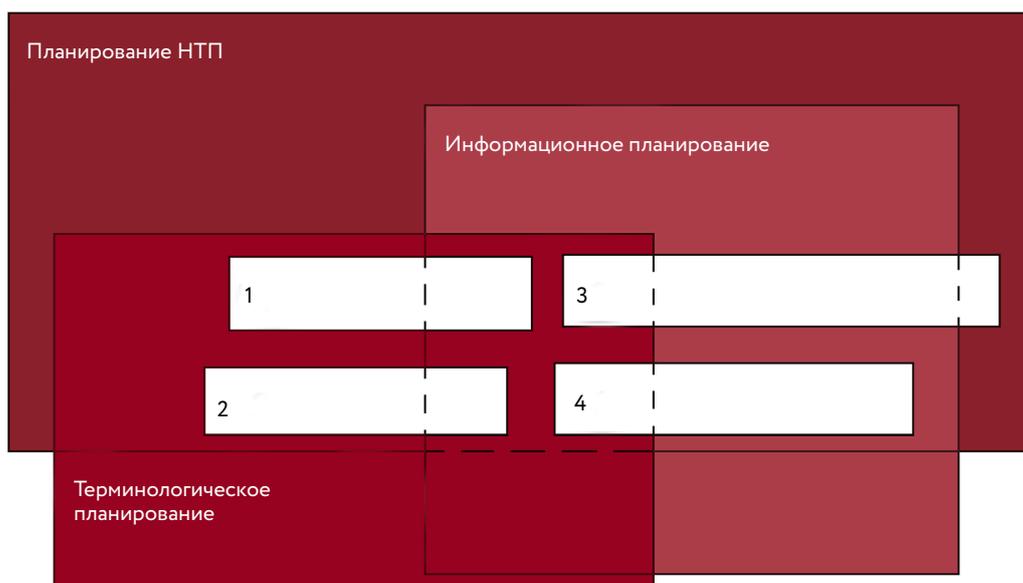


Рис. 1. Диаграмма взаимодействия терминологического планирования с другими видами планирования:

1 – информационных технологий; 2 – технологий связи; 3 – образовательных процессов; 4 – маркетинговым

Терминологическое планирование может быть составной частью другого процесса планирования как в социальной, так и в технологической сфере, что представлено на рис.1 и включает [13]:

- информационное планирование (например, инженерия знаний [17], выработка стратегий обработки информации [7, 18, 19] и электронного документооборота) [4];
- планирование образовательных процессов, в том числе вторичного, научного образования, включая цифровое пространство научно-технических публикаций;
- планирование научно-технического прогресса (НТП), включая социальную сферу – здравоохранение, правовое регулирование [7], защиту окружающей среды и управление рисками [13];
- планирование развития информационных технологий (ИТ) и технологий связи, технологий анализа естественного языка [20], а также информационно-коммуникационных технологий, объединяющих ИТ и технологии связи;
- маркетинговое планирование (например, развитие бизнес-процессов [21], отдельных отраслей: туризма, госуслуг [4] и др.).

ТЕРМИН – ТЕРМИНОСИСТЕМА – ТЕРМИНОЛОГИЯ

Терминологию, называемую специфическим лексиконном языком науки [20], можно рассматривать как систему терминов, понятий из различных областей знаний, не объединенных теорией или концепцией, но наделенных терминологической семантикой и выполняющих номинативную функцию.

В отличие от терминологии, *терминосистема* (*Sistem of terminology*) – это организованная совокупность связанных логическими и семантическими отношениями терминов определенной области знания (см. ГОСТ Р 7.0-99, пп. 3.1.11) [22] и сферы деятельности, обладающая свойствами системности, точности и стилистической нейтральности.

Это как научно-техническая библиотека, где роль книг играют термины, а терминология отдельной ПрО, образующая *терминосистему*, может условно рассматриваться как класс универсальной десятичной классификации (УДК). Так, в основном разделе «0» УДК тематика настоящего журнала представлена, например, классами:

- 002 – Документация. Научно-техническая информация;
- 004 – Информационные технологии;
- 005 – Управление. Менеджмент;
- 006 – Стандартизация продукции, процессов. Стандарты.

Терминосистема характеризуется структурой, ядро которой – наиболее часто употребляемый термин, обладающий емкой семантикой и информативностью.

Термины отличаются от общепотребительных слов высокой степенью системной организованности благодаря применению семантических отношений, а также характерных для построения ряда отраслевых тезаурусов отношений часть-целое.

В процессе научных и производственных коммуникаций мы пользуемся терминами, которые понятны всем сторонам общения, в том числе специалистам из различных стран, разных ПрО, и основываются на международных терминологических стандартах. В свою очередь, *понятия* представляют собой мысленные конструкции или единицы мышления, отражающие предметы в характеризующие их существенные признаки, формируемые в процессе наблюдения или абстрагирования.

Терминоведение как научная дисциплина изучает структуру, формирование, разработку, применение и управление *терминологиями* в конкретных предметных областях.

Для структурирования больших объемов терминологических данных, углубленного их анализа (добыча данных), проведения информационного поиска, систематизации данных и знаний применяются *системы классификации* [11]. Они активно используются для создания словарей, тезаурусов, библиотек, каталогов, классификаторов, включая общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации [12, 14], и других упорядоченных информационных ресурсов, структурированные данные значительно ускоряют и облегчают работу.

По сути любое понятие можно рассматривать как абстракцию реального предмета или сущности, определяемой этим понятием. Объекты реального мира идентифицируются своими свойствами. Объекты абстрагируются в понятия, а свойства – в характеристики, определяющие понятия [23] (рис. 2).

Под *абстрагированием* здесь понимается процесс выделения совокупности общих признаков для партии (набора) однотипных объектов и на этой основе формируется понятие. Характеристики образуют поле спецификаций, а их полнота и непротиворечивость обеспечивают корректное формирование понятия. Необходимо отметить, что «характеристика» – лингвистический термин, а понятие – «свойство» из области ИТ.

Вопросы активизации понятийной системы актуальны при разработке многопользовательских понятийных баз [10], прежде всего распределенных БД со сложной организацией областей знаний (например, сеть цитирования в научной литературе).

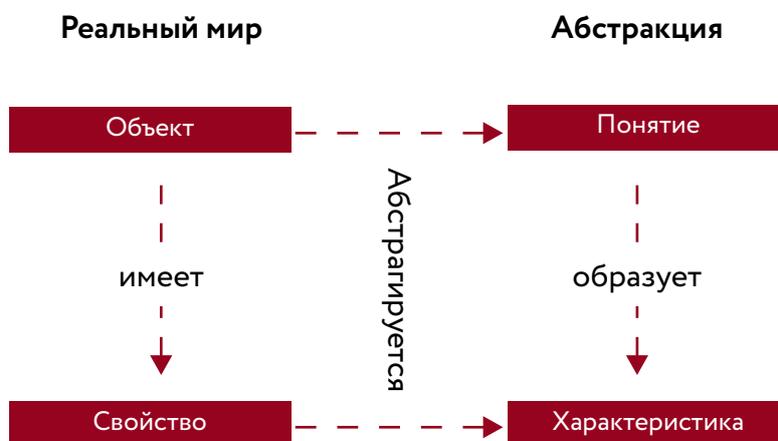


Рис. 2. Абстрагирование объектов реального мира в понятия

При этом максимально используются терминологические стандарты и словари международных организаций (ИСО, МЭК и др.) [2]. Однако, несмотря на требования к системной упорядоченности терминологии, между предметными областями существуют «разночтения». Если они и не противоречат друг другу, то отражают только часть обще-

го понятия, которая, по мнению разработчиков, наиболее соответствует рассматриваемой ПрО. В таблице представлены дефиниции *электронного документа*, которые отражают как временной аспект развития компьютерной терминологии, так и «узкое» использование термина в рамках конкретного стандарта.

Дефиниции понятия «электронный документ»

ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ (ЭД)	ИСТОЧНИКИ
Форма представления документа в виде множества взаимосвязанных реализаций в электронной среде и соответствующих им взаимосвязанных реализаций в цифровой среде	ГОСТ Р 52292–2004, пп. 4.2.12
Документ, в котором информация представлена в электронно-цифровой форме	ГОСТ Р 52653–2006, пп. 3.1.10
Документ в цифровой форме, для использования которого необходимы средства вычислительной техники (ВТ) или иные специализированные устройства для воспроизведения текста, звука, изображения	ГОСТ Р 7.0.83–2013, п. 3.1
Конструкторский ЭД, получаемый с помощью программно-технических средств, состоит из содержательной и реквизитной частей	ГОСТ 2.051–2013, п. 4.1; п. 4.2
Документ, выполненный как структурированный набор данных, создаваемых программно-техническим средством	ГОСТ Р 56074–2014, п. 3.21
Документ в электронной форме, а все этапы жизненного цикла ЭД проходят в электронной среде и должны отражаться в соответствующих метаданных	Ю. Юмашева [24]
Документированная информация, представленная в электронной форме, пригодной для восприятия человеком с использованием электронных вычислительных машин, а также для передачи по информационно-телекоммуникационным сетям или обработки в ИС	ФЗ от 27.07.2006 № 149-ФЗ ¹ , ст. 2, п. 11.1

¹ Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2022).

Таким образом, анализ подобных ситуаций поможет унифицировать соответствующую систему терминов. Так, в таблице (строки 1 и 2) выделены электронная и цифровая среда – характерное в прошлом представление средств передачи данных по каналам связи (электронное) и цифровое, соответствующая форма представления в вычислительной среде (программные и аппаратные модули ВТ). Последующие определения предполагают машиночитаемые форматы документов, наличие метаданных [12] (рекламные визиты – см. таблицу, строка 4).

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПОНЯТИЙНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Онтологический подход обеспечивает новый уровень предоставления информации по запросам пользователей, при решении стратегической задачи – цифровизации, что проявляется в разработке методов извлечения знаний из данных, совершенствовании систем информационного поиска и формирования БД, то есть, в интеграции информации.

Для формирования структур терминологических систем надо уметь сравнивать отдельные термины, выявлять их характеристики (см. рис. 2), которые соответствуют решаемой задаче или рассматриваемой ПрО.

Любое понятие характеризуется совокупностью существенных признаков (содержанием или интенционалом), обобщенных в нем внешних объектов (объемом понятия) – экстенционалом [10, 16] и может быть представлено следующим образом:

$$\langle n, C(n), V(n) \rangle, \quad (1)$$

где $C(n)$ – множество признаков, составляющих содержание понятия n ; $V(n)$ – объем понятия, характеризуемый признаками из множества $C(n)$.

Для построения структуры понятийной системы на основе онтологического подхода воспользуемся понятием дистрибутивной решетки [16, 18]:

$$K(n) = \{B(C(n), \wedge, \vee)\}, \quad (2)$$

где $B(C(n)) = \{\emptyset, 2^{|C(n)|}\}$ – булеан содержания $C(n)$ для всех подмножеств, определяемых как $2^{|C(n)|}$, а \wedge и \vee – заданные бинарные операции соответственно пересечения и объединения. Элементы булеана образуют частично упорядоченное множество включаемых в решетку понятий, что обуславливается делением понятий на основе отношений «общее-частное» в классификациях, в схемах онтологий, тезаурусов.

При интеграции информации (разработке БД, операциях над онтологиями) важно контролировать семантическую близость (СБ), под которой будем понимать, в контексте работы с понятийными объектами, смысловое или сходство семантического содержания между сравниваемыми терминами либо документами. В качестве СБ при анали-

зе текстовых документов часто используется косинусная мера [9], которую представим, как:

$$S_{\cos}^n : (n_i, n_j) \rightarrow \mathbb{R}; \forall n_i, n_j \in C(n), i \neq j, \quad (3)$$

где сравниваемые понятия принадлежат множеству признаков, составляющих содержания понятий, то есть $n_i, n_j \in C(n)$, а метрическое пространство сравнения векторов – $\mathbb{R}[0;1]$ определено на отрезке $[0,1]$.

При выборе из двух понятий n_i и n_j в задачах упорядочения понятийной системы последовательно сравнивают родственные термины с каким-либо третьим понятием n_k , выбирая то, при сравнении с которым значение меры (3) ближе к 0. Тогда для двух векторов, соответствующих n_j и n_k , косинусная мера прямо пропорциональна скалярному произведению и обратно пропорциональна векторному произведению указанных векторов:

$$(S_{\cos}^n)_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^{|C(n)|} \mu_{ij} \times \mu_{ik}}{\sqrt{\sum_i^{|C(n)|} \mu_{ij}^2} \times \sqrt{\sum_i^{|C(n)|} \mu_{ik}^2}}, \quad (4)$$

где $|C(n)|$ – мощность множества $C(n)$, а индекс "i" используется только для организации процедур суммирования.

На основе теоретико-множественного представления понятий уточним составляющие в выражении (1):

$$\Pi_i : \{c^i; v^i\}; c^i \in C, v^i \in V, \quad (5)$$

где Π_i – любое понятие из некоторого счетного множества, c^i и v^i – соответственно содержание (набор признаков) и объем понятия (объекты, имеющие признаки из c^i), определенные на своих множествах C и V . Множество C существенных признаков, составляющих содержание понятия, зачастую меньшей мощности, по сравнению с объемом понятия V . Так, представленные дефиниции в приведенной выше таблице составляют множество C , а объекты (документы), которые можно реализовать в форме ЭД, образуют множество V .

При сравнении или объединении двух понятий Π_i и Π_j сравнивают или объединяют их признаки, составляющие, например, содержания понятий:

$$\Pi_{ij}^c = \{c_x^i; c_y^j\}, \quad (6)$$

где c_x^i – признаки i -го понятия, общее количество которых ограничено значением $x = 1, 2, \dots, x$, и аналогично для признаков c_y^j содержательной составляющей понятия – Π_j^c (в общем случае $x \neq y$). Таким образом, для содержаний рассматриваемых понятий и их объемов характерны включения [10]:

$$\Pi_i \subset \Pi_{ij} \text{ и } \Pi_j \subset \Pi_{ij}. \quad (7)$$

Здесь в обозначениях признаков отсутствуют верхние индексы, что соответствует учету обоих составных элементов – содержания и объема. При этом содержание объединенного понятия Π_{ij}^c включает все признаки составляющих его понятий:

$$\Pi_{ij}^c = \Pi_i^c \cup \Pi_j^c. \quad (8)$$

Естественно предположить, что для объемов понятий их обобщение уменьшает мощность результирующего множества, то есть в отличие от выражения (8), объем обобщенного понятия сужается, так как учитываются только признаки, которые одновременно присущи двум понятиям (i -му и j -му):

$$\Pi_{i+j}^v = \Pi_i^v \cap \Pi_j^v, \quad (9)$$

где верхний индекс v соответствует только рассматриваемым в (9) объемам понятий.

Для случая, когда термины понятийной системы обладают свойством системности [10], то есть включают слова, отражающие все их признаки, понятия сравниваются по этим признакам, которые составляют признаковый вектор понятия, а СБ определяется по выражению (4). Сопоставление понятий по содержанию позволяет выявить структуру связей каждого понятия, что актуально в задачах классификации при формировании родо-видовых решеток и выборе системы классификации, описании классов и логически упорядоченных множеств понятий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный подход к формированию онтологий на основе семантического сравнения понятий в

терминологических системах позволяет обеспечить консистентность данных, семантическую связность на содержательном уровне, а учет объектовых признаков в объеме понятия – единый подход к формированию метаданных, что особенно актуально при разработке машиночитаемых стандартов. Последнее позволяет реализовать автоматическое обновление документов по стандартизации за счет семантического управления его разделами, обеспечивая ссылочную ценность документов и непрерывность последующего их использования в процессе жизненного цикла.

Онтология выстраивает иерархию понятий, основываясь на семантически обоснованных связях. Для задач управления цифровым производством, системами автоматизированного проектирования требуется разработать базы знаний, системы аксиом для описания объектов сложной структуры, решать задачи интеграции онтологий и данных в более сложных ситуациях, характерных для задач, например, переработки слабо структурированных данных, построения классификаций с учетом обобщенных понятий.

Список использованных источников и литературы

1. ГОСТ Р 1.5–2012. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления, обозначения [Текст]. – Введ. 2013-07-01. – М.: Стандартинформ, 2013. 23 с.
2. Р 50.1.075–2011. Разработка стандартов на термины и определения [Текст]. – Введ. 2012-03-01. – М.: Стандартинформ, 2012. 19 с.
3. Козлова Е.И., Цветкова В.А. Терминологические аспекты в процессах стандартизации библиотечно-информационной деятельности // Научные и технические библиотеки, 2020. № 3. С. 11–22.
4. Бурый А.С. Совершенствование государственных информационных систем как тренд цифрового общества // Правовая информатика, 2020. № 3. С. 19–28.
5. Иванов Д.А., Иванова М.А., Соколов Б.В. Анализ тенденций изменения принципов управления предприятиями в условиях развития технологий Индустрии 4.0 // Труды СПИИРАН, 2018. № 5(60). С. 97–127.
6. ГОСТ Р ИСО 9000–2015. Системы менеджмента качества. Основные положения. Словарь [Текст]. – Введ. 2015-11-01. – М.: Стандартинформ, 2015. 48 с.
7. Ловцов Д.А. Системология правового регулирования информационных отношений в инфосфере: монография. – М.: РГУП, 2016. 316 с.
8. Горшков А.В., Исаков О.А., Стреха А.А. О стандартизации терминологии в отрасли «информационные технологии» // Транспортное дело России, 2013. № 4. С. 108–112.
9. Крюков К.В., Панкова Л.А., Пронина В.А. [и др.] Меры семантической близости в онтологии // Проблемы управления, 2010. № 5. С. 2–14.
10. Микони С.В. Общие диагностические базы знаний вычислительных систем. – СПб.: СПИИРАН, 1992. 234 с.
11. Омельченко В.В. Основы систематизации: методология и философские аспекты. Принципы и законы познания реальной действительности. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. 480 с.
12. Бурый А.С., Слепынцева Л.И. Цифровизация контента документов по стандартизации. Часть 1. Состояние и современные тенденции // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования, 2021. № 1 (59). С. 105–113.
13. ГОСТ Р ИСО 29383–2013. Терминологическая политика. Разработка и внедрение [Текст]. – Введ. 2014-01-01. – М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.
14. Белобрагин В.Я., Бурый А.С., Герасимов Б.И., Стреха А.А. Гармонизация документов стандартизации как ключевой элемент инновационного процесса // Сварочное производство, 2020. № 4. С. 48–54.

15. Бухановский А.В., Иванов С.В., Ковальчук С.В., Нечаев Ю.И. Онтологическая система знаний и вычислительных ресурсов современных интеллектуальных технологий // Онтология проектирования, 2020. Т. 10. № 1 (35). С. 22–33.
16. Кулинич А.А. Концептуальные каркасы онтологий слабо структурированных предметных областей // Искусственный интеллект и принятие решений, 2014. № 4. С. 31–41.
17. Williams D. Models, metaphors and symbols for information and knowledge systems // Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation, 2014. No. 10. P. 79–107.
18. Бурый А.С., Полоус А.И. Качество информации в организационно-технических системах управления // Транспортное дело России, 2012. № 6–2. С. 82–87.
19. Бурый А.С., Лобан А.В., Ловцов Д.А. Модели сжатия массивов измерительной информации в автоматизированной системе управления // Автоматика и телемеханика, 1998. № 5. С. 3–26.
20. Мишанкина Н.А., Панасенко Е.А. База данных метафорической терминологии: концептуальное проектирование // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета, 2016. № 6 (34). С. 86–99.
21. Бурый А.С. Информационное пространство сетевого взаимодействия в клиентской среде // Транспортное дело России, 2011. № 8. С. 156–157.
22. ГОСТ 7.0–99. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Информационно-библиотечная деятельность, библиография. Термины и определения [Текст]. – Введ. 2000-07-01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М.: Изд-во стандартов, 1999. 23 с.
23. ГОСТ Р ИСО 704–2010. Терминологическая работа. Принципы и методы [Текст]. – Введ. 2011-09-01. – М.: Стандартиформ, 2012. 51 с.
24. Юмашева Ю.Ю. От машинно-ориентированных к электронным документам: эволюция объектов и терминов // Документ. Архив. История. Современность, 2017. № 17. С. 417–445.

FORMATION OF TERMINOLOGICAL SYSTEMS BASED ON ONTOLOGIES

Buryi A.S., doctor of technical sciences, Director of the Department, FSBI «RST»

The role of terminological planning in the development and improvement of the structures of conceptual systems built on the basis of ontologies, which make it possible to ensure logical consistency and semantic coherence of the terminological space of the subject area, is considered. The proposed approach to the development of knowledge representation models, which are based on a semantic network with vertices - concepts and arcs that characterize the relationship between concepts. The structure of the ontology is formed taking into account the semantic similarity of concepts, excluding possible redundancy.

In order to improve the scientific and methodological base of information and communication technologies in the development of conceptual and terminological systems in the field of standardization, it is proposed to formalize the representation of ontology elements, taking into account the semantic connectedness of concepts.

Keywords: concept, conceptual system, ontology, semantic similarity, terminological standards.

References

1. GOST R 1.5–2012. Standartizaciya v Rossijskoj Federacii. Standarty nacional'nye Rossijskoj Federacii. Pravila postroeniya, izlozheniya, oformleniya, oboznacheniya. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 23 p. (In Russian)
2. R 50.1.075–2011. Razrabotka standartov na terminy i opredeleniya. Moscow, Standartinform Publ., 2012. 19 p. (In Russian)
3. Kozlova E.I., Cvetkova V.A. Terminologicheskie aspekty v processah standartizacii bibliotechno-informacionnoj deyatel'nosti. Nauchnye i tekhnicheskie biblioteki, 2020, no. 3, pp. 11–22. doi: 10.33186/1027-3689-2020-3-11-22
4. Buryi A.S. Sovershenstvovanie gosudarstvennyh informacionnyh sistem kak trend cifrovogo obshchestva. Pravovaya informatika, 2020, no. 3, pp. 19–28. doi: 10.21681/1994-1404-2020-3-19-28

5. Ivanov D.A., Ivanova M.A., Sokolov B.V. Analiz tendencij izmeneniya principov upravleniya predpriyatiyami v usloviyah razvitiya tekhnologij Industrii 4.0. Trudy SPIIRAN, 2018, no. 5(60), pp. 97–127. doi: 10.15622/sp.60.4
6. GOST R ISO 9000–2015 Quality management systems. Fundamentals and vocabulary. Moscow, Standartinform Publ., 2015. 48 p. (In Russian)
7. Lovtchov D.A. Sistemologiya pravovogo regulirovaniya informacionnyh otnoshenij v infosfere: monografiya. Moscow, RGUP Publ., 2016. 316 p.
8. Gorshkov A.V., Isakov O.A., Strekha A.A. O standartizacii terminologii v otrasli «informacionnye tekhnologii». Transportnoe delo Rossii, 2013, no. 4, pp. 108–112.
9. Mery semanticheskoy blizosti v ontologii / K.V. Kryukov, L.A. Pankova, V.A. Pronina [i dr.] // Problemy upravleniya, 2010, no. 5, pp. 2–14.
10. Mikoni S.V. Obshchie diagnosticheskie bazy znaniy vychislitel'nyh system. St. Petersburg, SPIIRAN Publ., 1992. 234 p.
11. Omel'chenko V.V. Osnovy sistemizacii: Metodologiya i filosofskie aspekty. Principy i zakony poznaniya real'noj dejstvitel'nosti. Moscow, Knizhnyj dom "LIBROKOM" Publ., 2012. 480 p.
12. Buryi A.S., Slepyncheva L.I. Cifrovizaciya kontenta dokumentov po standartizacii. CHast' 1. Sostoyanie i sovremennye tendencii. Information and economic aspects of standardization and technical regulation, 2021, no. 1(59), pp. 105–113.
13. GOST R ISO 29383–2013. Terminology policies. Development and implementation. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 16 p. (In Russian)
14. Belobragin V.Ya., Buryi A.S., Gerasimov B.I., Strekha A.A. Aktualizaciya i garmonizaciya obshcherossijskogo klassifikatora standartov. Tekhnologiya mashinostroeniya, 2020, no. 4, pp. 61–67.
15. Buhanovskij A.V., Ivanov S.V., Koval'chuk S.V., Nechaev YU.I. Ontologicheskaya sistema znaniy i vychislitel'nyh resursov sovremennyh intellektual'nyh tekhnologij. Ontologiya proektirovaniya, 2020, vol. 10, no. 1(35), pp. 22–33. doi: 10.18287/2223-9537-2020-10-1-22-33
16. Kulinich A.A. Konceptual'nye karkasy ontologij slabo strukturirovannyh predmetnyh oblastej // Iskusstvennyj intellekt i prinyatie reshenij, 2014, no. 4, pp. 31–41.
17. Williams D. Models, Metaphors and Symbols for Information and Knowledge Systems. Journal of Entrepreneurship, Management and Innovation, 2014, no. 10, pp. 79–107.
18. Buryi A.S., Polous A.I. Kachestvo informacii v organizacionno-tekhnicheskikh sistemah upravleniya. Transportnoe delo Rossii, 2012, no. 6–2, pp. 82–87.
19. Buryi A.S., Loban A.V., Lovtsov D.A. Compression models for arrays of measurement data in an automatic control systems. Automation and Remote Control, 1998, vol. 59, no. 5. Part 1, pp. 613–631.
20. Mishankina N. A., Panasenko E. A. Baza dannyh metaforicheskoy terminologii: konceptual'noe proektirovanie. Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta, 2016, no. 6(34), pp. 86–99. doi: 10.15293/2226-3365.1606.07
21. Buryi A.S. Informacionnoe prostranstvo setevogo vzaimodejstviya v klientskoj srede. Transportnoe delo Rossii, 2011, no. 8, pp. 156–157.
22. GOST 7.0–99. Sistema standartov po informacii, bibliotechnomu i izdatel'skomu delu. Informacionno-bibliotechnaya deyatel'nost', bibliografiya. Terminy i opredeleniya. Minsk, Mezhgos. sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii Publ.; Moscow, Izd-vo standartov Publ., 1999. 23 p. (In Russian)
23. GOST R ISO 704–2010. Terminology work. Principles and methods. Moscow, Standartinform Publ., 2012. 51 p. (In Russian)
24. YUmasheva YU.YU. Ot mashinno-orientirovannyh k elektronnyh dokumentam: evolyuciya ob"ektov i terminov. Dokument. Arhiv. Istoriya. Sovremennost', 2017, no. 17, pp. 417–445.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ РОБОТОВ В ПРОМЫШЛЕННОЙ СРЕДЕ

Анисимов Н.Р., канд. физ.-мат. наук, ФГБУ «РСТ»

Фролов В.А., д-р техн. наук, профессор, ФГБУ «РСТ»

Будкин Ю.В., д-р техн. наук, ФГБУ «РСТ»

Князев А.В., аспирант, РТУ-МИРЭА

В настоящее время требования к безопасности промышленных роботов регулируются ГОСТ Р 60.1.2.1–2016/ИСО 10218–1:2011, идентичным международному стандарту ISO 10218–1:2011. Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Part 1: Robots. Однако расширение областей применения роботов и робототехнических систем, накопления опыта по их безопасному использованию возникла необходимость в пересмотре подходов к установлению соответствующих требований безопасности в нормативных документах.

В статье рассматриваются аспекты применения терминологической базы по безопасности для роботов, ее соответствие международным стандартам, анализируются требования к безопасности конструкции роботов и робототехнических устройств, составу информации для пользователя.

Ключевые слова: робототехника, машиностроение, стандартизация, терминология, обеспечение безопасности.

В международной организации по стандартизации разрабатывается новый международный стандарт по безопасности роботов. Его третье издание отменяет и заменяет предыдущее [1]. На текущий момент издание опубликовано в виде версии DIS, пригодной для окончательного редактирования. Основные изменения, согласно опубликованному варианту, состоят в следующем:

- включение требований безопасности для промышленных роботов, предназначенных для использования в совместных приложениях (ранее – содержание ISO/TS 15066);
- уточнение требований к функциональной безопасности;
- добавление требований к кибербезопасности в той мере, в какой это относится к безопасности промышленных роботов.

Однако ряд новых положений международного стандарта требуют существенной корректировки методологических подходов к безопасности роботов в области национальной стандартизации [2, 3].

УТОЧНЕНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТА ПО БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ РОБОТОВ

В действующем национальном стандарте [4] область применения стандарта ограничена промышленными роботами. Вместе с тем предлагается использовать определенные стандартом принципы и для других типов роботов («Настоящий стандарт не применим к непромышленным роботам, хотя основные принципы безопасности, установленные в международном стандарте [5], могут быть использованы для других типов роботов»). Таким образом, размытая область применения стандарта затрудняет его использование в нормативном регулировании вопросов безопасности.

В новом международном стандарте область применения определяется требованиями к безопасной конструкции, защитным мерам и информацией об использовании роботов в промышленной среде. При этом стандарт не распространяется на ряд направлений и продуктов. В ограниченный список входят подводные, военные (оборонные), бортовые и космические роботы, в том числе использование в космосе, в правоохранительных органах, и т. д.

Указано также, что в стандарте рассматриваются все существенные опасности, опасные ситуации или события при использовании по назначению и в определенных условиях неправильного использования, которые производитель разумно предвидит, за исключением опасностей, перечисленных в конечном списке (опасности, связанные с экстремальными условиями (например, экстремальный климат, морозильные камеры, сильные магнитные поля) вне спецификации производителя, подземным использованием, особыми гигиеническими требованиями и т. д.).

Таким образом, определена конкретная область применения стандарта без ссылок на терминологию, характеризующую класс роботов, имеющую отношение к данному комплексу стандартов.

УТОЧНЕНИЕ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Вследствие уточнения области применения стандарта по безопасности для роботов возникает вопрос об уточнении терминологии, применяемой в данном комплексе стандартов. Действующим национальным стандартом [6] определены, например, термины: «робот (robot)», «промышленный робот (industrial robot)», «робототехнический комплекс (robot system)», «промышленный робототехнический комплекс (industrial robot system)». В разрабатываемом международном стандарте указанные термины объединены и им дано новое определение: «промышленный робот, робот (industrial robot, robot)», «роботизированная система, промышленная роботизированная система (robot system, industrial robot system)».

Таким образом, в рассматриваемом примере в целях указания требований к безопасности роботов введены термины с определениями, отличными от используемых в комплексе стандартов по робототехнике. (В соответствии с п. 6.9.1 национального стандарта [7] «Предотвращение противоречий между терминологическими статьями, представляющими одни и те же или подобные понятия».)

Для исключения противоречий ссылки на стандартизованные терминологические статьи либо на их части или на стандартизованные определения в других стандартах должны быть везде, где возможно, вместо повторения.

Такие ссылки между стандартизованными терминологическими статьями могут иметь место между:

- всеми терминологическими статьями, представляющими одно и то же или аналогичное понятие;
- частями разных терминологических статей, представляющими одно и то же или аналогичное понятие;
- определениями терминологических статей, представляющими одно и то же или аналогичное понятие.

В случаях, когда повторение терминологической статьи или ее части считается необходимым (например, ради удобства пользователя), цитирование должно быть дословным; при этом должна проявляться особая осторожность для обеспечения полноты и правильности, а также для исключения ошибок и противоречий, за исключением случая, когда существуют убедительные аргументы в пользу изменения терминологической статьи; в такой ситуации должны соблюдаться правила адаптации определений, указанные в п. 6.2, 6.4 национального стандарта [7].

Можно полагать, что новое определение термина действует применительно к данному международному стандарту [5]. Принимая во внимание идентичность национальных стандартов международным, нельзя исключать противоречий между терминологическими статьями национальных стандартов.

Ряд определений терминов в проекте международного стандарта [5] существенно отличаются от трактовки понятий в действующем терминологическом стандарте [6]. В табл. 1 представлены примеры соответствующих отличий.

Таким образом, в международных стандартах допускаются различия в определении терминов в зависимости от области применения документа.

РАСШИРЕНИЕ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ РОБОТОВ

В связи с конкретизацией области применения международного стандарта почти в два раза расширен список определяемых терминов (с 37 до 67). Введены новые термины и уточнены существующие, связанные с безопасностью для роботов. Термины разделены на группы, которые качественно отличаются по их классификации:

- робот, роботизированная система, применение робота;
- подузлы и компоненты роботов, роботизированных систем и применений роботов;
- термины, связанные с элементами управления;
- термины, связанные с программой;
- термины, связанные с энергопитанием;
- термины, связанные с опасностью;
- термины ролей;
- термины, связанные с функциональной безопасностью;
- термины пространства, зон и расстояний;
- меры по снижению риска;
- верификация и валидация.

Подобная классификация и объединение терминов в группы характерны для терминологических стандартов [6].

Таблица 1

Определения терминов в проекте международного стандарта и в действующем ГОСТе

ТЕРМИНЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СТАНДАРТА ISO/DIS 10218-1.2	ТЕРМИНЫ ГОСТ Р 60.0.0.4-2019/ИСО 8373:2012
<p>Ось (axis): приводимое в действие механическое соединение (например, вращающееся вокруг оси, линейное), обеспечивающее как минимум одну степень свободы</p> <p>Оператор (operator): лицо или лица, использующие, эксплуатирующие, регулирующие, обслуживающие, очищающие, ремонтирующие, устраняющие неисправности, транспортирующие, вводящие в эксплуатацию и осуществляющие разборку робота (3.1.1.2), роботизированной системы (3.1.1.3) или роботизированной ячейки (3.1.1.9).</p> <p><i>Примечание</i> Это определение включает человека или людей, которых можно ожидать на машине или рядом с ней, даже если они не выполняют задачу, связанную с конкретной машиной или частью машины</p> <p>Режим, режим работы (mode, operating mode): характеристика способа и степени вмешательства оператора (3.1.7.2) в оборудование управления.</p> <p><i>Примечание</i> В контексте этого стандарта режим относится к состоянию управления роботом (3.1.1.2), например автоматический режим (3.1.3.10), ручной режим (3.1.3.9)</p>	<p>Степень подвижности (axis): параметр, используемый для задания поступательного или вращательного движения робота (2.6)</p> <p><i>Примечание</i> Термин «степень подвижности» также используется в значении «механический шарнир робота»</p> <p>Оператор (operator): лицо, уполномоченное запускать, контролировать и останавливать выполнение заданной операции роботом (2.6) или робототехническим комплексом (2.14)</p> <p>Рабочий режим (эксплуатационный режим) [operating mode (operational mode)]: состояние системы управления (2.7) роботом, при котором робот способен выполнять задания по своему функциональному назначению</p>

ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКЦИИ И ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ

Раздел, посвященный требованиям к конструкции и защитным мерам, детально уточнен по функциональным объектам. Объем раздела увеличен более чем в два раза. Требования разделены на группы в зависимости от функциональной принадлежности:

- к непосредственной конструкции;
- управлению роботом;
- функциям безопасности;
- функциям остановки робота;
- другим функциям безопасности;
- относящиеся к одновременному движению;
- ограничению движения робота;
- движению без подачи питания на приводы;
- лазерам и лазерному оборудованию;
- возможностям для совместных применений.

Группы требований выделены исходя из опыта рассмотрения всех существенных опасностей, опасных ситуаций или событий.

Раздел по требованиям безопасности уточнен как общими положениями, в ряде случаев включающими ссылки на связанные ISO (например «Робот должен быть спроектирован в соответствии с принципами стандарта [8] с учетом выявленных опасностей»), так и конкретными требованиями, имеющими существенное значение для безопасности («чтобы обнаженные острые края, острые углы и опасные выступы были уменьшены, насколько это практически возможно»).

В целях как можно большей детализации и охвата требования к безопасности дополнены положениями, исключенными из [4]. Например, в действующем национальном стандарте «Существенные опасности, такие как острые края, не рассмотрены в настоящем стандарте». Согласно проекту новой редакции международного стандарта [4] «Роботы должны быть спроектированы и сконструированы таким образом, чтобы обнаженные острые края, острые углы и опасные выступы были уменьшены, насколько это практически возможно».

Также в проекте международного стандарта приведено исчерпывающее описание с иллюстрациями терминов пространств робота в целях безопасности и др.

ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В проекте международного стандарта конкретизирован раздел «Информация по использованию», что увеличило его объем более чем в три раза. Определен состав информации по использованию:

- описания сигнальных и предупреждающих устройств;
- описания маркировки, знаков (предупреждающих табличек) и письменных предупреждений;
- сопроводительных документов (например, инструкции по эксплуатации).

Определены обязательные разделы руководства пользователя, имеющие существенное значение для безопасного использования робота:

- общие сведения;
- идентификация;
- использование по назначению;
- установка;
- остановка;
- ввод в эксплуатацию и программирование;
- эксплуатация и настройка;
- сингулярность;
- опасная энергия;
- движение без привода;
- информационная безопасность;
- функциональная безопасность;
- мобильные пульта;
- интеграция в роботизированную систему;
- техническое обслуживание;
- защита от поражения электрическим током;
- нештатные и аварийные ситуации;
- погрузочно-разгрузочные работы, подъем и транспортировка.

Таким образом установлено, что в международном стандарте ISO/DIS 10218-1.2:

1. Уточнена область применения стандарта по безопасности роботов путем исключения определенных объектов и объективных сторон применения роботов «В настоящем стандарте рассматриваются все существенные опасности, опасные ситуации или опасные события при использовании по назначению и в определенных условиях неправильного использования, которые производитель разумно предвидит».
2. Уточнены термины и определения. В целях устранения неопределенностей в существующем стандарте по безопасности указано: «Настоящий стандарт не применим к непромышленным роботам, хотя основные принципы безопасности, установленные в ИСО 10218, могут быть использованы для других типов роботов», объединены формально разделенные термины «промышленный ро-

бот, робот», «роботизированная система, промышленная роботизированная система», «применение робота, применение промышленного робота» и др.

3. В связи с конкретизацией области применения стандарта расширен список определяемых терминов с 36 до 69 позиций. Введены новые термины и уточнены существующие. Термины разделены на группы, классификация которых качественно отличается.
4. В разделе «Требования к конструкции и защитные меры» детально уточнены функциональные объекты. Выделены требования непосредственно к конструкции, управлению роботом, функциям безопасности и др.
5. Раздел «Требования безопасности» уточнен как общими положениями, в ряде случаев включающими ссылки на связанные с ISO (например «Робот должен быть спроектирован в соответствии с принципами ИСО 12100 с учетом выявленных опасностей»), так и конкретными требованиями («чтобы обнаженные острые края, острые углы и опасные выступы были уменьшены, насколько это практически возможно»).
6. В целях большей детализации требований безопасности включены требования, отсутствовавшие в предыдущем ГОСТе. Предыдущая редакция: «Существенные опасности, такие как острые края, не рассмотрены в настоящем стандарте», новая редакция: «Роботы должны быть спроектированы и сконструированы таким образом, чтобы обнаженные острые края, острые углы и опасные выступы были уменьшены, насколько это практически возможно». Кроме того, конкретизированы термины пространств робота в целях безопасности и др.
7. Конкретизирован раздел «Информация по использованию», что увеличило его объем более чем в три раза. Определены обязательные разделы руководства пользователя, имеющие существенное значение для безопасного использования робота: «сингулярность», «опасная энергия» и др.
8. Развитие стандарта по безопасности роботов направлено на максимальное расширение охвата области стандартизации и одновременно на конкретизацию аспектов безопасности.

В заключение следует отметить, что развитие требований к стандартам по безопасности роботов направлено на максимальное расширение охвата области стандартизации и одновременно на конкретизацию аспектов безопасности, основанных на опыте эксплуатации роботов [9, 10]. Авторам представляется необходимым дальнейшее проведение исследований новых редакций международных стандартов, содержащих термины и определения. Обнаруженные различия с действующими международными и национальными стандартами помогут привести терминологическую базу в соответствие с принципами стандартизации.

Список использованных источников и литературы

1. ISO 10218-1:2011. Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Part 1: Robots [Текст]. Введ. 2011-07-01. ISO, 2011. 50 с.
2. Будкин Ю.В., Таллер С.Л., Князев А.В. Совершенствование общетехнических систем межгосударственных стандартов на базе современных информационных технологий // Технология машиностроения. 2019. № 4. С. 57–66.
3. Горшков А.В., Исаков О.А., Стреха А.А. О стандартизации терминологии в отрасли «информационные технологии» // Транспортное дело России. 2013. № 4. С. 108–112.
4. ГОСТ Р 60.1.2.1-2016/ИСО 10218-1:2011. Роботы и робототехнические устройства. Требования по безопасности для промышленных роботов. Ч. 1. Роботы [Текст]. Введ. 2018-01-01. – М.: Стандартиформ, 2018. 46 с.
5. ISO/DIS 10218-1.2. Robotics – Safety requirements – Part 1: Industrial robots [Текст]. ISO, 2021. 106 с.
6. ГОСТ Р 60.0.0.4-2019/ИСО 8373:2012. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения. [Текст]. Введ. 2019-09-01. – М.: Стандартиформ, 2019. 32 с.
7. ГОСТ Р ИСО 10241-1-2013. Терминологические статьи в стандартах. Ч.1. Общие требования и примеры представления. [Текст]. Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартиформ, 2015. 54 с.
8. ГОСТ ISO 12100-2013. Безопасность машин. Основные принципы конструирования. Оценки риска и снижения риска [Текст]. Введ. 2015-01-01. – М.: Стандартиформ, 2015. 75 с.
9. Будкин Ю.В., Шолкин В.Г. Вызовы мировой экономики и новая стратегия развития стандартизации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 5 (63). С. 4–7.
10. Лапа М.В., Кравцова С.Е., Малов А.В. Особенности стандартизации в сфере морской робототехники // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 6 (58). С. 99–108.

NEW APPROACHES TO ENSURING THE SAFETY OF ROBOTS IN AN INDUSTRIAL ENVIRONMENT

Anisimov N.R., Ph. D. in Physical and Mathematical Sciences, FSBI «RST»

Frolov V.A., Ph. D. in Technical Science, Professor, FSBI «RST»

Budkin Y.V., Ph. D. in Technical Science, FSBI «RST»

Knyazev A.V., postgraduate, MIREA

Currently, the safety requirements for industrial robots are regulated by GOST R 60.1.2.1–2016/ISO 10218–1:2011 identical to the international standard ISO 10218–1:2011. Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Part 1: Robots. However, the expansion of the fields of application of robots and robotic systems, as well as the accumulation of experience in their safe use, has led to the need to revise approaches to establishing appropriate safety requirements in regulatory documents. The article discusses the aspects of applying the terminological base on safety for robots and analyzes the compliance of the terminological base in the current national standards with the current international standards, as well as the requirements for the safety of the design of robots and robotic devices, the composition of information for the user.

Keywords: robotics, mechanical engineering, standardization, terminology, security

References

1. ISO 10218–1:2011. Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Part 1: Robots. [Text]. Enter.2011–07–01. ISO, 2011. 50 p.
2. Budkin Yu.V., Taller S.L., Knyazev A.V. Improvement of general technical systems of interstate standards on the basis of modern information technologies // Technology of mechanical engineering. 2019. No. 4. pp. 57–66.
3. Gorshkov A.V., Isakov O.A., Strekha A.A. On standardization of terminology in the field of «information technologies» // Transport business of Russia. 2013. No. 4. pp. 108–112.
4. GOST R 60.1.2.1–2016/ISO 10218–1:2011. Robots and robotic devices. Safety requirements for industrial robots. Part 1. Robots. [Text]. Enter. 2018–01–01. Moscow, Standartinform Publ., 2018. 46 p. (In Russian)
5. ISO/DIS 10218–1.2. Robotics – Safety requirements – Part 1: Industrial robots [Text]. ISO, 2021. 106 p.
6. GOST R 60.0.0.4–2019/ISO 8373:2012 Robots and robotic devices. Terms and definitions. [Text]. Enter. 2019–09–01. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 32 p. (In Russian)
7. GOST R ISO 10241–1–2013 Terminological entries in standards. Part 1. General requirements and examples of presentation. [Text]. Enter. 2015–01–01. Moscow, Standartinform Publ., 2015. 54 p. (In Russian)
8. GOST ISO 12100–2013 Safety of machine tools. General principles for design. Risk assessment and risk reduction. [Text]. Enter. 2015–01–01. Moscow, Standartinform Publ., 2015. 75 p. (In Russian)
9. Budkin Yu.V., Sholkin V.G. Challenges of the global economy and a new strategy for the development of standardization// Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2021. No. 5 (63). P. 4–7.
10. Lapa M.V., Kravtsova S.E., Malov A.V. Features of standardization in the sphere of marine robotics // Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2020. No. 6 (58). P. 99–108.

РАЗВИТИЕ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ НОВОЙ МОДЕЛИ ЦИФРОВОГО УНИВЕРСИТЕТА

Тихомирова В.Д., соискатель, старший преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»¹

Рассмотрены актуальные вопросы в сфере разработки и стандартизации новой модели цифрового университета как одного из ключевых компонентов формирования национальной цифровой научно-образовательной среды. Проанализированы основополагающие международные и национальные стандарты в области информационно-коммуникационных технологий в образовании, а также их применение с учетом сквозных цифровых технологий. Сформирован профиль требований для создания концептуальной модели цифрового технологического университета на основе современных подходов к структуре и моделям управления цифровым университетом. Акцентировано внимание на вопросах стандартизации терминологии и построения профиля требований к модели цифрового университета на основе национальных, межгосударственных и международных стандартов. Модель цифрового университета отражает взаимодействие процессов управления образовательной, научно-исследовательской деятельностью, а также управление качеством процессов, продукции и услуг. Выделены основные направления для развития национальной стандартизации в области цифровизации научно-образовательной среды с учетом сквозных цифровых технологий.

Ключевые слова: цифровая научно-образовательная среда, цифровая трансформация, цифровой университет, интеграция, стандартизация.

Накопленный опыт ведущих отечественных и зарубежных университетов и компаний показывает, что цифровая трансформация образовательной организации позволяет реализовать переход от прикладных решений по использованию информационных технологий к качественному изменению основных процессов ее деятельности [1–6]. Под влиянием процесса цифровизации возникает необходимость в создании единой цифровой научно-образовательной среды, представляющей собой инфраструктуру для общего пользования в области образования и науки с доступом пользователей к различным высокотехнологичным технологиям и знаниям. Реализация новых образовательных программ сквозной подготовки стимулирует переход от концепции традиционных университетов к понятию цифровой университет. Модель цифрового университета рассматривается как совокупность основных уровней управления процессами организации и жизненным циклом процессов образовательной деятельности с учетом программных сред реализации и нормативной базы. Внедрение цифровых технологий в образовательный процесс сформировало потребность в создании и развитии комплекса стандартов в области информационно-коммуникационных технологий в образовании (ИКТО). Деятельность созданного в 2004 г. технического комитета по стандартизации № 461 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» (ТК 461) уже более 15 лет направлена на разработку и внедрение комплекса стандартов для формирования единой образовательной среды. На дан-

ный момент разработано свыше 50 стандартов, более 10 находятся в стадии проекта. В условиях перехода к цифровой экономике ТК 461 начал работу по разработке стандартов в области стандартизации цифровых инструментов, подходов и моделей цифрового развития социально-экономической среды.

ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА СТАТЬИ

Проанализированы публикации [1–5] в области процессов перехода от основ традиционного университета к цифровому, освещены аспекты процедур оценки качества [6] и методов повышения качества цифровых платформ [7]. Представлены методы развития компетенций [8] и применение онлайн-обучения в образовательном процессе [9–13], а также использование современных технологий и цифровых сервисов [14–17]. Однако для обеспечения комплексного подхода построения, внедрения и эксплуатации систем цифрового университета необходимо применение стандартов. Развитие стандартизации в области информационно-коммуникационных технологий, нацеленных на формирование национальной цифровой научно-образовательной среды, является одним из направлений цифровой экономики. При формировании цифровой научно-образовательной среды необходимо соблюдать требования комплекса национальных стандартов в области информационно-коммуникационных технологий в образовании (см. рис.1).

¹ Работа выполнена под научным руководством д-ра техн. наук, проф. Б.М. Позднеева.

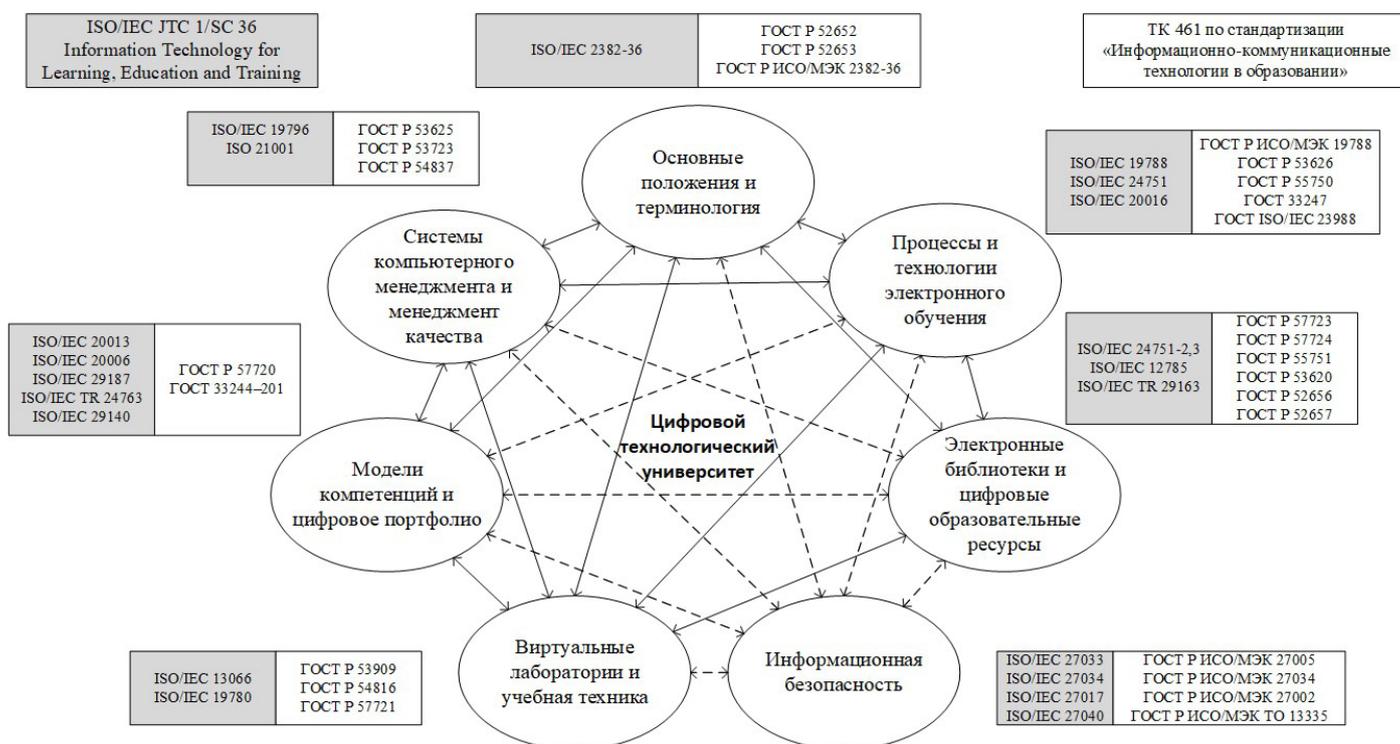


Рис. 1. Структура и взаимосвязь международных и национальных стандартов в сфере цифровизации образования

Членами-экспертами ТК 461 ведется активная работа по разработке международных стандартов в области технологий электронного обучения, цифровых образовательных ресурсов, учебной техники, развития компетенций и обеспечения качества [18].

Создание новой модели цифрового университета требует гармонизации терминологии в области ИКТО, а также развития национальных стандартов, отражающих основные функциональные составляющие цифровой научно-образовательной среды.

Анализ требований и оценка текущего состояния позволит университетам оценить уровень своей цифровой зрелости. Оценка цифровой зрелости позволит оценить готовность кадров и процессов основной и вспомогательной деятельности к цифровой трансформации, рассмотреть уровень аналитики и качества существующих данных и инфраструктуры для перехода к принципам цифрового университета. Построение единой научно-образовательной среды позволит перевести взаимодействие университетов на качественно новый уровень, предоставит доступ к данным и инфраструктуре в режиме реального времени с обеспечением необходимого уровня безопасности, на различных типах устройств. Разработка национальных стандартов выполнена с учетом приоритетных задач национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», федеральных проектов «Нормативное регулирование цифровой среды», «Инфор-

мационная инфраструктура» и «Кадры для цифровой экономики» [19].

Апробация цифровой научно-образовательной среды способствовала развитию новой системы стандартов «Цифровая научно-образовательная среда», учитывающей лучшие отечественные и зарубежные практики в области системного развития сферы образования и науки. В 2021 году были представлены три национальных стандарта:

- ГОСТ Р 59869–2021 Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Интеллектуальные системы обучения. Общие положения, требования которого предназначены для организаций, применяющих методы искусственного интеллекта и менеджмента знаний в образовательных целях;
- ГОСТ Р 59870–2021 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Цифровой университет. Общие положения», который является важным компонентом формирования цифровой научно-образовательной среды;
- ГОСТ Р 59871–2021 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Цифровая научно-образовательная среда. Общие положения», требования которого обеспечивают возможность для унификации применяемых технических, технологических и органи-

зационных решений на основе концептуальной модели цифровой научно-образовательной среды. Цифровая среда должна состоять как из основных сегментов (образовательный, академической науки, инженерии знаний), так и включать различные активы (государственные информационные ресурсы, электронные библиотеки, открытые онлайн-курсы).

Согласно ГОСТ Р 59871–2021 цифровой университет является инновационной формой организации управления образовательной организацией, основанной на системном применении сквозных цифровых технологий, обеспечении цифровой трансформации, интеграции и интероперабельности автоматизированных систем. Реализация проекта позволила заложить нормативно-техническую базу для формирования перспективной цифровой научно-образовательной среды. Следующим шагом является актуализация и гармонизация терминологической базы в области цифровизации образовательных технологий для обеспечения унификации создаваемых концептуальных моделей и архитектуры цифрового университета.

Интеграция образования и промышленности является одним из первостепенных вопросов стандартизации, так как работа в цифровой среде будет способствовать формированию цифровых компетенций у обучающихся [20–22]. Создание единой среды, в которой университеты смогут вести образовательную деятельность с применением цифровых платформ, а представители промышленного сектора проводить виртуальные эксперименты, виртуальные экскурсии по предприятиям в рамках практик, стажировок, лабораторных и практических работ, позволит готовить специалистов для восполнения кадровых пробелов на промышленных предприятиях. Технологическая платформа, реализующая функционирование цифрового университета должна включать интегрированную систему управления и техническую сеть, обеспечивающих внутреннюю и внешнюю интероперабельность систем экосистемы. На рис. 2 представлена концептуальная модель цифровой среды взаимодействия образовательного и промышленного секторов для достижения общей цели – подготовки специалистов, которые смогут адаптироваться к текущим изменениям производственных процессов.



Рис. 2. Концептуальная модель единой цифровой среды университетов и промышленных предприятий

Функционирование системы цифрового университета основано на применении стратегического менеджмента, методов управления знаниями, основанных на принципах искусственного интеллекта, аналитики больших данных, беспроводных широкополосных сетей и методов управления результатами интеллектуальной деятельности. Для обеспечения связи компонентов системы должно быть обеспечено взаимодействие на четырех уровнях: техническом, семантическом, организационном и нормативно-правовом.

Одним из направлений развития модели цифрового университета является создание Виртуального машиностроительного университета, реализуемого на базе МГТУ «СТАНКИН» на основе применения отечественных платформ, программного обеспечения и средств обработки данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Представленные проекты национальных стандартов, а также модель цифрового университета являются одним из приоритетных направлений в области цифровой трансформации и развития научно-образовательной среды и социально-экономической сферы в целом.

2. На основе общетехнических стандартов в области ИКТО и новой системы стандартов «Цифровая научно-образовательная среда» целесообразна разработка профиля требований к системам цифрового университета как в общем, так и в частном виде, отражающим потребности конкретной группы университетов в стандартизации применения конкретных цифровых технологий в образовательной, научной и управленческой деятельности.

3. Представленная в новом стандарте ГОСТ Р 59871–2021 концептуальная модель цифрового университета имеет универсальный характер и должна быть расширена, адаптирована и доработана с учетом внутреннего и внешнего взаимодействия сегментов сети университета с цифровой научно-образовательной средой. Таким образом возникает необходимость в дальнейшей разработке стандартов, включающих функциональное моделирование операционной, управленческой и других видов деятельности университетов при переходе от традиционного к цифровому подходу системного функционирования университета.

Список использованных источников и литературы

1. Жуковская И.Е. Основные тренды совершенствования деятельности высшего учебного заведения в условиях цифровой трансформации // Открытое образование. 2021. 25 (3). С. 15–25. DOI: 10.21686/1818-4243-2021-3-15-25.
2. Пак Н.И. Ментальный подход к цифровой трансформации образования // Открытое образование. 2021. 25 (5). С. 4–14. DOI: 10.21686/1818-4243-2021-5-4-14.
3. Карамзина А.Г. Современные информационные технологии в образовательном процессе технического университета // Информационные технологии. 2020. Т. 26. № 6. С. 368–376.
4. Кузина Г.П. Концепция цифровой трансформации классического университета в «цифровой университет» // E-Management. – 2020. Т. 3. № 2. С. 89–96. DOI: 10.26425/2658-3445-2020-2-89-96.
5. Habib, M.N., Jamal, W., Khalil, U. et al. Transforming universities in interactive digital platform: case of city university of science and information technology // Educ Inf Technol 2021. № 26. Pp. 517–541. DOI: 10.1007/s10639-020-10237-w.
6. Гарин А.В. Направления повышения качества цифровых платформ на основе интеграции // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2021. № 3 (61). С. 113–116.
7. Измайлова М., Корнева Е. Интеграция процедур независимой оценки качества образования: проблемы и решения // Стандарты и качество. 2020. 12 (1002). С. 84–87.
8. Сутягин М.В. Развитие корпоративных компетенций с использованием системы электронного обучения // Информатизация образования и науки. 2020. № 2 (46). С. 117–126.
9. Шамсутдинова Т.М. Формирование индивидуальной образовательной траектории в адаптивных системах управления обучением // Открытое образование. 2021. 25 (6). С. 36–44. DOI: 10.21686/1818-4243-2021-6-36-44.
10. Косова Е.А. Стандартизация доступности веб-контента // Открытое образование. 2020. 24 (3). С. 12–23. DOI: 10.21686/1818-4243-2020-3-12-23.
11. Вишнеков А.В., Ерохина Е.А., Иванова Е.М. Опыт применения цифровых технологий при переходе базового университетского образования на онлайн-формат обучения // Информационные технологии. 2021. Т. 27. № 9. С. 494–502.
12. Адамова Ю.С., Иванова Т.В., Тихомирова В.Д. Информационная поддержка образовательных процессов при переходе к цифровому университету // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 72–1. С. 107–110.
13. Авдошин С.М., Чернов А.В., Песоцкая Е.Ю. Сервис цифрового контента для удаленного обучения // Информационные технологии. 2020. Т. 26. № 9, С. 529–537.

14. Абрамов А.Г., Гончар А.А., Евсеев А.В., Шабанов Б.М. Национальная исследовательская компьютерная сеть нового поколения: текущее состояние и концепция развития // Информационные технологии. 2021. Т. 27. № 3. С. 115–123.
15. Сидняев Н.И., Бутенко Ю.И., Болотова Е.Е. Логическая модель требований информационно-системной надежности для баз знаний интеллектуальных систем // Программная инженерия. 2020. Т. 11. № 4. С. 195–204.
16. Крюкова Е.С., Парашук И.Б. Программное средство для моделирования смены состояний показателя качества электронной библиотеки: метод определения ключевых элементов модели // Программная инженерия. 2020. Т. 11. № 3. С. 177–182.
17. Greener, S. Student wellbeing in the learning zone // Interactive Learning Environments, 2020. 28 (7). Pp. 806–807. DOI: 10.1080/10494820.2020.1832718
18. Позднеев Б., Сутягин М., Куприяненко И., Зуев В., Тихомирова В., Шароватов В. Работа ТК по стандартизации // Стандарты и качество. 2020. № 3. С. 38–41.
19. Позднеев Б. М., Куприяненко И. А., Овчинников П. Е. Развитие национальной и международной стандартизации ИКТ в условиях перехода к цифровой экономике и цифровому образованию // ИТ-Стандарт. 2019. № 1 (18). С. 36–44.
20. Позднеев Б.М., Сутягин М.В., Тихомирова В.Д., Адамова Ю.С. Обоснование концептуальной модели и профиля стандартов для создания архитектуры цифрового технологического университета // Вестник МГТУ «СТАНКИН». 2019. № 3 (50). С. 97–102.
21. Сутягин М.В. Управление цифровой средой образовательной организации на основе стандартов // Информатизация образования и науки. 2019. № 3 (43). С. 137–147.
22. Адамова Ю.С., Иванова Т.В., Тихомирова В.Д. Стандартизация как основа оценки качества процессов построения цифрового университета // Изб. науч. тр. XX Международной научно-практической конференции «Управление качеством». – М.: ПРОБЕЛ-2000, МАИ, 2021. С. 18–22.

DEVELOPMENT AND STANDARDIZATION OF A NEW DIGITAL UNIVERSITY MODEL

Tikhomirova V.D., applicant, senior lecturer, MSTU STANKIN

The article discusses the development of standardization in the field of information and communication technologies aimed at the formation of a national digital scientific and educational environment as one of the areas of the digital economy. The author analyzes the fundamental international and national standards in the field of information and communication technologies in education, as well as their application, taking into account end-to-end digital technologies. A profile of requirements was formed to create a conceptual model of a digital technological university integrated into a digital scientific and educational environment. Developed model of a digital machine-building university, implemented on the basis of MSTU «STANKIN». This model reflects the interaction of educational and research management processes, as well as quality management of processes, products and services. The main directions for the development of national standardization in the field of digitalization of the scientific and educational environment are highlighted, taking into account end-to-end digital technologies.

Keywords: digital scientific and educational environment, digital transformation, digital university, integration, standartization.

References

1. Zhukovskaya I.E. Osnovnye trendy sovershenstvovaniya deyatel'nosti vysshego uchebnogo zavedeniya v usloviyah cifrovoj transformacii. [The Main Trends in Improving the Activities of a Higher Educational Institution in the Context of Digital Transformation] // Otkrytoe obrazovanie. 2021. 25 (3), Pp. 15–25. DOI: 10.21686/1818-4243-2021-3-15-25.
2. Pak N.I. Mental'nyj podhod k cifrovoj transformacii obrazovaniya. [A Mental Approach to Digital Transformation of Education] // Otkrytoe obrazovanie. 2021. 25 (5). Pp. 4–14. DOI: 10.21686/1818-4243-2021-5-4-14.
3. Karamzina A.G. Sovremennye informacionnye tekhnologii v obrazovatel'nom processe tekhnicheskogo universiteta. [Modern information technologies in the educational process of a technical university] // Informacionnye tekhnologii. 2020. Vol. 26. № 6. Pp. 368–376.
4. Kuzina, G. P. Konceptiya cifrovoj transformacii klassicheskogo universiteta v «cifrovoj universitet» [The concept of digital transformation of a classical university into a «digital university»] // E-Management. – 2020. Vol. 3. № 2. Pp. 89–96. – DOI: 10.26425/2658-3445-2020-2-89-96.
5. Habib, M.N., Jamal, W., Khalil, U. et al. Transforming universities in interactive digital platform: case of city university of science and information technology // Educ Inf Technol 2021. № 26. Pp. 517–541. DOI: 10.1007/s10639-020-10237-w.
6. Garin, A. V. Napravleniya povysheniya kachestva cifrovyyh platform na osnove integracii. [Directions for improving the quality of digital platforms based on integration] // Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya. – 2021. № 3 (61). Pp. 113–116.
7. Izmajlova M., Korneva E. Integraciya procedur nezavisimoy ocenki kachestva obrazovaniya: problemy i resheniya. [Integration of procedures for independent assessment of the quality of education: problems and solutions] // Standarty i kachestvo. 2020. 12 (1002). Pp. 84–87.
8. Sutyagin M.V. Razvitiye korporativnyh kompetencij s ispol'zovaniem sistemy elektronnoho obucheniya. [Development of corporate competencies using the e-learning system] // Informatizaciya obrazovaniya i nauki. 2020. № 2 (46). Pp. 117–126.
9. Shamsutdinova T.M. Formirovanie individual'noj obrazovatel'noj traektorii v adaptivnyh sistemah upravleniya obucheniem. [Formation of Individual Educational Trajectory in Adaptive Learning Management Systems] // Otkrytoe obrazovanie. 2021. 25 (6). Pp. 36–44. DOI: 10.21686/1818-4243-2021-6-36-44.
10. Kosova E.A. Standartizaciya dostupnosti veb-kontenta. [Standardization of Web Content Accessibility] // Otkrytoe obrazovanie. 2020. 24(3). Pp. 12–23. DOI: 10.21686/1818-4243-2020-3-12-23.
11. Vishnekov A.V., Erohina E.A., Ivanova E.M. Opyt primeneniya cifrovyyh tekhnologij pri perekhode bazovogo universitetskogo obrazovaniya na onlajn-format obucheniya. [Experience in the use of digital technologies in the transition of basic

- university education to an online learning format] // *Informacionnye tekhnologii*, 2021. Vol. 27. № 9. Pp. 494–502.
12. Adamova Yu.S., Ivanova T.V., Tihomirova V.D. Informacionnaya podderzhka obrazovatel'nyh processov pri perekhode k cifrovomu universitetu. [Information support of educational processes in the transition to a digital university] // *Recenziruemyj nauchnyj zhurnal Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*. 2021. № 72–1. Pp. 107–110.
 13. Avdoshin S.M., Chernov A.V., Pesockaya E.YU. Servis cifrovogo kontenta dlya udalennogo obucheniya. [Digital content service for distance learning] // *Informacionnye tekhnologii*. 2020. Vol. 26. № 9. Pp. 529–537.
 14. Abramov A.G., Gonchar A.A., Evseev A.V., Shabanov B.M. Nacional'naya issledovatel'skaya komp'yuternaya set' novogo pokoleniya: tekushchee sostoyanie i koncepciya razvitiya. [National research computer network of new generation: current state and development concept] // *Informacionnye tekhnologii*, 2021. Vol. 27. № 3. Pp. 115–123.
 15. Sidnyaev N.I., Butenko YU.I., Bolotova E.E. Logicheskaya model' trebovanij informacionno-sistemnoj nadezhnosti dlya baz znaniy intellektual'nyh sistem. [Logical model of information and system reliability requirements for knowledge bases of intelligent systems] // *Programmnyaya inzheneriya*. 2020. Vol. 11. № 4. Pp. 195–204.
 16. Kryukova E.S., Parashchuk I.B. Programmnoe sredstvo dlya modelirovaniya smeny sostoyanij pokazatelya kachestva elektronnoj biblioteki: metod opredeleniya klyuchevyh elementov modeli. Programmnyaya inzheneriya. [Software tool for modeling the change of states of the digital library quality indicator: a method for determining the key elements of the model] // *Software engineering*. 2020. Vol. 11. № 3. Pp. 177–182.
 17. Greener, S. Student wellbeing in the learning zone // *Interactive Learning Environments*, 2020. 28 (7). Pp. 806–807. DOI: 10.1080/10494820.2020.1832718.
 18. Pozdneev B., Sutyagin M., Kupriyanenko I., Zuev V., Tihomirova V., Sharovатов V. Rabota TK po standartizacii. [The work of the TC on standardization] // *Standarty i kachestvo*. 2020. № 3. Pp. 38–41.
 19. Pozdneev B. M., Kupriyanenko I. A., Ovchinnikov P. E. Razvitie nacional'noj i mezhdunarodnoj standartizacii IKT v usloviyah perekhoda k cifrovoj ekonomike i cifrovomu obrazovaniyu. [Development of national and international ICT standardization in the context of the transition to a digital economy and digital education] // *IT-Standart*. 2019. № 1 (18). Pp. 36–44.
 20. Pozdneev B.M., Sutyagin M.V., Tihomirova V.D., Adamova YU.S. Obosnovanie konceptual'noj modeli i profilya standartov dlya sozdaniya arhitektury cifrovogo tekhnologicheskogo universiteta. [Substantiation of the conceptual model and profile of standards for creating the architecture of a digital technological university] // *Vestnik MGTU «STANKIN»*. 2019. № 3 (50). Pp. 97–102.
 21. Sutyagin M.V. Upravlenie cifrovoj sredoj obrazovatel'noj organizacii na osnove standartov. [Management of the digital environment of an educational organization based on standards] // *Informatizaciya obrazovaniya i nauki*. 2019. № 3 (43). Pp. 137–147.
 22. Adamova YU.S., Ivanova T.V., Tihomirova V.D. Standartizaciya kak osnova ocenki kachestva processov postroeniya cifrovogo universiteta [Standardization as a basis for assessing the quality of the processes of building a digital university] // *Izbrannye nauchnye trudy XX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Upravlenie kachestvom»* [Selected scientific works of the XX International Scientific and Practical Conference «Quality Management»]. – M.: PROBEL-2000, MAI, 2021. Pp. 18–22.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПРОГРАММЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В СФЕРЕ ТУРИЗМА И СОПУТСТВУЮЩИХ УСЛУГ¹

Куприков Н.М., канд. техн. наук, директор АНО Научно-информационный центр «Полярная инициатива», ст. науч. сотр. Института 9 МАИ (НИУ)

Доронин Д.О., заместитель директора АНО Научно-информационного центра «Полярная инициатива»

Куприкова Е.М., техник АНО Научно-информационный центр «Полярная инициатива», студент химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова

Екимов А.И., руководитель аппарата АНО Научно-информационного центра «Полярная инициатива»

Куприков М.Ю., д-р техн. наук, научный руководитель АНО Научно-информационного центра «Полярная инициатива», зав. кафедрой 904 МАИ (НИУ)

В статье рассматриваются вопросы состояния фонда стандартов в сфере туризма и сопутствующих услуг, планирования разработки документов по стандартизации в данной области на среднесрочную перспективу. Отмечается, что значительная часть документов по стандартизации в области туризма носит общий характер, в них не раскрываются вопросы оказания услуг туристам и экскурсантам. Авторы анализируют документы технического комитета Международной организации по стандартизации ИСО. Сформулированы рекомендации для формирования программы работ технического комитета по стандартизации 401 «Туризм и сопутствующие услуги» и перспективной (отраслевой) программы по стандартизации в сфере туризма и сопутствующих услуг. Отмечается несоответствие документальной базы современным реалиям национальной экономики и эффективного государственного регулирования. Обращается внимание на необходимость своевременной экспертной оценки соответствия предусмотренных в документах по стандартизации требований установленным в актуальных международных стандартах.

Ключевые слова: туризм, документы по стандартизации, стандарты.

В 2021 году в системе технических комитетов по стандартизации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии появился технический комитет по стандартизации № 401 «Туризм и сопутствующие услуги» (далее – ТК 401) [1].

Создание данного технического комитета по инициативе Федерального агентства по туризму было обусловлено необходимостью проведения качественной ревизии действующих документов по стандартизации, устанавливающих требования и порядок оказания туристских услуг.

Необходимо отметить, что ТК 401 является «зеркальным» по отношению к техническому комитету Между-

народной организации по стандартизации ИСО «Туризм и сопутствующие услуги» (Tourism and related services – ISO/TC 228).

Можно выделить следующие направления деятельности, осуществляемой ТК 401:

- формирование общих требований и утверждение их в виде нормативов;
- актуализация фонда стандартов в сфере туризма и сопутствующих услуг в целях повышения их качества;
- создание безопасных и доступных условий для экотуризма;
- формирование сертификационного базиса (доказа-

¹ Исследование частично финансируется Министерством науки и высшего образования Российской Федерации в рамках программы Исследовательского центра мирового уровня «Передовые цифровые технологии» (контракт № 075-15-2020-934 от 17.11.2020).

тельной базы) для подтверждения соответствия туристских услуг и продуктов;

- представительство интересов России в техническом комитете Международной организации по стандартизации «Туризм и сопутствующие услуги» (Tourism and related services – ISO/TC 228);
- содействие развитию новых видов туризма (сельский, промышленный, экотуризм и иных);
- другие задачи, содействующие исполнению Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2019 года № 2129-р) [2].
- деятельность ТК 401 имеет под собой необходимую экспертную основу, поскольку в его состав входит более 30 организаций, среди которых:
 - поставщики туристских услуг и продуктов;
 - заинтересованные федеральные органы исполнительной власти;
 - организации – разработчики документов по стандартизации;
 - организации, имеющие органы по сертификации или ведущие системы по сертификации услуг и продукции.

Как уже отмечалось, первоначальная ключевая задача для формирования программы работ вновь созданного технического комитета – анализ фонда ранее разработанных действующих и отмененных документов национальной системы стандартизации.

В фонд стандартов, отнесенных к деятельности ТК 401, входят национальные стандарты, разработанные ранее техническими комитетами по стандартизации:

- 199 «Туристские услуги и услуги средств размещения»;
- 342 «Услуги населению»;
- 035 «Услуги в области любительского дайвинга».

Указанные технические комитеты прекратили свою деятельность либо сократили разработку документов национальной системы стандартизации по направлению туристских услуг.

Авторы данной статьи проанализировали 54 документа национальной системы стандартизации в сфере туризма и сопутствующих услуг и 50 международных стандартов, разработанных в рамках деятельности технического комитета Международной организации по стандартизации «Туризм и сопутствующие услуги» (Tourism and related services – ISO/TC 228).

В рамках анализа рассматривались:

- статус действия документа по стандартизации;
- информация о сроке действия документа по стандартизации;

- статус гармонизации документа национальной системы стандартизации в сфере туризма и сопутствующих услуг и международного стандарта.

Кроме того, были рассмотрены документы технического комитета Международной организации по стандартизации «Туризм и сопутствующие услуги» (Tourism and related services – ISO/TC 228), а также часть действующих региональных стандартов CEN/CENELEC.

СОСТОЯНИЕ ФОНДА ТК 401 ПО ИТОГАМ АНАЛИЗА

По результатам анализа выяснилось, что действующих документов национальной системы стандартизации в сфере туризма и сопутствующих услуг – 45, действующих международных стандартов – 36.

Показатели гармонизации проанализированных национальных стандартов по отношению к международным:

- 24% идентичны актуальным версиям международных стандартов;
- 2% модифицированы;
- 2% неэквивалентны;
- 15,5% идентичны устаревшим версиям международных стандартов;
- 55,5% не имеют действующего международного аналога.

В настоящее время в разработке ISO/TC 228 находится 11 проектов международных стандартов.

В проанализированном фонде действующих национальных стандартов не представлены документы по новым направлениям туризма (промышленного, сельского, экотуризма, студенческого).

При этом отменен национальный стандарт, определяющий требования к средствам размещения. Слабо представлена тематика экологического туризма (всего два документа).

Еще одна важная задача – определение научно-технического уровня национальных стандартов, отнесенных к фонду документов ТК 401.

В соответствии с п. 23 основополагающего национального стандарта ГОСТ Р 1.12–2020 «Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения» под оценкой научно-технического уровня стандарта понимают «определение полноты требований стандарта или его проекта и степени их соответствия мировому уровню развития науки и техники, в том числе сравнение этих требований с требованиями аналогичного международного стандарта, региональных стандартов и (или) национальных стандартов экономически развитых стран» [3].

В настоящее время не существует закреплённой в документах национальной системы стандартизации методики оценки научно-технического уровня стандарта.

Вместе с тем исходя из установленного ГОСТ Р 1.12–2020 определения указанного понятия данная категория подразумевает экспертную оценку соответствия предусмотренных документом требований требованиям, установленным в актуальных международных стандартах, а также соответствие современным реалиям национальной экономики и государственного регулирования.

Таким образом, данная оценка может быть выражена в дихотомии экспертного заключения с характерными оценками: «соответствует» и «не соответствует».

Проанализировано 55 документов национальной системы стандартизации, в том числе с учетом положений федерального закона Российской Федерации от 24.11.1996 № 132–ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам анализа выявлено несоответствие положений 39 документов требованиям, установленным в действующих международных стандартах, а также современным реалиям национальной экономики и государственного регулирования.

Подтверждено соответствие 16 документов национальной системы стандартизации.

Основные задачи по актуализации фонда национальных стандартов заключаются в следующем:

- привести в соответствие с Федеральным законом от 20.04.2021 № 93-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации»;
- привести в соответствие с Федеральным законом от 09.03.2021 № 45-ФЗ «О внесении изменений в статьи 3–1 и 3–3 Федерального закона «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации»;
- привести в соответствие с Федеральным законом от 24.03.2021 № 48-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации»;
- актуализировать терминологический аппарат;
- обеспечить сопряжение с существующими лучшими практиками отрасли и в целях формирования «инструментов бенчмаркинга туристических услуг и инфраструктуры».

Следует отметить, что значительная часть документов по стандартизации в области туризма носит общий характер, в них не раскрываются основные вопросы оказания услуг туристам и экскурсантам [5]. Вопросы выбора и определения способов, форм и методов туристского обслуживания предприниматели в области туризма решают самостоятельно, что нарушает единообразный подход к соблюдению стандартов туризма и гостеприимства. Поэтому предприятия (в отдельных случаях и регион в целом) самостоятельно разрабатывают стандарты, регулирующие порядок обслуживания туристов.

Таким образом, ряд национальных стандартов Российской Федерации в области туризма требуют пересмотра с учетом изменений в российском законодательстве в сфере туризма. В частности, необходимо ввести обязательную классификацию гостиниц, аттестацию экскурсоводов (гидов), гидов-переводчиков, инструкторов-проводников и т. д.

По итогам анализа можно сформулировать рекомендации для формирования программы работ ТК 401 и перспективной (отраслевой) программы по стандартизации в сфере туризма и сопутствующих услуг.

Представляется целесообразным включить в проект перспективной (отраслевой) программы стандартизации в сфере туризма до 2025 года работы по следующим направлениям:

- разработка комплексов стандартов для расширения фонда действующих документов национальной системы стандартизации в сфере туризма и сопутствующих услуг в целях нормативно-технического сопровождения развития новых видов туризма (промышленного, сельского, экотуризма, студенческого);
- расширение фонда стандартов в сфере экологического туризма, в том числе с учетом специфики особо охраняемых природных территорий России;
- разработка модифицированных и идентичных международным национальных стандартов в целях обеспечения их гармонизации;
- пересмотр действующих национальных стандартов, срок действия которых от пяти лет;
- подготовка предложений для проведения международных работ по стандартизации на основе задела, созданного при разработке национальных стандартов.

Кроме того, в программе необходимо учесть проведение работ по межгосударственной стандартизации для реализации в рамках МТК 199 «Туристская деятельность и услуги средств размещения».

Список использованных источников и литературы

1. Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22.03.2021 № 381 «Об организации деятельности технического комитета по стандартизации «Туризм и сопутствующие услуги».
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.09.2019 № 2129-р «Об утверждении Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года».
3. ГОСТ Р 1.12–2020 «Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения». – [Текст]. Введ. 2020-09-01 – М.: Стандартинформ, 2020. 12 с.
4. Федеральный закон Российской Федерации от 24.11.1996 № 132–ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации».
5. Заркуа Т.Р. Развитие теоретико-методического обеспечения процессов повышения качества туристской инфраструктуры // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2012. № 5 (9). С. 10–12.

NEW APPROACHES TO THE FORMATION OF A PROMISING STANDARDIZATION PROGRAM IN THE FIELD OF TOURISM AND RELATED SERVICES

Kuprikov N.M., Candidate of Technical Sciences, Director ANO Scientific and Information Center «Polar Initiative», Senior Researcher at the Institute 9 MAI (NRU)

Doronin D.O., Deputy Director ANO Scientific and Information Center «Polar Initiative»

Kuprikova E.M., Technician ANO Scientific and Information Center «Polar Initiative», student of the Chemical Faculty of Lomonosov Moscow State University

Ekimov A.I., Chief of Staff ANO Scientific and Information Center «Polar Initiative»

Kuprikov M.Yu., Doctor of Technical Sciences, Professor, Scientific supervisor, ANO Scientific and Information Center «Polar Initiative», Head of Department 904 MAI (NRU)

The article deals with the issues of the state of the fund of standards in the field of tourism and related services, the issues of planning the development of documents on standardization in the field of tourism and related services in the medium term. It is noted that a significant part of the documents on standardization in the field of tourism is of a general nature, while the issues of providing services to tourists and sightseers are not disclosed. Documents of the technical committee of the International Organization for Standardization are considered. Recommendations are formulated for the formation of the program of work of the technical committee for standardization of Rosstandart 401 and a promising (industry) program for standardization in the field of tourism and related services. There is a discrepancy between the documentary base and the modern realities of the national economy and effective state regulation. As a rule, the need for a timely expert assessment of the compliance of the requirements established in the standardization documents with the current international standards is formulated.

Keywords: tourism, standardization documents, standards.

References

1. Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology No. 381 dated March 22, 2021 «On the organization of the activities of the technical committee for standardization «Tourism and related services».
2. Decree of the Government of the Russian Federation dated September 20, 2019 No. 2129-r «On approval of the tourism development strategy in the Russian Federation for the period up to 2035».
3. GOST R 1.12–2020 «Standardization in the Russian Federation. Terms and Definitions». – Date of introduction 2020-09-01. – М.: Standartinform, 2020. 12 p.
4. Federal Law of the Russian Federation «On the basics of tourism activities in the Russian Federation» dated November 24, 1996 N 132-FZ.
5. Zarkua T.R. The development of theoretical and methodological support processes to improve the quality of tourism infrastructure // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2012. № 5 (9). Pp. 10–12.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНОЙ ПРОДУКЦИИ НА МНОЖЕСТВЕ ПРИЗНАКОВ

Бурый А.С., д-р техн. наук, ФГБУ «РСТ»

Морин Е.В., канд. техн. наук, ФБУ «Ростест-Москва»

Рассмотрена задача оценивания качества программной продукции по результатам испытаний в ходе их сертификации. Сформулированный подход основывается на взаимосвязи критериев, факторов, метрик и оцениваемых признаков качества программных изделий и может быть использован при формировании баз данных результатов испытаний разнотипного программного обеспечения. С позиций системного подхода на предварительном этапе целесообразно проводить анализ по моделям качества отдельных модулей и процедур программного комплекса, а на заключительном этапе проводить интегральную оценку качества с учетом ранжирования оценок предварительного этапа. Заявленные признаки качества программной продукции формируют фактический образ качества объекта испытания, который в ходе тестирования сравнивается с требуемыми показателями качества, и на основе статистических алгоритмов распознавания образов принимается итоговое решение.

Ключевые слова: качество программного продукта, признак качества, эталонный показатель, эталонные данные, распознавание образов.

ВВЕДЕНИЕ

Улучшение контроля качества программных продуктов, а также технологий их разработки в условиях цифровой трансформации (ЦТ) общества не только не утратило своей актуальности, но и приобрело новые задачи. Это вызвано стремительным внедрением компьютерных технологий в таких научно-технических направлениях, как предиктивная аналитика, аддитивное производство, виртуальное моделирование, робототехника, Интернет вещей, создание цифровых моделей (двойников) как новых проектируемых изделий, так и других [1].

Риски, связанные с возможными ошибками в программном обеспечении (ПО) сложных динамических объектов управления, могут привести к неприемлемым последствиям [2, 3]. В этих условиях возрастают требования к методам и стандартам программной инженерии, направленным на развитие программных средств (ПС), баз данных (БД) и способных обеспечить эффективный жизненный цикл (ЖЦ) программной продукции [2].

Вопросы качества ПС традиционно рассматриваются на нескольких уровнях [4, 5]:

- на *целевом* уровне – качество ПС определяет качество информационных подсистем, решаю-

щих задачи в планирования и организационного управления в составе автоматизированных систем управления сложными динамическими объектами [6];

- на *сущностном* уровне – при исследовании свойств, характеристик программных продуктов, оптимизации и выборе информационных признаков оценки качества ПС [7, 8];
- на *функциональном* уровне – при реализации технологий переработки, поиска, хранения информации в составе БД [9];
- на *общесистемном* уровне – при комплексной оценке качества [10], а также реализации моделей сокращения проектных рисков программной продукции [11] с учетом целостности, устойчивости, конфиденциальности информационной системы, определяемой также параметрами ПС.

Требования к качеству программной продукции, заложенные международным стандартом ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126–1993 [5] активно развиваются, в частности в серии 25000 стандартов ИСО/МЭК. Так разработке моделей качества вычислительных систем и ПО посвящен ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010–2015 [12].

Практически невозможно измерить или оценить все характеристики качества для комплексов ПС. На ос-

новании системного подхода существуют комплексные решения задачи повышения качества программной продукции [4, 13], включающие: 1) этап формирования «рабочего» подмножества признаков качества на основе предварительной декомпозиции, выявления приоритетных процессов в разрабатываемом программном комплексе [3] и ранжирования признаков; 2) этап разработки моделей качества [12] оценки признаков (характеристик качества) для отдельных процедур или программных модулей, после чего проводят определение интегральных оценок качества, что может быть использовано на этапах испытаний или сертификации программных средств.

С целью оценки качества программных продуктов в ходе испытаний ПС представим решаемую задачу, как задачу распознавания образов фактически полученных признаков качества по результатам их сравнения с эталонными или опорными значениями, после чего принимается решение о соответствии или несоответствии испытываемого объекта требованиям к данному типу ПС.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ В ПРОЦЕССЕ РАЗРАБОТКИ

Отметим, что процесс ЖЦ программной продукции включает стадии: разработки требований к ПС, разработки непосредственно ПС, кодирования, тестирования, интеграции, установки (инсталляции), а также стадию модификации. Иногда окончательным этапом ЖЦ программных изделий считают этап снятия с эксплуатации.

Сертификация программной продукции является для пользователей дополнительным фактором – гарантом качества, обеспечивающего заданный уровень совместимости ПС (по операционным системам, приложениям, а также входным или выходным форматам данных) [4, 14].

Основные тенденции в области тестирования ПС представлены на рис. 1. Так адаптивность предполагает постоянную координацию целевых и функциональных задач [15]. Машинное обучение означает отслеживание и учет уникальных, в том числе и нестандартных ситуаций, например при выявлении сбоев и ошибок, для корректировки применяемых тестов. Тестирование в процессе разработки ПС предполагает параллельный процесс тестирования по завершению определенных этапов разработки программ. Направления 1, 2, 4, 5 напрямую связаны с разработкой программных продуктов под технологии ЦТ.

К направлениям 2 и 3 можно отнести разработку моделей оценки признаков качества ПС на основе развития классических теоретических методов, к которым относится теория распознавания образов.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Задача распознавания образов является широко востребованной в современных компьютерных системах наблюдения различного назначения [16], постоянно расширяя области применения:

- в системах машинного зрения на базе систем видеонаблюдения;
- системах диагностики в медицине и диагностики сложных технических систем;
- системах распознавания символов, текстов [8], товарных знаков, магнитных карт, QR-кодов, штрих-кодов и т. д.

Распознавание представляет собой задачу преобразования входной информации, полученной от любых сенсорных элементов (измерителей), которые будем рассматривать как некоторые параметры или признаки распознаваемых образов. Полученный входной образ сравнивают с некоторой библиотекой образов.

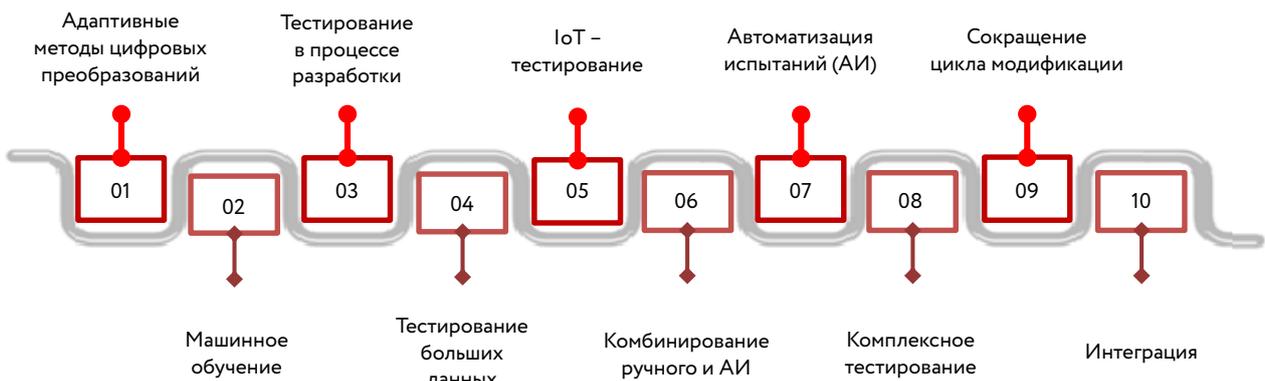


Рис. 1. Основные направления развития методов тестирования программного обеспечения

Представим процесс распознавания в следующей вербальной постановке. Будем рассматривать задачу сертификации программных продуктов средствами испытательной лаборатории [4], как задачу распознавания тестируемого программного средства, в результате которого должно быть принято решение о соответствии или несоответствии испытываемого объекта требованиям к данному типу ПС. Предполагается, что множество признаков качества для объектов распознавания априорно известны и хранятся в БД либо они формируются для вновь появившихся программных продуктов до проведения тестирования и также пополняют БД. Указанные вопросы составляют этап обучения (рис. 2), который является обязательным при подготовке к основным задачам тестирования [2].

Программа испытаний составляется исходя из заявленного заказчиком уровня применения ПС, требований нормативной документации по качеству ПП и представляет собой перечень процедур тестирования, методик испытаний, показателей качества, которые должны быть проконтролированы и получены, а также ответственных за проведение указанных проверок. На этапе принятия решения по результатам проведенных работ (циклов испытаний) делается вывод о соответствии объекта распознавания заявленным качествам (см. рис. 2).

Формализуем задачу распознавания объектов сертификации в следующем виде. Для заданного множества объектов испытаний S :

$$S = \{S_1, \dots, S_i, \dots, S_{N_s}\}, \quad i = \overline{1, N_s}, \quad N_s = \sum_{\mu=1}^h m_{\mu}, \quad (1)$$

причем мощность множества $|S| = N_s$ определяется множеством типов ПС – $T^{ПС} = \{T_1^{ПС}, T_2^{ПС}, \dots, T_h^{ПС}\}$, где h чис-

ло типов ПС, а количество программ (образов) в каждом типе – m_{μ} . Известна совокупность признаков качества, как множество $W = \{w_1, \dots, w_n\}$ объема n , который объединяет все возможные признаки качества программных продуктов. Для тестируемого типа ПС – $T_{\mu}^{ПС}$ формируется соответствующий массив признаков объема m_{μ} .

На предварительном этапе для всех типов ПС составляется область эталонных значений признаков, которую для плоского случая (в системе координат двух признаков качества w_1 и w_2) представим на рис. 3, где выделена область изменения признаков – W_3 , причем

$$w_i = \theta(y) \in [y_{ин}; y_{ив}],$$

где $y_{ин}$ и $y_{ив}$ – соответственно нижняя и верхняя границы интервала значений признака для вещественных чисел. Для признака w_1 диапазон изменения соответствует интервалу $[w_1^{эН}, w_1^{эВ}]$, с границами признака, ограниченными по координатам осей признаков.

Объекты тестирования на рис. 3 обозначены либо кружком – несоответствующие требованиям по признакам w_1 и w_2 , либо заштрихованным прямоугольником, если эти признаки качества в пределах области W_3 . Будем называть область W_3 эталонных значений признаков, соответствующих опорному («эталонному») программному обеспечению, которыми должен характеризоваться тестируемый объект, классом эталонов. «Эталонное» программное обеспечение, как отмечено в Методике аттестации ПО (МИ 2955-2010, п. 3.1) [17], должно «отвечать высшим требованиям к его вычислительным и функциональным характеристикам, подтвержденным при его неоднократном тестировании и применении».

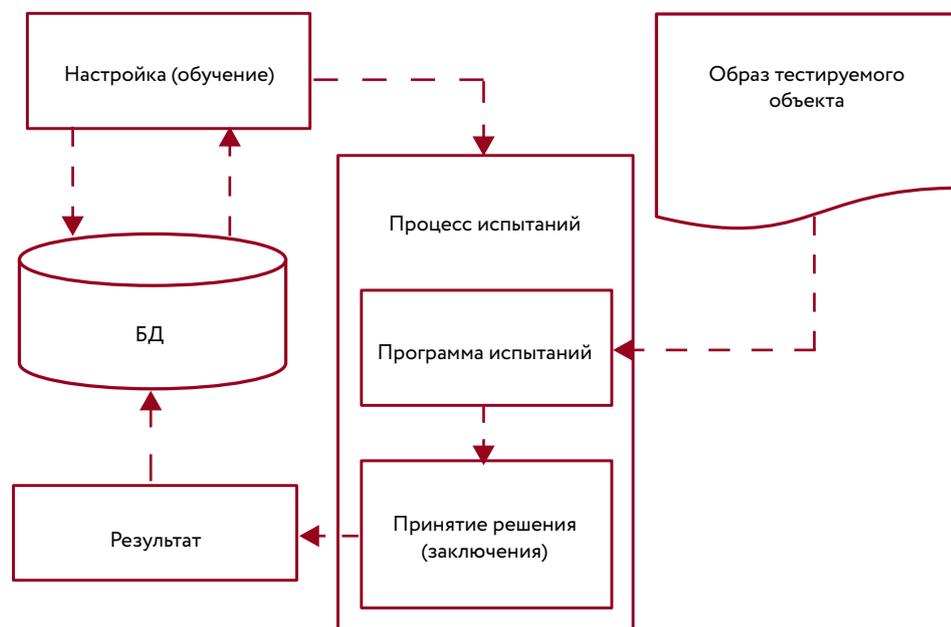


Рис. 2. Функциональная схема процесса распознавания признаков объектов в ходе тестирования

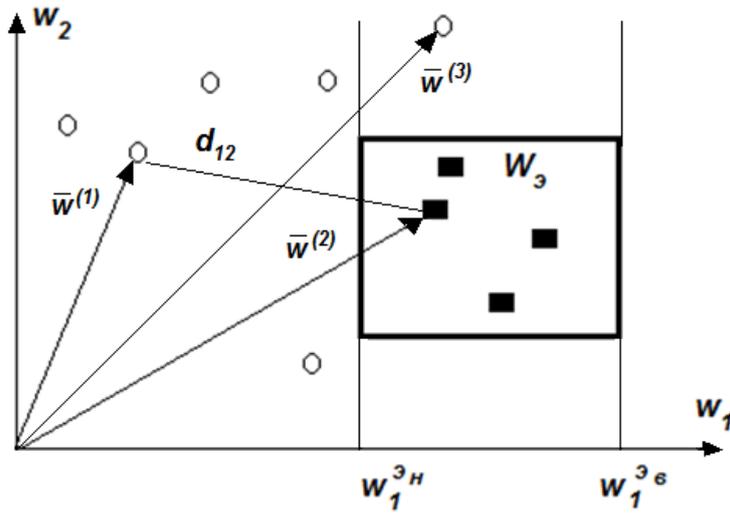


Рис. 3. Область и параметры эталонных признаков объектов тестирования

Пусть существует разбиение множества S на подмножества, каждое из которых содержит классы объектов (программных средств), характеризуемые определенным набором признаков качества, составляющих множество классов – Ω .

Распознавание заключается в том, чтобы каждому объекту испытания с заданным числом признаков качества и существующей априорной информации статистического характера о тестируемом типе ПС, вычислить значения предикатов (функций, принимающих два значения: 0 «ложь» или 1 «истина»)

$$P_i = (S_i \in \Omega_s), i = (\overline{1, N_s}) \tag{2}$$

истинные значения которых соответствует факту принадлежности объектов эталонному классу, т. е. положительному исходу процесса сертификации программного продукта.

Задача сводится к измерению меры близости (сходства), заданной расстоянием в признаковом пространстве между тестируемым образцом и эталоном. Чаще для этих целей используют метрику, основанную на понятии евклидова расстояния $d(s_i, s_i^э)$ между i -м объектом испытаний и вектором эталонных (требуемых) показателей качества:

$$d(s_i, s_i^э) = \|\delta_i\| = \sqrt{(\delta_i^T \delta_i)} \tag{3}$$

где δ_i – разностный вектор, определяемый в соответствии с выбранной метрикой.

На рис. 3 для двухмерного случая это расстояние d_{12} между векторами $\bar{w}^{(1)}$ и $\bar{w}^{(2)}$. Однако на практике не всегда целесообразно оперирование с точными расстояниями. Когда мы рассматриваем показатели качества, нам необходимо обеспечить заданный уровень показателя качества, значение ниже которого является неприемлемым. Так, например, для представленного на рис. 3 вектора

$\bar{w}^{(3)} = \{w_1^{(3)}; w_2^{(3)}\}$ можно констатировать, что по признаку качества w_1 тестируемый объект соответствует требованиям, а по w_2 – нет.

СТРУКТУРА И ЛОГИКА ФОРМИРОВАНИЯ АЛГОРИТМА РАСПОЗНАВАНИЯ

Алгоритмы распознавания, базирующиеся на детерминированных признаках, основываются на геометрических мерах близости между сравниваемыми объектами испытаний.

Однако когда задача распознавания носит вероятностный характер, т. е. существуют вероятностные связи в цепочке «признак – измерение – оценивание – принятие решения», целесообразно воспользоваться методами существующей теории статистических решений, широко применяемой в задачах оценивания, обработки результатов измерений и многих других [4]. Критерий Байеса, как наиболее простой и физически близкий к решаемой в работе задаче, целесообразно использовать, когда производят многократное распознавание объектов, а признаковое пространство остается неизменным или может дополняться новыми элементами на этапе обучения [16], что соответствует случаю тестирования ПС при их сертификации.

Применение байесовского подхода возможно в случае существования вероятностных мер. Это вполне соответствует характеру проводимых измерений, тестов для определения признаков качества, когда возможны ошибки в действиях экспертов, погрешности различного уровня при проведении измерений, что позволяет говорить о случайных факторах и вероятностных характеристиках процессов тестирования. Для рассматриваемого в работе подхода к проведению сертификационных ис-

пытаний, если имеется объект испытаний $S_i \in S$, характеризующий его набор признаков качества, записанный в виде множества

$$W_j = \{w_{j1}, w_{j2}, \dots, w_{j\mu}\} \quad (4)$$

где индекс μ соответствует факту принадлежности данной совокупности признаков μ -му типу ПС – $T_{\mu}^{\text{ПС}}$. При этом признаки могут быть представлены в различных шкалах (количественных, порядковых, номинальных) [18]. Номинальные признаки часто представляются в бинарном виде, для порядковых выполняется их ранжирование, а метрические меры близости (расстояния) практически не учитываются.

На декартовом произведении множеств $S \times W$ соответственно состояний $S_i \in S$ и признаков $W_j \in W$ зададим распределение совместных вероятностей в виде отображения:

$$P_{SW}: S \times W \rightarrow \mathcal{R},$$

где \mathcal{R} – множество вещественных чисел.

Формула Байеса для вероятностного представления событий для процесса распознавания состояния (образа) тестируемого объекта принимает вид [16, 19]:

$$P(S_i | W_j) = P(S_i)P(W_j | S_i) / P(W_j), \quad (5)$$

где $P(S_i | W_j)$ – вероятность состояния S_i после того, как получены все результаты тестирования по соответствующему множеству признаков W_j из (4), т.е. признаков, задействованных при испытании конкретного типа ПС; $P(S_i)$ – вероятность констатации состояния S_i по априорным данным.

Для независимых признаков качества вероятность подтверждения каждого из них есть вероятность совместного события:

$$P(W_j | S_i) = \prod_{k=1}^{\mu} P(w_{jk} | S_i), \quad (6)$$

где $P(w_{jk} | S_i)$ – вероятность проявления конкретного частного признака w_{jk} , $k = \overline{1, \mu}$ для типа ПС – $T_{\mu}^{\text{ПС}}$.

Вероятность проявления комплекса признаков при тестировании любого программного средства S_i при $i = \overline{1, N_S}$ с учетом [16] запишем в виде:

$$P(W_j) = \sum_{i=1}^{N_S} P(S_i)P(W_j | S_i).$$

Поскольку все составляющие у нас формально определены, то из выражений (5) и (6) можно записать, что справедливо

$$\sum_{i=1}^{N_S} P(S_i | W_j) = 1,$$

так как состояние тестируемого объекта явно проявится, хотя бы одно из двух: соответствует или не соответствует установленным требованиям испытываемый образец.

С учетом хрестоматийной записи формулы Байеса [16] выражение (5) перепишем в виде

$$P(S_i, W_j) = P(S_i)P(W_j | S_i),$$

тогда для апостериорной вероятности определения состояния ПС запишем

$$P(S_i | W_j) = P(S_i, W_j) / \sum_{i=1}^{N_S} P(S_i, W_j).$$

Оценим уровень риска, существующий в задаче тестирования ПС. Это может быть ситуация, когда, например, программное средство, удовлетворяющее требованиям качества, признается несоответствующим критериям сертификации. Это ведет к определенным потерям как со стороны заказчика, так и со стороны испытательной лаборатории [4, 9], что учитывается платежной матрицей [16, 18]. Для случая, когда пространство признаков разделено на две области:

1. талонные значения признаков качества – область Ω_3 (по опорному ПО);
2. значения признаков, не отвечающих требованиям нормативной документации на испытываемый тип ПС и образующих область Ω .

Здесь уместно предположить, что области классов признаков $\Omega_3 \cap \Omega = \emptyset$.

Платежная матрица в этом случае имеет размерность (2×2) :

$$\begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{vmatrix},$$

где c_{11} и c_{22} – выигрыши за правильные решения, а c_{12} и c_{21} – потери при ошибках первого и второго рода. Таким образом, индексы «1» и «2» соответствуют областям Ω_3 и Ω .

Для пояснения сформулируем следующее определение для ошибок распознавания [19].

Определение

Вероятность

$$P_e = P(w \in R, \Omega_3) + P(w \in R_3, \Omega) \quad (7)$$

назовем ошибкой распознавания, когда объект характеризуется признаками, не удовлетворяющими требованиям, а принимается заключение о выдаче сертификата, что соответствует ошибке первого рода, или когда объект характеризуется признаками из пространства эталонных признаков опорного ПО, а его относят к общему пространству признаков и считают непрошедшим сертификацию, т.е. это ошибка второго рода.

При этом области решений эталонного класса и класса с признаками, несоответствующими требованиям, представляются следующим образом:

$$R_3 = \{w : P(\Omega_3)P(w|\Omega_3) > P(\Omega)P(w|\Omega)\};$$

$$R = \{w : P(\Omega_3)P(w|\Omega_3) < P(\Omega)P(w|\Omega)\}.$$

Критерий Байеса, как известно, сводится к выполнению следующего правила [16, 18]: если измеренное значение признака у объекта исследования расположено в области R_3 , то объект относится к классу Ω_3 , т. е. полностью соответствует требованиям эталонных параметров опорного ПО, попадание в область R – требует считать рассматриваемый объект как несоответствующий требованиям. Данное решение обеспечивает минимум среднего риска по множеству возможных решений задачи распознавания (оценивания) объектов испытаний.

Общее выражение для среднего риска, если положить, что $c_{11} = c_{22} = 0$, а $c_{12} = c_1$ и $c_{21} = c_2$ для априорных вероятностей появления объектов из соответствующих классов $P(\Omega_3)$ и $P(\Omega)$ имеет вид [16]:

$$R = c_1 P(\Omega_3)\alpha + c_2 P(\Omega)\beta$$

где α и β – соответственно ошибки первого и второго рода (7).

Разделяющую функцию – $\varphi(W)$ [18] при этом можно представить как

$$\varphi(W) = c_1 P(\Omega_3)P(W|\Omega_3) - c_2 P(\Omega)P(W|\Omega), \quad (8)$$

где вектор признаков W соответствует одному из двух состояний объекта сертификации – удовлетворяет или

нет требованиям к признакам качества тестируемого ПС. Здесь в (8), не вводя новых обозначений, вектор признаков W обозначен тем же символом, что и множество признаков из выражения (4). Сложность аналитического представления условных вероятностей $P(W|\Omega_3)$ приводит к необходимости использования таблиц с экспериментальными значениями признаков качества, полученных для тестируемых объектов, состояние которых оценивается и сравнивается с эталонными параметрами для данного типа ПС.

Рекомендации по применению показателей качества для различных типов ПС, составленные на основе [4, 20], представлены в таблице «Рекомендации по применимости показателей качества для типов ПС», где учтены следующие типы ПС:

- «1» – операционные системы;
- «2» – ПС управления базами данных;
- «3» – сервисные, а также интерфейсные программы;
- «4» – прикладные ПС (ППС) для научных и инженерных расчетов;
- «5» – ППС для проектирования, например в составе САПР;
- «6» – ППС управления технологическими процессами.

Рекомендации по применимости показателей качества для типов ПС

ПРИМЕРЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА (ГОСТ 28195-99)	ПРИМЕНИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ПС					
	1	2	3	4	5	6
1. Устойчивость функционирования	+	+	+	-	+	+
2. Работоспособность	+	+	+	+	+	+
3. Структурность	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
4. Наглядность	+/-	+/-	+/-	-	+/-	+/-
5. Легкость освоения	+/-	+/-	+	+/-	+	+/-
6. Удобство обслуживания	+	+	+	-	+	+
7. Полнота реализации	+	+	+	+	+	+
8. Защищенность	+	+	+/-	+/-	+/-	+/-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлен подход к формированию показателей качества программной продукции в зависимости от типа программного средства в ходе сравнения их с «эталонными» данными – показателями качества, установленными стандартами или требованиями технической документации на аттестуемую программную продукцию.

Результаты исследования могут быть использованы как для экспресс-анализа соответствия тестируемой продукции, так и для формирования обоснованного заключения для оценки качества ПС, на основе многофакторного вы-

бора при тестировании партии однотипных ПС. Процесс контроля качества ПО является постоянно выполняемой функцией при разработке программных средств, сопровождающий практически все этапы проектирования и производства программной продукции. Дальнейшим, на наш взгляд, шагом в повышении качества программ является применение языков программирования, в которых поддерживается функция защиты к появлению сбоев и ошибок. Это, например, язык Go, который рекомендуют использовать для систем, работающих большими данными (Big data). Функциональная направленность в выборе языков дает дополнительные преимущества в обеспечении качества ПС.

Список использованных источников и литературы

1. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: докл. к XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 / Г.И. Абдрахманова, К.Б. Быховский, Н.Н. Веселитская [и др.]. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. 239 с.
2. Липаев В.В. Программная инженерия сложных заказных программных продуктов: учеб. пособие. – М.: Макс Пресс, 2014. 312 с.
3. Ананьева Т.Н., Новикова Н.Г., Исаев Г.Н. Стандартизация, сертификация и управление качеством программного обеспечения. – М.: ИНФРА-М, 2017. 232 с.
4. Бурый А.С., Морин Е.В. Модельно-алгоритмические структуры оценки качества программных изделий. – М.: Горячая линия-Телеком, 2019. 160 с.
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126–93. Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководство по применению [Текст]. – Введ. 1994-07-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. 12 с.
6. Ловцов Д.А. Информационная теория эргасистем: Тезаурус. – М.: Наука, 2005. 248 с.
7. Бурый А.С., Морин Е.В. Оценивание программных средств по множеству признаков // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2019. Т. 62. № 10. С. 907–913. DOI: 10.17586/0021-3454-2019-62-10-907-913
8. Колесникова С.И., Янковская А.Е. Оценка значимости признаков для тестов в интеллектуальных системах // Известия РАН. Теория и системы управления. 2008. № 6. С. 99–112.
9. Бурый А.С., Морин Е.В. Структурирование информационных данных при сертификации программных продуктов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2017. № 5 (39). С. 9.
10. Комплексная оценка качества эксплуатации автотранспортных средств на основании анализа слабоструктурированных данных / А.С. Бабкина, С.В. Потапова, Ю.И. Авадэни, О.М. Куликова // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 2. С. 20–25.
11. Таганов А.И. Основы идентификации, анализа и мониторинга проектных рисков качества программных изделий в условиях нечеткости. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. 224 с.
12. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010–2015. Информационные технологии. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модели качества систем и программных продуктов [Текст]. – Введ. 2016-06-01. – М.: Стандартиформ, 2015. 36 с.
13. Buryi A.S., Lomakin M.I., Dokukin A.V. [et al.] A Study the Techniques of Assessing the Quality of Software Products // International Journal for Quality Research. 2021. Vol. 15. No 2. P. 619–636.
14. Бурый А.С. Тестирование качества программного обеспечения в процессе его сертификации // Правовая информатика. 2019. № 1. С. 46–55. DOI: 10.21681/1994-1404-2019-1-46-55
15. Стеллман Э., Грин Дж. Постигая Agile. Ценности, принципы, методологии. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2019. 448 с.
16. Горелик А.Л., Скрипник В.А. Методы распознавания: учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 1989. 232 с.
17. МИ 2955–2010. Рекомендация. ГСИ. Типовая методика аттестации программного обеспечения средств измерений [Текст]. – Введ. 2010-05-24. – М.: ФГУП «ВНИИМС», 2010. 22 с.
18. Беркетов Г.А., Микрюков А.А., Цуркин А.П. Решение задач прогнозирования состояния и управления жизненным циклом сложных технических комплексов методами распознавания образов // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2014. № 1. С. 138–143.
19. Местецкий Л.М. Математические методы распознавания образов. Курс лекций. М.: Ф-т ВМиК МГУ, кафедра ММП, 2002. – URL: <http://www.ccas.ru/frc/papers/mestetskii04course.pdf> (дата обращения 29.12.2021).
20. ГОСТ 28195–89. Оценка качества программных средств. Общие положения [Текст]. – Введ. 1990-07-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1990. 30 с.

A CONCEPTUAL MODEL OF SOFTWARE QUALITY CONTROL BASED ON A STATISTICAL APPROACH TO PATTERN RECOGNITION

Buryi A.S., doctor of technical sciences, Director of the Department, FSBI «RST»

Morin E.V., Candidate of Technical Sciences, FBI Rostest-Moscow

The problem of evaluating the quality of software products based on the results of tests during their certification is considered. The formulated approach is based on the interrelation of criteria, factors, metrics and assessed quality features of software products and can be used in the formation of databases of test results of different types of software. From the standpoint of a systematic approach, it is advisable at the preliminary stage to analyze the quality models of individual modules and procedures of the software package, and at the final stage to conduct an integral quality assessment taking into account the ranking of the preliminary stage estimates. The declared quality features of software products form an actual image of the quality of the test object, which is compared with the required quality indicators during testing, and a final decision is made based on statistical pattern recognition algorithms.

Keywords: software product quality, quality feature, reference indicator, reference data set, image recognition.

References

1. Cifrovaya transformaciya otraslej: startovye usloviya i priority: dokl. k XXII Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva, Moskva, 13–30 apr. 2021 / G.I. Abdrahmanova, K.B. Byhovskij, N.N. Veselitskaya [et al.]. Moscow, Izd. dom Vysshej shkoly ekonomiki Publ., 2021, 239 p.
2. Lipaev V.V. Programmnyaya inzheneriya slozhnyh zakaznyh programmnyh produktov: ucheb. posobie. Moscow, Maks Press Publ., 2014, 312 p.
3. Anan'eva T.N., Novikova N.G., Isaev G.N. Standartizaciya, sertifikaciya i upravlenie kachestvom programmno obespecheniya. Moscow, INFRA-M Publ., 2017, 232 p.
4. Buryi A.S., Morin E.V. Model'no-algoritmicheskie struktury ocenki kachestva programmnyh izdelij. Moscow, Goryachaya liniya – Telekom Publ., 2019, 160 p.
5. GOST R ISO/IEC 9126–93 Information technology. Software product evaluation. Quality characteristics and guidelines for their use [Tekst]. Vved. 1994-07-01. Moscow, IPK Izdatel'stvo standartov Publ., 2003, 12 p. (In Russian)
6. Lovtchov D.A. Informacionnaya teoriya ergasistem: Tezaurus. Moscow, Nauka Publ., 2005, 248 p.
7. Buryi A.S., Morin E.V. Ocenivanie programmnyh sredstv po mnozhestvu priznakov. Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Priborostroenie, 2019, vol. 62, no 10, pp. 907–913. doi: 10.17586/0021-3454-2019-62-10-907-913
8. Kolesnikova S.I., YAnkovskaya A.E. Ocenka znachimosti priznakov dlya testov v intellektual'nyh sistemah. Izvestiya RAN. Teoriya i sistemy upravleniya, 2008, no 6, pp. 99–112.
9. Buryi A.S., Morin E.V. Strukturirovanie informacionnyh dannyh pri sertifikacii programmnyh produktov. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya, 2017, no 5 (39), P. 9.
10. Babkina A.S., Potapova S.V., Avadeni YU.I., Kulikova O.M. Kompleksnaya ocenka kachestva ekspluatatsii avtotransportnyh sredstv na osnovanii analiza slabostrukturirovannyh dannyh. Sovremennye naukoemkie tekhnologii, 2019, no 2, pp. 20–25.
11. Taganov A.I. Osnovy identifikacii, analiza i monitoringa proektnykh riskov kachestva programmnyh izdelij v usloviyah nechetkosti. Moscow, Goryachaya liniya – Telekom Publ., 2015, 224 p.
12. GOST R ISO/IEC 25010–2015 Information technology. Systems and software engineering. Systems and software Quality

- Requirements and Evaluation (SQuaRE). System and software quality models [Tekst]. Vved. 2016-06-01. Moscow, Standartinform Publ., 2015, 36 p. (In Russian)
13. Buryi A.S., Lomakin M.I., Dokukin A.V. [et al.] A Study the Techniques of Assessing the Quality of Software Products. *International Journal for Quality Research*, 2021, vol. 15, no 2, pp. 619–636. doi: 10.24874/IJQR15.02-16
 14. Buryi A.S. Testirovanie kachestva programmnoho obespecheniya v processe ego sertifikacii. *Pravovaya informatika*, 2019, no 1, pp. 46–55. doi: 10.21681/1994-1404-2019-1-46-55
 15. Stellman A., Greene J. Postigaya Agile. Cennosti, principy, metodologii. Moscow, “Mann, Ivanov i Ferber” Publ., 2019, 448 p.
 16. Gorelik A.L., Skripnik V.A. *Metody raspoznavaniya: uchebnoe posobie dlya vuzov*. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1989, 232 p.
 17. MI 2955-2010 GSI. Tipovaya metodika attestacii programmnoho obespecheniya sredstv izmerenij [Tekst]. Vved. 2010-05-24. Moscow, FGUP «VNIIMS» Publ., 2010, 22 p. (In Russian)
 18. Berketov G.A., Mikryukov A.A., Curkin A.P. Reshenie zadach prognozirovaniya sostoyaniya i upravleniya zhiznennym ciklom slozhnyh tekhnicheskikh kompleksov metodami raspoznavaniya obrazov. *Ekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO*, 2014, no 1, pp. 138–143.
 19. Mesteckii L.M. *Matematicheskie metody raspoznavaniya obrazov. Kurs lekciy*. Moscow, Faculty VMiK MGU, department MMP. Available at: <http://www.ccas.ru/frc/papers/mestetskii04course.pdf> (accessed 29.12.2021).
 20. GOST 28195–89. Quality control of software systems. General principles [Tekst]. Vved. 1990-07-01. Moscow, IPK Izdatel'stvo standartov Publ., 1990, 30 p. (In Russian)

АНАЛИЗ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Евгеньев Р.А., соискатель, ФГБУН ВИНТИ РАН

Аддитивные технологии строительства развиваются с конца прошлого века. К настоящему времени накоплен опыт возведения не только малых архитектурных форм и индивидуальных домов, но и многоэтажных зданий, целых кварталов. С появлением технологий 3D-печати возникла необходимость в полноценном и быстром обмене информацией между строителями и архитекторами, а также потребность в точном и управляемом моделировании возводимого объекта. В статье рассматриваются аспекты использования информационной модели здания Building Information Modelling (BIM) и различных поколений цифровых двойников при проектировании и возведении зданий и сооружений, анализируются основные направления модернизации методов проектирования, строительства, внедрения инновационных строительных материалов и повышения их качества.

Ключевые слова: аддитивные технологии строительства, 3D-печать, BIM, цифровые двойники.

Технологии 3D-печати в строительстве развиваются все более быстрыми темпами. Предметы повседневного обихода стали компактными, их производство обходится дешевле. Однако потенциал технологий и процессов возведения зданий и сооружений, известных с начала промышленной революции, не соответствовал другим аспектам деятельности человека. Кроме того, актуальность заботы об окружающей среде только начала осознаваться и учитываться при строительстве зданий.

3D-печать – автоматизированный процесс, который может снизить углеродный след и стоимость строительства, повысить безопасность и эффективность труда, значительно сократить время строительства. Технология известна с 1980-х годов, но применяется в архитектуре относительно недавно.

Выбор вспомогательного программного обеспечения во многом определяет точность 3D-печатных строительных объектов. Поэтому обсуждение тем разработки эффективного вспомогательного программного обеспечения и преобразования 3D-моделей в компьютерные языки представляется актуальным. В статье исследуются методы моделирования зданий BIM для достижения пространственной (3D), последовательной (4D) и количественной (5D) согласованности проектирования, анализируются основные проблемы использования цифровых двойников разных поколений.

МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Первая трехмерная система, интегрированная в строительство, появилась в 1970-х годах и использовалась для проектирования и моделирования зданий. Ее развитие в значительной степени сдерживалось стоимостью компьютеров и вычислительных мощностей. Но промышленность продолжала инвестировать в модернизацию и исследование новых процессов проектирования, способствуя применению машин для решения повторяющихся или требующих высокой точности задач. На фоне эволюции использования этих устройств в строительстве началось внедрение моделей BIM.

BIM – это, прежде всего, представление здания через 3D-модель. Макет состоит из элементов с характерными им атрибутами и параметрами. Например, в отношении двери указываются материал, размеры и ее соотношение со стеной. Кроме того, BIM объединяет эти элементы, предлагает их визуализацию и группирует связанные с ними данные. Преимущества BIM перед старыми методами заключаются в экономии времени на изучение здания, простоте совместного использования ресурсов и стандартизации часто повторяющихся вариантов дизайна.

Обмен информацией в процессе BIM осуществляется вокруг трехмерной цифровой модели, которая должна быть идентифицирована, когда используется только для эстетической визуализации проекта. Такие модели называются Hollywood

BIM и не соответствуют условиям настоящих BIM-моделей, поэтому используются застройщиком только в коммерческих целях для презентации девелоперских проектов. К сожалению, подобный тип цифрового макета не подходит для проектирования и по-прежнему составляет слишком большую долю проектов, отображаемых в формате BIM. С этой технологией связаны трудности при реализации BIM. В процессе строительства участвуют представители разных профессий, вовлеченные в архитектурный проект. Инженеры BIM часто жалуются на отсутствие визуализации во время работы, а также на то, что модели слишком тяжелые для обработки.

Для решения этой задачи предложен метод, который расширяет традиционное 3D-моделирование, поскольку предусматривает бесшовную интеграцию и управление многими процессами проектирования, строительства, а также эксплуатации и обслуживания, включая планирование (4D), оценку стоимости и отслеживание прогресса (5D). Тем самым формируется основа для коммерчески доступных или разрабатываемых стратегий 3D-печати в строительстве [1].

Исследования показали, что 75% компаний, использовавших BIM, отчитались о положительной доходности инвестиций, сокращении жизненных циклов проектов благодаря электронному документообороту и уменьшению материальных затрат. С учетом этих преимуществ ряд правительств, в том числе Великобритании, Финляндии и Сингапура, обязали компании использовать BIM при реализации общественных инфраструктурных проектов.

В дальнейшем будет применяться версия 5D BIM, улучшенная с помощью технологии дополненной реальности через носимые устройства. Например, носимый автономный голографический дисплей с прозрачным экраном и усовершенствованные датчики позволят нанести на карту координаты физической среды, а пользователи могут прикреплять голограммы к физическим объектам и взаимодействовать с данными, используя жест, взгляд и голосовые команды.



Рис. 1. Модель BIM 5D [2]

Согласно отчету McKinsey [2] 5D BIM нового поколения – это пятимерное представление физических и функциональных характеристик любого проекта (рис. 1). В дополнение к стандартным параметрам пространственного проектирования в 3D можно определить стоимость и график продвижения проекта, геометрические, технические, тепловые и акустические характеристики, внешний вид. Платформа 5D BIM полезна девелоперам и подрядчикам для выявления, анализа и регистрации влияния изменений на стоимость проекта и сроки реализации. Благодаря визуальному и интуитивно понятному характеру 5D BIM у подрядчиков выше шансы обнаружить риски на ранней стадии и улучшить конструкционные решения. Например, разработчики проектов могут визуализировать и оценить предстоящее изменение дизайна по стоимости с учетом графика проекта.

СЪЕМКА И ГЕОЛОКАЦИЯ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Непредвиденные факторы, обусловленные геологическими особенностями, – основная причина того, что проекты откладываются и выходят за рамки бюджета. Расхождения между реальными условиями и оценками, полученными в ходе ранних исследований, могут потребовать внесения дорогостоящих изменений в проект и его дизайн в последнюю минуту. Новые методы, объединяющие фотографии высокой четкости, трехмерное лазерное сканирование и географические информационные системы, благодаря усовершенствованной технологии беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), могут значительно повысить точность и скорость обработки данных.

Фотограмметрия, например, обеспечивает качественные изображения нужных областей съемки с высоким

разрешением, но для их преобразования в пригодный для использования формат требуется время. Технология обнаружения и определения расстояния (лидар) намного быстрее, чем традиционные технологии, дает возможность получить высококачественные трехмерные изображения, которые можно интегрировать с инструментами планирования проекта. Используемый вместе с георадаром, магнитометрами и другим оборудованием, лидар может генерировать наземные и подземные трехмерные изображения объектов, что особенно важно в плотных, экологически чувствительных или представляющих историческую ценность точках проекта, где необходимо минимизировать неудобства.

Передовые методы съемки дополняются географическими информационными системами, которые позволяют накладывать карты, изображения, измерения расстояний и положения GPS. Затем эту информацию можно загрузить в другие системы анализа и визуализации для использования при планировании проекта и строительстве.

ЦИФРОВОЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ И МОБИЛЬНОСТЬ

Оцифровка процессов означает переход от бумажных документов к обмену информацией в режиме реального времени для обеспечения прозрачности, взаимодействия, своевременной оценки прогресса и рисков, контроля качества и, в конечном итоге, получения лучших результатов.

Одна из причин низкой производительности предприятий отрасли заключается в том, что они используют в основном бумажные технологии для управления процессами и результатами, такими как чертежи, в том числе проектные, заказы на закупки и цепочки поставок, журналы оборудования, ежедневные отчеты о проделанной работе и перфокарты. Без оцифровки обмен информацией задерживается и не может быть универсальным. Владельцы и подрядчики часто работают с разными версиями реальности. Использование бумаги затрудняет сбор и анализ данных. В сфере закупок и заключения договоров исторический анализ эффективности может обеспечить управление рисками и улучшить результаты работы. Кроме того, неправильное ведение документации вызывает разногласия между владельцами и подрядчиками по вопросам строительства, внесения изменений и управления претензиями.

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И РАСШИРЕННАЯ АНАЛИТИКА

Количество людей, единиц строительной техники и объем работ, выполняемых одновременно, повышают сложность и плотность участков, выделяемых под проекты. При этом генерируется огромный массив данных, большая часть которых даже не фиксируется, не говоря об их измерении и обработке.

Интернет вещей стал реальностью во многих других секторах. Датчики и беспроводные технологии позволяют оборудованию и активам стать интеллектуальными, соединенными друг с другом. Интернет вещей на строительной площадке – необходимое условие для того, чтобы техника, оборудование, материалы, конструкции и даже опалубка были на связи с центральной платформой данных, фиксирующей критические параметры производительности. Датчики, устройства связи ближнего поля (NFC) и другие технологии помогут контролировать производительность и надежность как персонала, так и активов.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ДИЗАЙН И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Новые строительные материалы (самовосстанавливающийся бетон, аэрогели и наноматериалы), а также инновационные подходы к строительству (трехмерная печать и предварительно собранные модули) могут снизить затраты и ускорить процесс строительства, одновременно повышая качество и безопасность.

Оборот мирового рынка строительных материалов оценивается в 1 трлн долл. Материалы обычно составляют более половины общей стоимости проекта. Большая часть спроса в этом сегменте приходится все еще на традиционные материалы: бетон, цемент и асфальт [3].

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Концепцию цифровых двойников впервые предложило Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) для отслеживания поведения спутника. Организация планировала исследовать космос, используя цифровую копию физической системы.

Недавние исследования показывают, что создание цифрового двойника первого поколения для 3D-печати возможно. Однако эта технология находится в зачаточном состоянии и сталкивается с различными исследовательскими проблемами. Компоненты, необходимые для создания цифрового двойника оборудования аддитивного строительства, программного обеспечения и связанных с ними технологий, пока только разрабатываются.

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ПЕРВОГО ПОКОЛЕНИЯ

В 2017 году ученые предоставили основу для реализации концепции цифрового двойника первого поколения. В своем исследовании они предположили, что цифровой двойник 3D-печати [4] состоит из механистической модели, модели измерения и контроля, статистической модели, а также больших данных и машинного обучения, как показано на рис. 2.



Рис. 2. Цифровой двойник первого поколения [4]

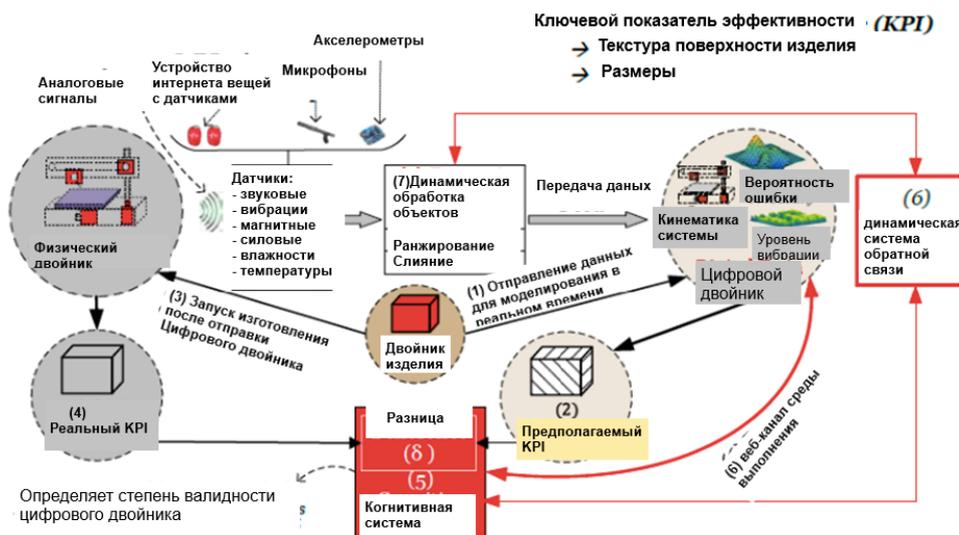


Рис. 3. Динамическая модель цифрового двойника [6]

В том же году была представлена новая структура механистической модели для предсказания феномена ванны расплава [5]. Трехмерная геометрия осаждения изогнутой поверхности для однопроходных отложений, переходных температур и распределений скорости охлаждения, параметров затвердевания, а также расстояния между вторичными дендритными плечами и микротвердости были точно оценены с помощью предложенных виртуальных объектов, которые отличаются вычислительной эффективностью. Автор назвал это блоками цифрового двойника первого поколения.

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА

В 2017 году в Калифорнийском университете ученые выполнили первую работу, которая показала, как динамические системы приложений, управляемые данными, используют метод повторного ранжирования функ-

ций, способный помочь в поддержании актуальности цифрового двойника, так как системы включали метод повторного ранжирования функций (рис. 3). Ключевые показатели эффективности – текстура поверхности продукта и размер объекта, которые легко наблюдать. Это можно рассматривать как предсказание «формы» компонентов [6].

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Одним из наиболее существенных ограничений в использовании цифровых двойников для технологии аддитивного строительства является цифровое представление физической области аддитивного производства в реальном времени, необходимого для точного мониторинга, прогнозирования и управления строительством. Состояние физического мира постоянно меняется, поскольку он взаимодействует с окружающей средой и находится под влиянием человека.

Так как это может сказаться на качестве результатов строительства, предсказание взаимодействия и влияния извне – ключевые факторы, которые следует учитывать.

Другая проблема при реализации цифрового двойника в реальном времени – вычислительная нагрузка, связанная с получением теплопередачи и теплового распределения, затвердевания ванны расплава, остаточного напряжения и деформации, структуры и свойств печатной продукции, а также условий эксплуатации машины. Соответствующие датчики могут получать некоторые данные, например, распределение температуры. Для внедрения цифрового двойника в аддитивном производстве система Интернета вещей [7] – один из ключевых инструментов для каждой части системы, которую необходимо интегрировать. Должно быть обеспечено эффективное соединение датчиков, оборудования и системы.

В целях создания цифрового двойника для системы и процесса аддитивного производства важна концепция управления данными, основанная на технологии машинного обучения. Благодаря обучению на данных, собранных из различных источников, таких как моделирование,

эксперименты, результаты научных исследований, технология машинного обучения способна прогнозировать микроструктуры, свойства и дефекты. Есть возможность извлекать полезную информацию и взаимосвязи из данных, а не из феноменологических указаний или программирования. Таким образом, вычисления выполняются быстро, а качество и объем данных будут определять точность прогнозов.

На свойства и пригодность компонентов аддитивного производства влияют их геометрия, микроструктура и дефекты. Эти атрибуты исторически оптимизируются методом проб и ошибок, потому что важные переменные процесса в настоящее время не могут выбираться по научным принципам. Возможное решение заключается в создании цифрового двойника процесса аддитивного производства, который может обеспечить точные прогнозы пространственных и временных изменений параметров, влияющих на структуру и свойства компонентов. Использование продвинутых систем BIM значительно упростит циркуляцию информации между строителями, архитекторами и заказчиками, оптимизирует контроль и выполнение работ.

Список использованных источников и литературы

1. Teizer J., Blickle A., King T., Leitzbach O., Günther D., Mattern H., & König M. BIM for 3D printing in construction. *Building Information Modeling: technological foundations and industrial practice*. 2018. PP. 421–446.
2. Agarwal R., Chandrasekaran S., Sridhar M. *Imagining construction's digital future*. Capital Projects and Infrastructure, McKinsey Productivity Sciences Center. – Singapore, June 2016. <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/imagining-construction-digital-future>
3. Mehmet Sakin et al. 3D Printing of Buildings: Construction of the Sustainable Houses of the Future by BIM. *Energy Procedia* 134. 2017. PP. 702–711.
4. DebRoy T., Zhang W., Turner J., Babu. Building digital twins of 3D printing machines. *Scr. Mater.* 2017. PP. 119–124.
5. Knapp G.L., Mukherjee T., Zuback J.S., Wei H.L., Palmer T.A., De A., DebRoy T. Building blocks for a digital twin of additive manufacturing. *Acta Mater.* 2017, 135. PP. 390–399.
6. Chhetri S.R., Faezi S, al Faruque M.A. Digital Twin of Manufacturing Systems: Technical Report on Digital Twin Project. *Digital Twin of Manufacturing Systems: Technical Report on Digital Twin Project*. Center for Embedded and Cyber-physical Systems (CECS), University of California: Irvine, CA, USA. November 2017.
7. Щекочихин О.В., Евгеньев Р.А. Методическое обеспечение процесса создания сервиса-агрегатора для Интернета вещей // *Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования*. 2019. № 2 (48). С. 13.

ANALYSIS OF METHODS FOR CREATING DIGITAL MODELS OF BUILDINGS AND STRUCTURES MANUFACTURED BY ADDITIVE TECHNOLOGIES

Evgeniev R.A., Applicant for FGBUN VINITI RAS

Additive construction technologies have been developing since the end of the last century. To date, experience has been accumulated in the construction of not only small architectural forms and individual houses, but also multi-storey buildings, entire blocks. But with the advent of 3D printing technologies, there was a need for a full and rapid exchange of information between builders and architects, as well as the need for accurate and controlled modeling of the object being built. The article discusses the aspects of using the Building Information Modeling (BIM) and various generations of digital counterparts in the design and construction of buildings and structures, analyzes the main directions of modernization of design methods, construction, introduction of innovative building materials and improving their quality.

Keywords: additive construction technologies, 3D printing, BIM, digital twins.

References

1. Teizer J., Blickle A., King T., Leitzbach O., Günther D., Mattern H., & König M. BIM for 3D printing in construction. Building Information Modeling: technological foundations and industrial practice. 2018. Pp. 421–446.
2. Agarwal R., Chandrasekaran S., Sridhar M. Imagining construction's digital future. Capital Projects and Infrastructure, McKinsey Productivity Sciences Center. – Singapore, June 2016. <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/imagining-constructions-digital-future>
3. Mehmet Sakin et al. 3D Printing of Buildings: Construction of the Sustainable Houses of the Future by BIM. Energy Procedia 134. 2017. Pp. 702–711.
4. DebRoy T., Zhang W., Turner J., Babu. Building digital twins of 3D printing machines. Scr. Mater. 2017. Pp. 119–124.
5. Knapp G.L., Mukherjee T., Zuback J.S., Wei H.L., Palmer T.A., De A., DebRoy T. Building blocks for a digital twin of additive manufacturing. Acta Mater. 2017, 135. Pp. 390–399.
6. Chhetri S.R, Faezi S, al Faruque M.A. Digital Twin of Manufacturing Systems: Technical Report on Digital Twin Project. Digital Twin of Manufacturing Systems: Technical Report on Digital Twin Project. Center for Embedded and Cyber-physical Systems (CECS), University of California: Irvine, CA, USA. November 2017.
7. Shchekochikhin O.V., Evgen'ev R.A. Methodical support of the process of creating a service-aggregator for the Internet of Things // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2019. № 2 (48). P. 13.

ФОРМИРОВАНИЕ РАССЛОЕННОГО ИНСТИТУЦИОНАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА МИНКОВСКОГО ЛООДЕРНОГО СОСТОЯНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ: ПРЕДПРИЯТИЙ

Герасимова Е.Б., д-р экон. наук, проф. ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

В статье предложена маршрутная карта движения по координате временного качества устойчивого состояния функционирования бизнес-процессов в расслоенных институционально-экономических пространствах до институционально-экономического пространства Минковского.

Включение парадигмальных по качеству экономических институтов в состояние функционирования парадигмального по качеству институционального поля экономики расширяет это поле до расслоенного институционально-экономического пространства, парадигмального качеству, как Гильбертова пространства.

Бизнес-процессы предприятия как «пульсары» результативности и эффективности экономического института выводят эффективность по парадигмальному качеству жизненного цикла предприятия до уровня устойчивого качества оптимального состояния и функционирования нестационарного предприятия.

Пульсация бизнес-процессов предприятия гарантирует и способствует выявлению ядра качества Гильбертова пространства, конструированию наблюдаемой и управляемой модульной структуры предприятия институционально-концептуальной матрицы 6М, выявлению парадигмального по качеству институционально-экономического четырехмерного пространства Минковского формированию парадигм качества бизнес-процессов и их регулятивную направленность на формирование «маршрутной карты» программного регулирования парадигмального качества экономических процессов, выявлению лоодерных классификационных признаков эффективности нахождению модели бизнес-процесса в виде логистической функции модельной эффективности лоодерного жизненного цикла предприятия.

Ключевые слова: пространство, качество, состояние, функционирование, экономический процесс, бизнес-процесс,

ВВЕДЕНИЕ

Управление бизнес-процессами предприятия представляется не только областью практической деятельности менеджмента предприятия, но и важной областью научных исследований. Изучению должны прежде всего подлежать пространственные характеристики состояния функционирования бизнес-процессов экономических институтов низового микроэкономического уровня.

Исследование бизнес-процессов должно учитывать феноменологические черты деятельности экономического института, его бизнес-процессов и феноменологию взаимодействия этих бизнес-процессов в конкретной организации.

Изучение бизнес-процессов в четырехмерном простран-

стве Минковского позволяет определить лоодерного состояния функционирования бизнес-процессов экономических институтов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Имплантиция парадигмальных по качеству экономических институтов [1] – предприятий (рис. 1) – в состояние функционирования парадигмального по качеству институционального поля экономики (рис. 2) инструментами лоодерной институциональной матрицы – петли качества (рис. 3) – расширяет институциональное поле экономики с ядром парадигмального качества (рис. 4) до расслоенного институционально-экономического пространства, парадигмального качеству (рис. 5), как Гильбертова пространства [2].

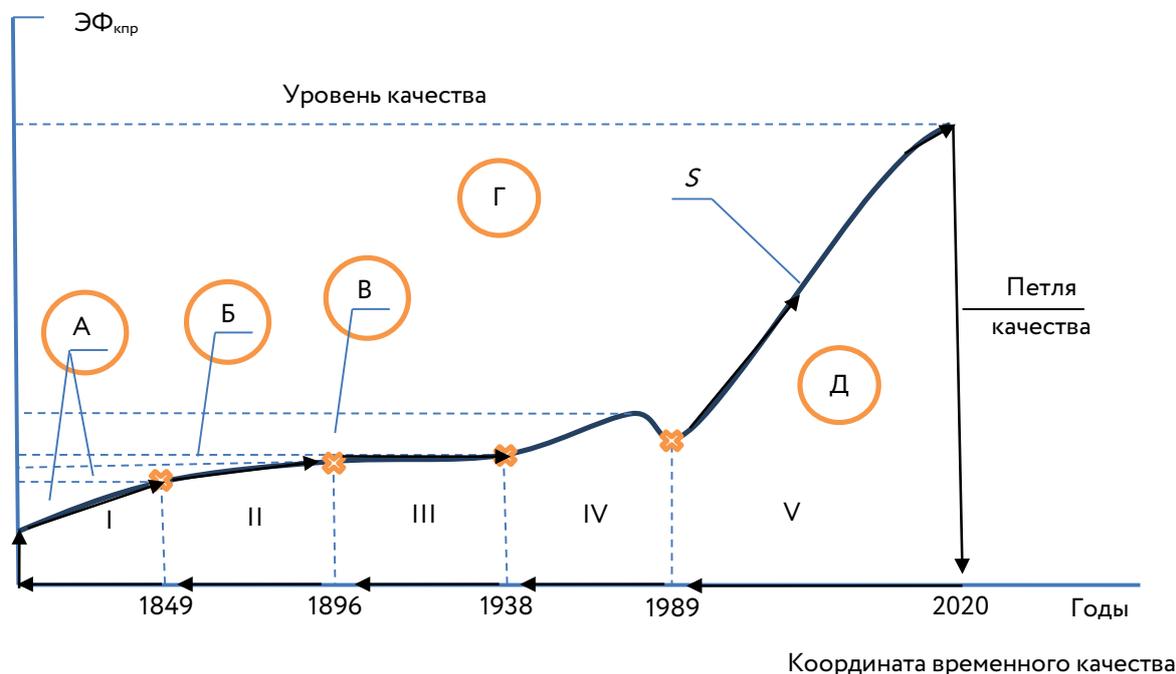


Рис. 1. Парадигмы качества предприятия:

ЭФ_{кпр} – эффективность качества предприятия; А – качество предприятия как философская категория; Б – качество предприятия как статическая экономическая категория; В – качество предприятия как статико-динамическая экономическая категория; Г – качество предприятия как динамическая экономическая категория; Д – зона состояния функционирования цифрового качества предприятия.

Парадигмы качества предприятия: I – философская: философское качество предприятия; II – механистическая: механистическое качество предприятия; III – кибернетическая: кибернетическое качество предприятия; IV – системная: системное качество предприятия; V – информационная (цифровая): информационное (цифровое) качество предприятия; S – S-образная кривая развития качества предприятия; ✕ – реперные точки (точки бифуркаций)

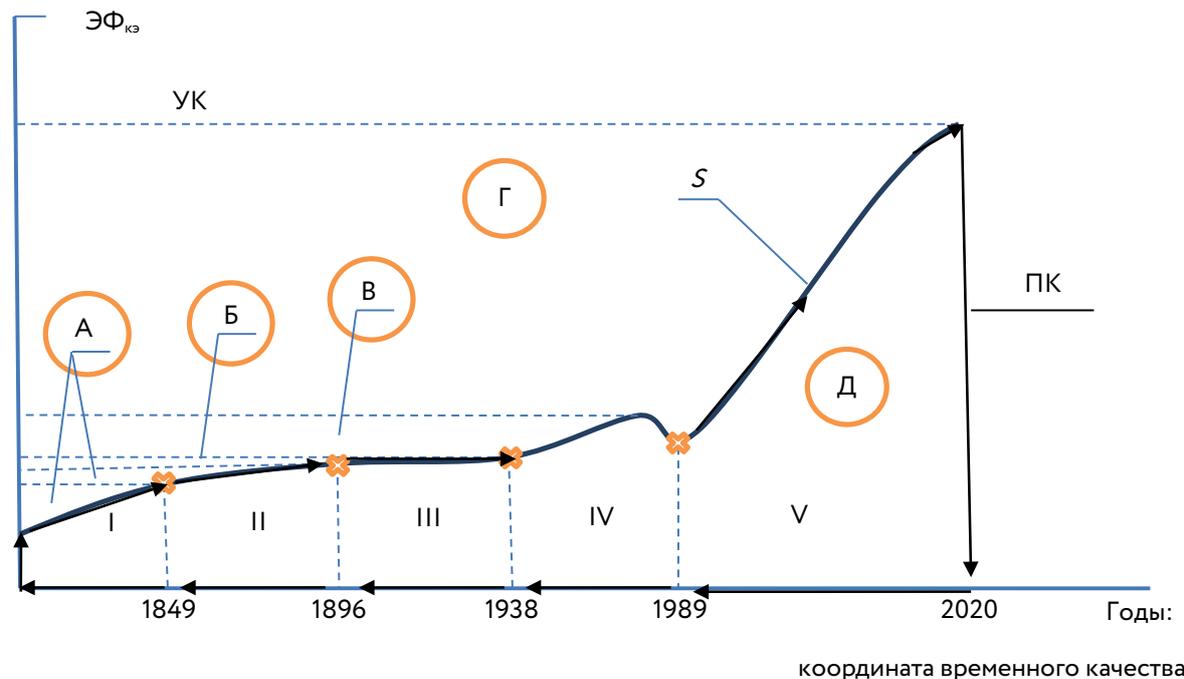


Рис. 2. Парадигмы качества экономики:

ЭФ_{кэ} – эффективность качества экономики; А – качество экономики как феноменологическая категория; Б – качество экономики как статическая экономическая категория; В – качество экономики как статико-динамическая экономическая категория; Г – качество экономики как динамическая экономическая категория; Д – зона состояния функционирования цифрового качества экономики.

Парадигмы качества экономики: I – философская: философское качество экономики; II – механистическая: механистическое качество экономики; III – кибернетическая: кибернетическое качество экономики; IV – системная: системное качество экономики; V – информационная (цифровая): информационное (цифровое) качество экономики; S – S-образная кривая развития качества экономики; ✕ – реперные точки (точки бифуркаций); УК – уровень качества экономики; ПК – петля качества экономики

Бизнес-процессы предприятия как «пульсары» результативности и эффективности экономического института выводят эффективность по парадигмальному качеству [3] жизненного цикла предприятия (рис. 6) до уровня устойчивого качества оптимального состояния и функционирования нестационарного предприятия.

Пульсация бизнес-процессов предприятия гарантирует и способствует:

1. уплотнению бесконечно мерного Гильбертова пространства;
2. выявлению ядра качества Гильбертова пространства, состояния и функционирования нечеткого множества экономических институтов: предприятий как Евклидова трехмерного пространства (рис. 7);
3. конструированию наблюдаемой и управляемой модульной структуры предприятия институционально-концептуальной матрицы 6М (рис. 8);
4. выявлению парадигмального по качеству институционально-экономического четырехмерного пространства Минковского с координатой временного парадиг-

мального качества (рис. 9) как ядра парадигмального качества Евклидова пространства (рис. 7);

5. формированию парадигм качества бизнес-процессов и их регулятивную направленность на формирование «маршрутной карты» программного регулирования парадигмального качества экономических процессов модульной структуры предприятия с целью обеспечения лоодерной эффективности и результативности устойчивого состояния и функционирования предприятия как экономического института;
6. выявлению лоодерных классификационных признаков эффективности:
 - социальной эффективности как эффективности в большом: институциональной эффективности;
 - парадигмы качества эффективности (рис. 10): дифференциальной эффективности;
 - экономической эффективности;
 - парадигмальной по качеству результативности (рис. 11) как эффективности в малом;
7. нахождению модели бизнес-процесса в виде логистической функции модельной эффективности лоодерного жизненного цикла предприятия (рис. 12).

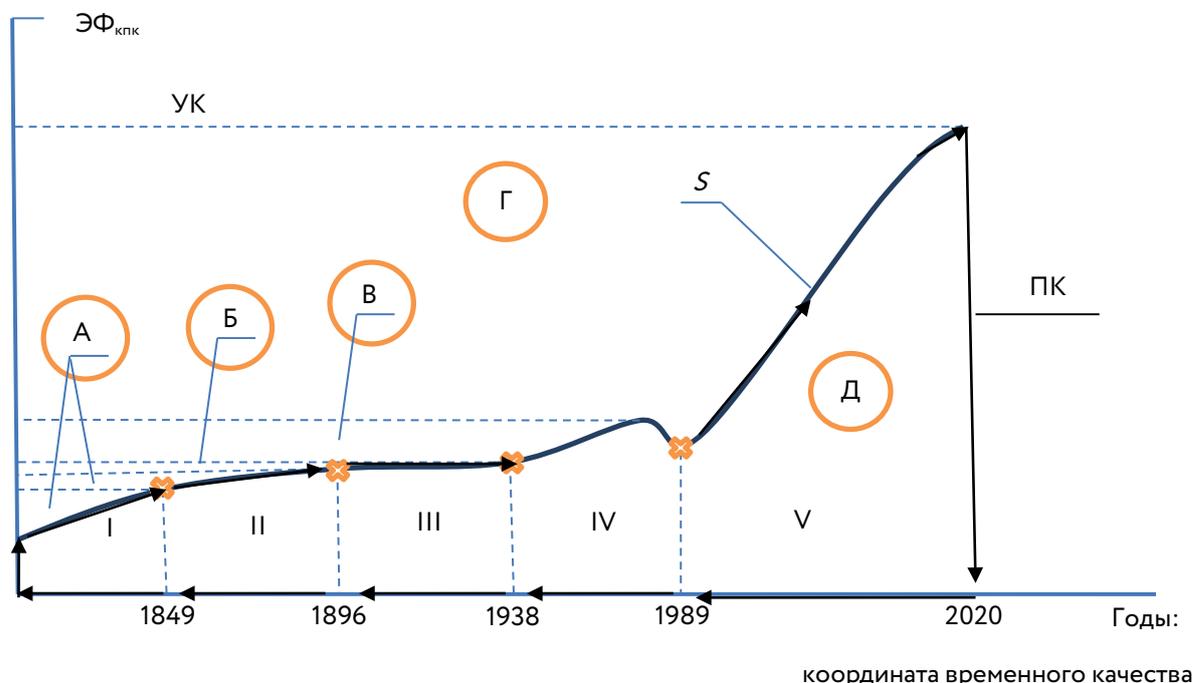


Рис. 3. Парадигмы качества петли качества:

$ЭФ_{кпк}$ – эффективность качества петли качества; А – качество петли качества как философская категория; В – качество петли качества как статическая экономическая категория; В – качество петли качества как статико-динамическая экономическая категория; Г – качество петли качества как динамическая экономическая категория; Д – зона состояния функционирования цифрового качества петли качества.

Парадигмы качества петли качества: I – философская: философское качество петли качества; II – механистическая: механистическое качество петли качества; III – кибернетическая: кибернетическое качество петли качества; IV – системная: системное качество петли качества; V – информационная (цифровая): информационное (цифровое) качество петли качества; S – S-образная кривая развития качества петли качества; * – реперные точки (точки бифуркаций); УК – уровень качества петли качества; ПК – петля качества петли качества

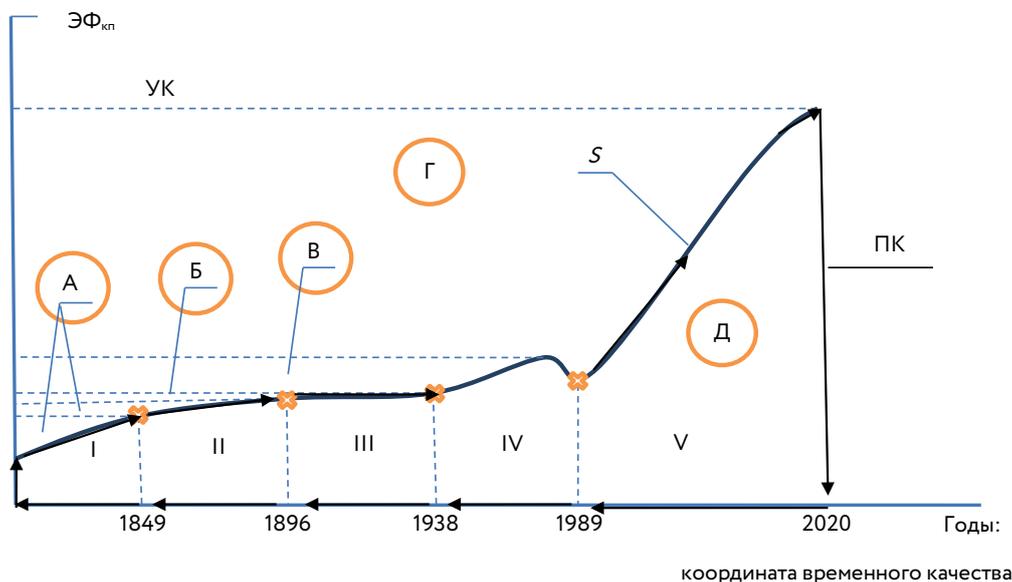


Рис. 4. Парадигмы качества институционального поля экономики:

ЭФ_{кп} – эффективность качества институционального поля; А – качество институционального поля как феноменологическая категория; Б – качество институционального поля как статическая экономическая категория; В – качество институционального поля как статико-динамическая экономическая категория; Г – качество институционального поля как динамическая экономическая категория; Д – зона состояния функционирования цифрового качества институционального поля.

Парадигмы качества институционального поля: I – философская: философское качество институционального поля; II – механистическая: механистическое качество институционального поля; III – кибернетическая: кибернетическое качество институционального поля; IV – системная: системное качество институционального поля; V – информационная (цифровая): информационное (цифровое) качество институционального поля; S – S-образная кривая развития качества институционального поля; ✕ – реперные точки (точки бифуркаций);

УК – уровень качества институционального поля; ПК – петля качества институционального поля

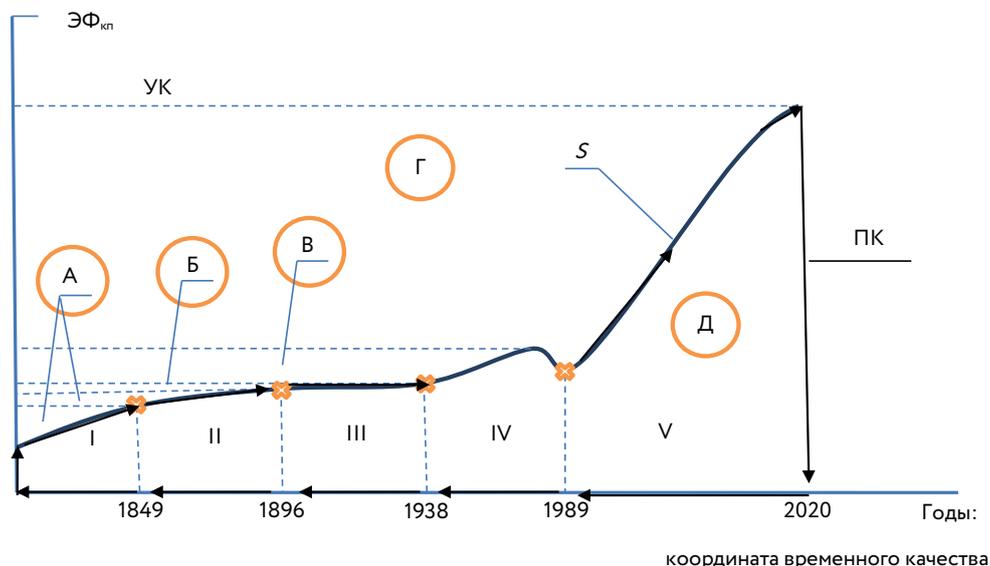


Рис. 5. Парадигмы качества институционально-экономического пространства:

ЭФ_{кпэл} – эффективность качества институционально-экономического пространства; А – качество институционально-экономического пространства как философская категория; Б – качество институционально-экономического пространства как статическая экономическая категория; В – качество институционально-экономического пространства как статико-динамическая экономическая категория; Г – качество институционально-экономического пространства как динамическая экономическая категория; Д – зона состояния функционирования цифрового качества институционально-экономического пространства.

Парадигмы качества институционально-экономического пространства: I – философская: философское качество институционально-экономического пространства; II – механистическая: механистическое качество институционально-экономического пространства; III – кибернетическое качество институционально-экономического пространства; IV – системная: системное качество институционально-экономического пространства; V – информационная (цифровая): информационное (цифровое) качество институционально-экономического пространства; S – S-образная кривая развития качества институционально-экономического пространства; ✕ – реперные точки (точки бифуркаций); УК – уровень качества институционального поля; ПК – петля качества институционального пространства

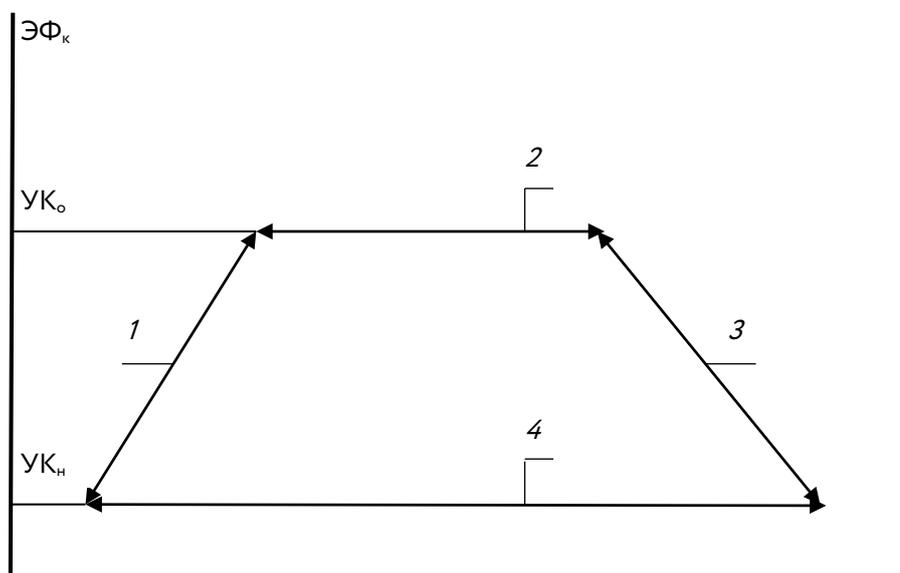


Рис. 6. Жизненный цикл оптимального состояния функционирования экономического института: предприятия:

ЭФк – эффективность качества; 1 – платформа «восходящего» качества предприятия; 2 – платформа оптимального качества нестационарного предприятия; 3 – платформа «нисходящего» качества предприятия; 4 – платформа начального уровня качества стационарного предприятия УКн; УКo – оптимальный уровень качества нестационарного предприятия

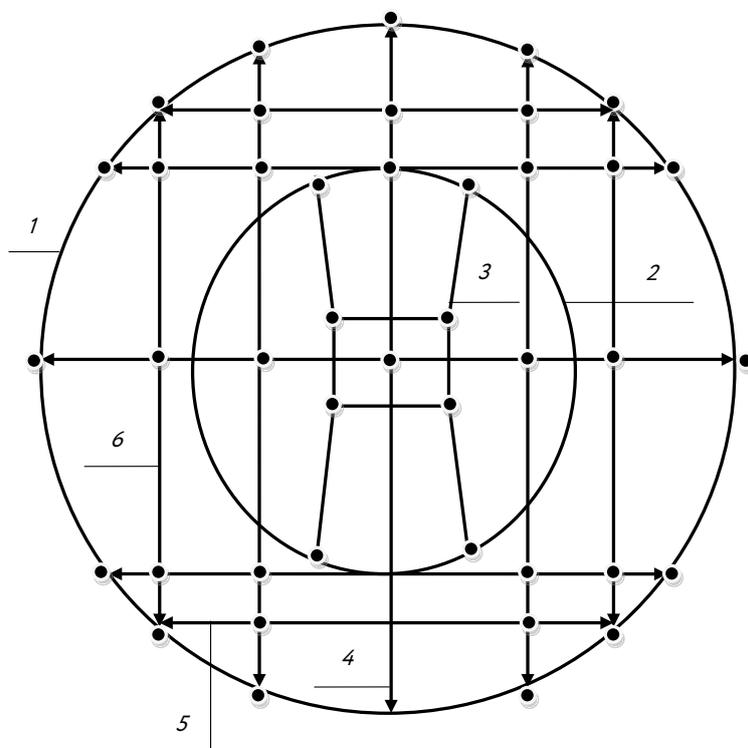


Рис. 7. Формирование расслоенного институционально-экономического пространства Минковского:

1 – расслоенное институционально-экономическое Гильбертово пространство; 2 – расслоенное институционально-экономическое Евклидово пространство; 3 – расслоенное институционально-экономическое пространство Минковского; 4 – платформа временного комплексного парадигмального качества; 5 – горизонтальные и вертикальные платформы концептуально-модульного (ящичного) «конструирования» экономических институтов: предприятий; 6 – институциональная матрица «конструирования» экономических институтов: предприятий; • – «пульсары» эффективности парадигмального качества бизнес-процессов экономических институтов – предприятий

Ядром качества эффективности комплементарной системы вложенных пространств выступает, как правило, расслоенное институционально-экономическое пространство

Минковского состояния функционирования имплантируемых (сконструированных) экономических институтов: предприятий по модульной (ящичной) концепции 6ЯМ.

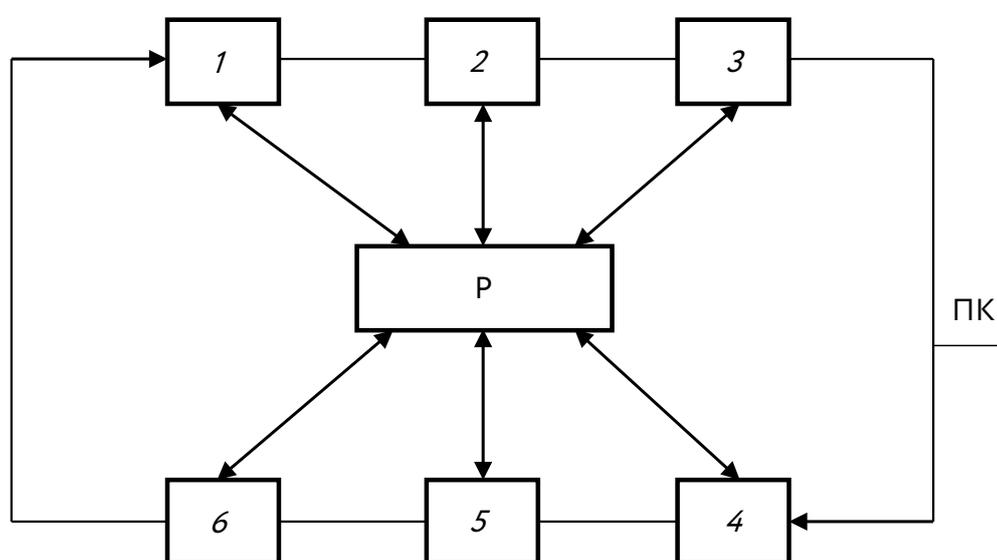


Рис. 8. Модульное (ящичное) конструирование состояния и функционирования экономического института по концепции 6М:

1 – модуль (ящик) М1; 2 – модуль (ящик) М2; 3 – модуль (ящик) М3; 4 – модуль (ящик) М4; 5 – модуль (ящик) М5; 6 – модуль (ящик) М6; P – регулятор эффективности по парадигмальному качеству экономического института – предприятия; ПК – петля качества

Согласно этой концепции для устойчивого и эффективного состояния функционирования экономического института необходимо и достаточно наличие пульсаров эффективности по парадигмальному качеству бизнес-процессов во всех модулях (ящиках) матричной лоодерной структуры (рис. 8) имплантируемого экономического института – предприятия. Нестационарность поведения предприятий по петле парадигмального качества временной координаты парадигмального качества расслаивает и осваивает их состояние функционирования в

трех подпространствах (слоях) Минковского [4]: подпространстве Минковского 1 реального Re уровня парадигмального качества состояния функционирования предприятий, подпространстве Минковского 2 комплексного уровня парадигмального качества $UK = Re + iIm$, где Im – виртуальный уровень парадигмального качества и подпространстве Минковского 3 виртуального Im уровня парадигмального качества жизненного цикла состояния функционирования устойчивых и эффективных экономических институтов – предприятий.

В каждой точке расслоенного по парадигмальному качеству институционально-экономического пространства Минковского обнаруживаются и существуют вследствие институционального эффекта «припасовывания» класте-

ры экономических институтов: предприятий различных уровней парадигмального качества (Re , $Re + iIm$, $Im -$ уровни парадигмального качества) в пропорциях согласно принципам золотого сечения предприятий.

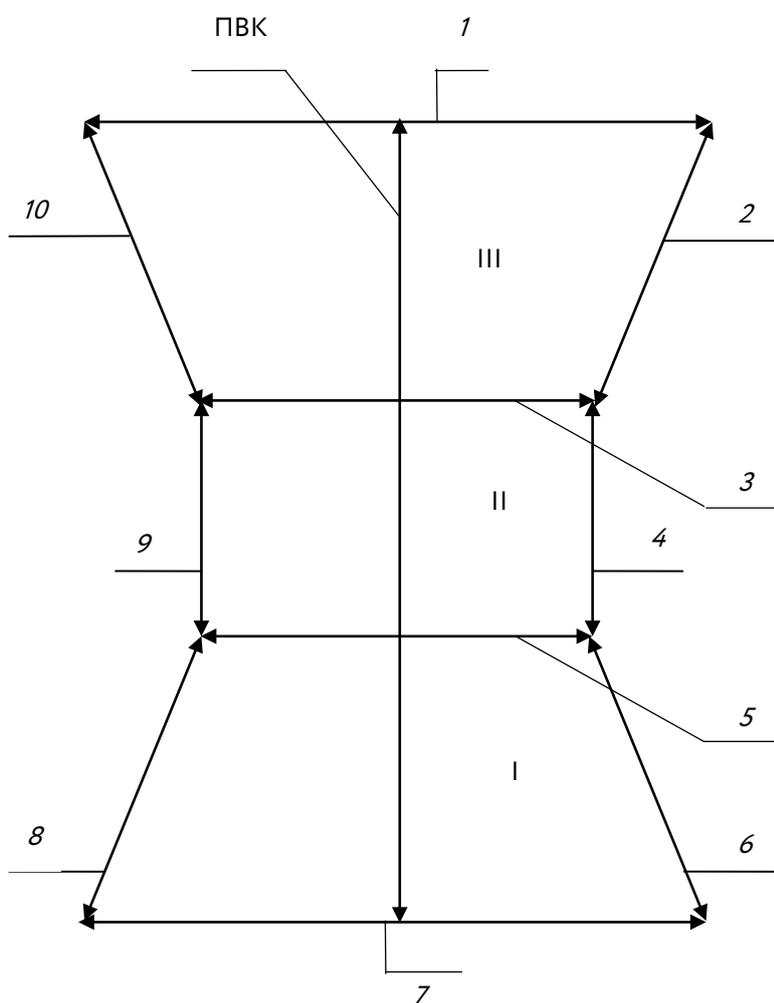


Рис. 9. Расслоенное институционально-экономическое пространство Минковского состояния и функционирования экономических институтов – предприятий:

1, 7 – платформы эффективности; 3, 5 – платформы гармонизации; 2, 4, 6, 8, 9, 10 – платформы экономической безопасности; I – подпространство аналоговой экономики; II – подпространство аналого-цифровой экономики; III – подпространство цифровой экономики; ПВК – платформа временного качества как временная координата пространства Минковского

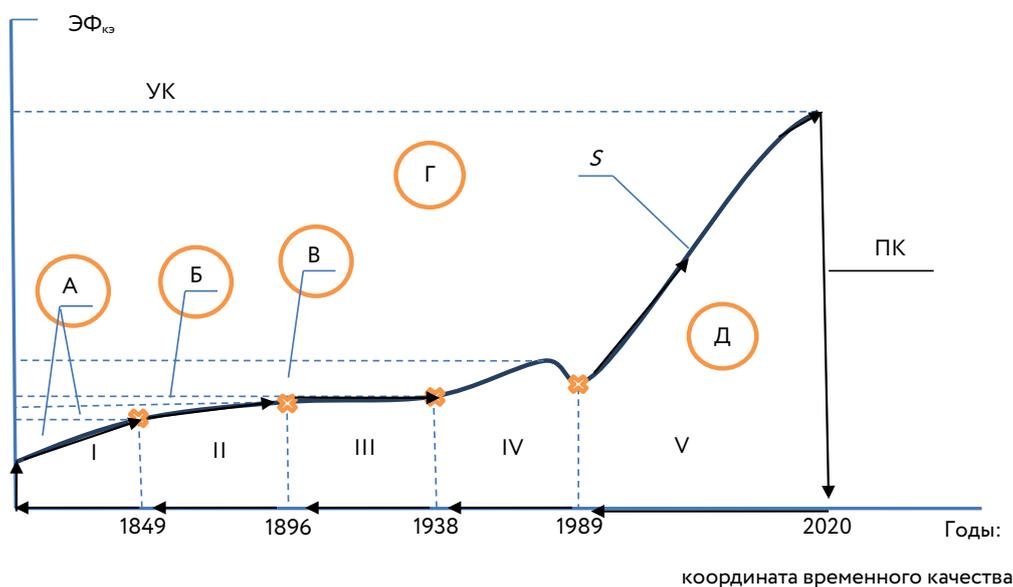


Рис. 10. Парадигмы качества эффективности:

ЭФ_{эф} – эффективность качества эффективности; А – качество эффективности как философская категория; В – качество эффективности как статико-динамическая экономическая категория; Г – качество эффективности как динамическая экономическая категория; Д – зона состояния функционирования цифрового качества эффективности.

Парадигмы качества эффективности: I – философская: философское качество эффективности; II – механистическая: механистическое качество эффективности; III – кибернетическая: кибернетическое качество эффективности; IV – системная: системное качество эффективности; V – информационная (цифровая): информационное (цифровое) качество эффективности; S – S-образная кривая развития качества эффективности; ✕ – реперные точки (точки бифуркаций); УК – уровень качества эффективности; ПК – петля качества эффективности

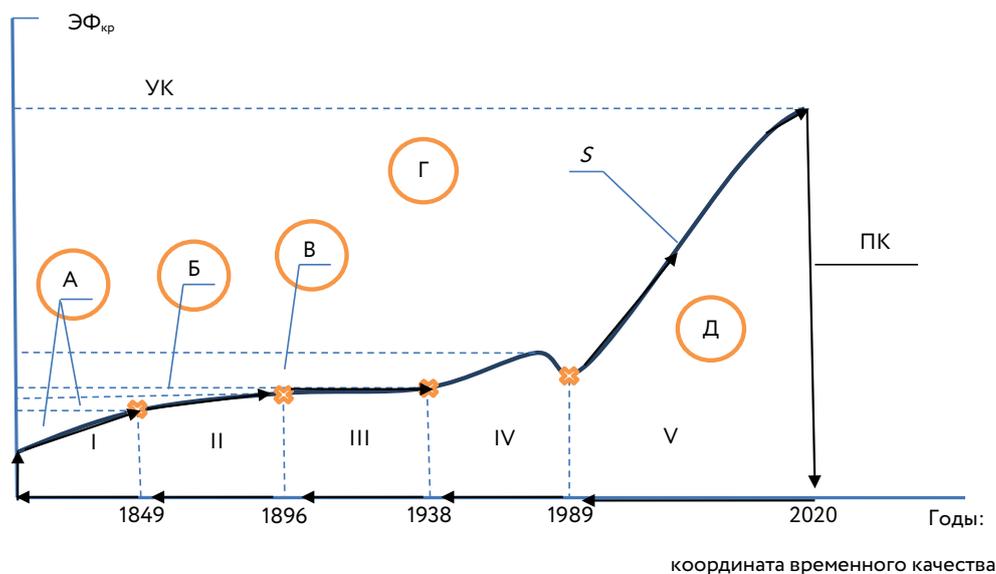


Рис. 11. Парадигмы качества результативности:

ЭФ_{кр} – эффективность качества результативности; А – качество результативности как феноменологическая категория; В – качество результативности как статико-динамическая экономическая категория; Г – качество результативности как динамическая экономическая категория; Д – зона состояния функционирования цифрового качества результативности.

Парадигмы качества результативности: I – философская: философское качество результативности; II – механистическая: механистическое качество результативности; III – кибернетическая: кибернетическое качество результативности; IV – системная: системное качество результативности; V – информационная (цифровая): информационное (цифровое) качество результативности; S – S-образная кривая развития качества результативности; ✕ – реперные точки (точки бифуркаций); УК – уровень качества результативности; ПК – петля качества результативности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренный подход позволяет идентифицировать бизнес-процессы предприятия как «пульсары» результативности и эффективности его функционирования. При этом они связаны с качеством жизненного цикла предприятия и способствуют его повышению до уровня устойчивого качества оптимального состояния и функционирования нестационарного предприятия.

Рассмотрение состояния функционирования бизнес-процессов предприятия через четырехмерное про-

странство Минковского позволяет объединить физическое представление о функционировании объектов изучения и управленческую практику, выявить парадигмальное по качеству институционально-экономическое пространство функционирования предприятия и его бизнес-процессов, идентифицировать их регулятивную направленность на формирование «маршрутной карты» программного регулирования парадигмального качества экономических процессов, выявлению лоодерных классификационных признаков эффективности нахождения модели бизнес-процесса в виде логистической функции модельной эффективности лоодерного жизненного цикла предприятия.

Список использованных источников и литературы

1. Герасимова Е.Б., Герасимов Б.И., Евсейчев А.И. Феноменология стандартизации: этюды – 2018: монография. – М.: Кнорус. 2019. 206 с.
2. Морен К. Методы Гильбертова пространства. – М.: Мир, 1965. 572 с.
3. Герасимова Е.Б. Гармонизация феноменологических процессов экономического анализа в условиях цифровой экономики: парадигмы качества нейронных сетей состояния функционирования экономических институтов (хозяйствующих субъектов) // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 5. (57). С. 82–87.
4. Сазанов А.А. Четырехмерная модель мира по Минковскому. – М.: Изд-во ЛКИ, 2017. 288 с.

FORMATION OF THE STRATIFIED INSTITUTIONAL AND ECONOMIC SPACE OF THE MINKOWSKI LOODER STATE OF THE FUNCTIONING OF BUSINESS PROCESSES OF ECONOMIC INSTITUTIONS: ENTERPRISES

Gerasimova E.B., Doctor of Economics, Professor of the Financial University under the Government of the Russian Federation

A route map of movement along the coordinate of the time quality of the stable state of the functioning of business processes in stratified institutional and economic spaces up to the Minkowski institutional and economic space is proposed.

The inclusion of paradigmatic economic institutions in the state of functioning of the paradigmatic institutional field of the economy expands this field to a stratified institutional-economic space, paradigmatic to quality, as a Hilbert space.

The business processes of the enterprise as "pulsars" of the effectiveness and efficiency of the economic institute bring the efficiency of the paradigmatic quality of the life cycle of the enterprise to the level of sustainable quality of the optimal state and functioning of a non-stationary enterprise.

The pulsation of the business processes of the enterprise guarantees and contributes to the identification of the core of the quality of the Hilbert space, the construction of the observed and controlled modular structure of the enterprise of the institutional-conceptual matrix $6M$, the identification of the paradigmatic quality of the institutional-economic four-dimensional Minkowski space, the formation of paradigms of the quality of business processes and their regulatory focus on the formation of a "route map" of program regulation of the paradigmatic quality of economic processes, identification of looder classification signs of efficiency, finding a business process model in the form of a logistic function of the model efficiency of the looder life cycle of the enterprise.

Keywords: space, quality, condition, functioning, economic process, business process, institute, enterprise, looderity.

References

1. Gerasimova E.B., Gerasimov B.I., Evseichev A.I. The phenomenology of standardization: etudes – 2018: monograph. – Moscow: Knorus. 2019. 206 p.
2. Moren K. Methods of Hilbert space. – M.: Mir. 1965. 572 p.
3. Gerasimova E.B. Harmonization of phenomenological processes of economic analysis in the digital economy: paradigms of the quality of neural networks of the state of functioning of economic institutions (economic entities) // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2020. No. 5. (57). Pp. 82–87.
4. Sazanov A.A. A four-dimensional model of the world according to Minkovsky. – M.: LKI Publishing House, 2017. 288 p.

ПОСТРОЕНИЕ КООПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ОТНОШЕНИЙ МЕЖДУ ХОЗЯЙСТВУЮЩИМИ СУБЪЕКТАМИ

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

Статья посвящена деятельности организаций в рамках кооперации, способствующей увеличению совокупного богатства и оптимизации производства, удовлетворению интересов общества в целом.

К основным предпосылкам развития кооперации в мире можно отнести стремление к концентрации технологий, глобализации экономики, переход к постиндустриальному обществу. Автором представлены основные направления развития кооперации как формы взаимодействия промышленных предприятий, определены общие черты управления межрегиональной промышленной кооперацией при производстве наукоемкой продукции.

Предмет исследования – кооперационные системы для создания устойчивых отношений между хозяйствующими субъектами.

Цель исследования – выбор вариантов и приоритетов построения кооперационных систем как способа воплощения межрегиональной промышленной кооперации при производстве наукоемкой продукции.

Предложено авторское определение комплекса задач построения кооперационных систем в пирамиде задач межрегиональной промышленной кооперации.

Ключевые слова: кооперационная система, создание устойчивых отношений, хозяйствующие субъекты, участники процесса, комплекс задач, пирамида взаимоотношений, промышленная кооперация.

Многие авторы рассматривают вопросы построения кооперационных систем и предлагают собственные подходы к описанию сущности данного процесса. Например, Евсеев А. относит к задачам данного типа «любые изменения в структуре капитала участников, производственных связях или в активах, не являющиеся частью регулярного делового цикла хозяйствующих субъектов, вовлеченных в кооперационную систему» [1].

В свою очередь, Страхова Л.П. и Бутковская Г.В. рассматривают построение кооперационных систем как «целенаправленный процесс проведения ряда мероприятий организационного, финансового и технического характера, позволяющих хозяйствующим субъектам улучшить свое экономическое состояние за счет совместного использования ресурсов» [2].

Водачек Л. предлагает рассматривать построение кооперационных систем как «комплексное взаимосвязанное изменение структур, обеспечивающих нормальное функционирование хозяйствующих субъектов» [3]. Аистова М.Д. понимает под построением кооперационных систем «радикальные изменения различных элементов деловой структуры участников (имущества, фондов, персонала, принятия решений и др.)» [4]. Тутунджян А.К. придержива-

ется мнения, что «трансформация экономических отношений на микроуровне представляет собой процесс адаптации экономической системы конкретного хозяйствующего субъекта независимо от масштабов и организационно-правовой формы к меняющимся условиям функционирования в составе кооперационной системы и состоянию его внешней среды, которая может быть внутренней средой для межрегиональной промышленной кооперации» [5].

Основные направления развития кооперации как формы взаимодействия промышленных предприятий:

1. Укрупнение производства и повышение значимости кооперационных производственных систем в экономике России и мировом хозяйстве. Развитие хозяйственных связей в форме кооперации характеризуется как преимуществами (доступ к дешевым ресурсам, разнообразие каналов сбыта, высокий спрос со стороны квалифицированных специалистов, достаточный инвестиционный ресурс для создания наукоемкой продукции), так и недостатками (низкая скорость реакции на колебания спроса на продукцию, сложная система разработки, согласования и принятия решений, возможность конфликтов между участниками кооперационной системы).

2. Значительно усложняется понятие активов и собственности кооперационной системы и совокупных ресурсов. В кооперационной системе возможны два варианта развития: внутренний рост через накопление совокупного капитала и внешний – путем вовлечения новых участников. Процесс вовлечения формируют лидеры рынка, которые, в свою очередь, способствуют возникновению сверхмощных глобальных кооперационных систем.
3. Усиление роли руководства в управлении хозяйственными связями в рамках межрегиональной промышленной кооперации, а также важность человеческого капитала. Эта тенденция тесно связана с растущей конкуренцией. Поэтому большинство крупных участников кооперационных систем развивают внутренние системы корпоративного управления, когда в органы корпоративного управления входят представители других участников взаимодействия, а также независимые эксперты, к принятию решения привлекаются аудиторские и консалтинговые компании [6].
4. Внедрение информационных и коммуникационных технологий. В условиях жесткой конкуренции кооперационные системы должны включать собственные информационные экосистемы. Развитый уровень информационного обеспечения производственной деятельности дает возможность участникам кооперационной системы быстро реагировать на изменения потребностей рынка, а повсеместное использование сети Интернет позволяет осуществлять большинство хозяйственных и управленческих операций в виртуальном пространстве [7].
5. Надрегионализация кооперационных систем, которая предусматривает межрегиональное развитие хозяйственных связей, что значительно расширяет масштаб производственной и инновационной деятельности участников взаимодействия, а это, в свою очередь, ведет к усилению их рыночного и научного потенциала. Использование возможностей межрегиональной промышленной кооперации также помогает быстрому продвижению товаров на другие рынки.
6. Активное применение инноваций, то есть создание участниками взаимодействия собственных подразделений инновационного развития, лабораторий и мастерских, аналитических департаментов, а также использование инновационного аутсорсинга и венчурного инвестирования. Причем инновационная деятельность осуществляется с вполне прикладными производственными целями, так как, по мнению Г.Г. Азгальдова и А.В. Костина, «инновация – это не всякое новшество или нововведение, а только такое, которое серьезно повышает эффективность действующей системы» [8].

В современной экономике отсутствует единый подход к определению дефиниции «межрегиональная промышленная кооперация», нет и комплексного исследования источников формирования и перспектив развития подобного типа производственных систем в системе хозяйственной интеграции [9]. Появление новых форм

межрегионального сотрудничества и организации движения ресурсов лишь добавляет научных проблем в исследовательской работе. Но наряду с этим можно выделить общие черты, характерные для управления межрегиональной промышленной кооперацией при производстве наукоемкой продукции:

- государственное регулирование, в том числе правовое, деятельности участников межрегиональной промышленной кооперации и усиление их влияния на экономику страны;
- государственная финансовая поддержка инновационной деятельности и предоставление льгот на использование ресурсов при разработке наукоемкой продукции;
- государственный контроль деятельности, выраженный, например, в форме участия представителей власти в органах корпоративного управления участников кооперационной системы;
- более выгодные условия доступа к ресурсам по сравнению с отдельными компаниями;
- более широкие возможности привлечения инвесторов для повышения эффективности деятельности участников кооперационной системы и уменьшения государственной финансовой поддержки;
- возможности расширения деятельности за пределы регионов присутствия участников;
- гибкость формирования производственно-технологических траекторий при создании и производстве наукоемкой продукции.

На основании данных положений можно конкретизировать место комплекса задач построения кооперационных систем в общей пирамиде задач межрегиональной промышленной кооперации (рис. 1), выявить приоритетные направления построения кооперационных систем и принять критерии их создания.

В результате исследования научных подходов к процессу и задачам построения кооперационных систем мы считаем возможным выделить следующие прикладные особенности процесса формирования кооперационных систем как организационной модели межрегиональной промышленной кооперации при производстве наукоемкой продукции:

- построение кооперационной системы изменяет набор и организационную взаимосвязь участников межрегиональной промышленной кооперации, корректируются параметры их деятельности и развития в соответствии с целями собственников и производственными задачами;
- множество аспектов построения кооперационной системы затрагивает интересы различных заинтересованных сторон;
- по мнению Клочая В.В., «построение кооперационной системы повышает уровень адаптивности структуры бизнесов к изменениям внешней среды и общим производственным стандартам, позволяет повысить эффективность взаимодействия участников коопера-



Рис. 1. Место комплекса задач построения кооперационных систем в пирамиде задач межрегиональной промышленной кооперации

ционной системы с товарными, фондовыми и финансовыми рынками» [10].

Можно выделить построение кооперационной системы как:

- среды взаимодействия бизнесов и реализации кооперационных траекторий в масштабах межрегиональной промышленной кооперации путем адаптации состава и структуры участников кооперационного взаимодействия;
- среды управления и организации совместной деятельности участников и среды управления персоналом в масштабах межрегиональной промышленной кооперации;
- совокупность бизнес-процессов отдельных ее участников;
- интерференция основных ресурсных параметров отдельных участников взаимодействия.

По нашему мнению, особенность межрегиональной промышленной кооперации при производстве наукоемкой продукции состоит в том, что субъектами построения кооперационных траекторий в ее рамках могут стать любые организационные единицы самых разных уровней: продуктовые направления, технологические цепочки, отдельные хозяйствующие субъекты. Иными словами, в зависимости от целей и задач кооперационную систему можно создавать на любом уровне отношений.

Построение кооперационной системы в форме межрегиональной промышленной кооперации, на наш взгляд, представляет собой целенаправленный процесс скоординированных на уровне заинтересованных сторон и одобренных государством изменений в количественном и качественном составе участников, предполагающий ввод или выведение из состава участников межрегиональной промышленной кооперации конкретных хозяйствующих субъектов, изменение их хозяйственных свойств либо перемещение между технологическими цепочками.

В частности, построение кооперационной системы на региональном уровне осуществляется, как правило, для сохранения того или иного хозяйствующего субъекта (например, играющего важную социальную роль в регионе) как необходимого участника региональной экономики, повышения качества результатов его деятельности и конкурентоспособности. В сущности, построение кооперационной системы на региональном уровне представляет собой адаптацию межрегиональной промышленной кооперации и ее участников к трансформации экономических условий в регионе [11].

Опыт показывает, что в современных условиях для повышения конкурентоспособности или обеспечения роста рыночной стоимости участников межрегиональной промышленной кооперации указанных мер бывает недостаточно. Поэтому важно использовать набор адекватных критериев и направлений для построения коопераци-

онных систем именно в межрегиональном масштабе. Мы считаем, что это можно осуществлять по следующим направлениям:

1. Виды наукоемкой продукции – путем составления кооперационных траекторий взаимодействия при производстве конкретных образцов продукции в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности.
2. Категории ресурсов – путем создания специализированных блоков хозяйствующих субъектов, которым необходим доступ к определенным категориям ресурсов, например, ограниченного доступа или рыночным ресурсам.
3. Продукты – путем выделения в условно самостоятельные кооперационные траектории входящих в соответствующие технологические цепочки хозяйствующих субъектов с присоединением вспомогательных бизнесов, а также ключевых поставщиков и подрядчиков.
4. Категории клиентов – в зависимости от свойств и параметров клиента (например, государственный или зарубежный заказчик, регион, рынок) в рамках межрегиональной промышленной кооперации создаются сбытовые блоки, обслуживающие определенную категорию и формирующие заказ для других участников в соответствии с пожеланиями или требованиями конкретной категории клиентов.

Одно из наиболее важных направлений построения кооперационных систем – изменение состава активов, вовлеченных в межрегиональную промышленную кооперацию (в частности, для диверсификации портфеля наукоемкой продукции или перечня вовлеченных регионов), непосредственно связанное со сменой подходов к производственному процессу в конкретной кооперационной траектории, призванной повысить эффективность всех продуктовых блоков или этапов инновационного процесса.

Данная схема наиболее проста и понятна заинтересованным сторонам межрегиональной промышленной кооперации, особенно когда избыточное имущество участников кооперационной системы часто служит балластом для основных продуктов. По мнению Хонходжаева Ф.Т., «построение кооперационной системы осуществляется для повышения качества управления всеми вовлеченными хозяйствующими субъектами, увеличения эффективности деятельности и конкурентоспособности выпускаемых продуктов, роста производительности труда, снижения производственных затрат, улучшения финансово-экономических результатов деятельности, а также стабилизации эффекта для заинтересованных сторон» [12].

Акцент только на изменении состава производственных активов или вовлекаемого в кооперационную систему имущества, как правило, недостаточное условие достижения требуемого заинтересованными сторонами уровня

эффективности использования активов и нормы возврата на вложенные ресурсы. Избавление участников межрегиональной промышленной кооперации от непрофильных активов дает дополнительный доход от продажи лишнего имущества, позволяет существенно снизить размер непрофильных, в том числе непроизводственных, затрат.

Однако процесс вывода непрофильных активов может быть заблокирован заинтересованными сторонами, так как одна из задач межрегиональной промышленной кооперации – вовлечение таких активов в хозяйственный оборот для повышения их эффективности [13]. Дополнительные затраты на использование непрофильных активов могут быть оптимизированы за счет вовлечения таких активов в другие кооперационные траектории, что приведет к росту фондовооруженности и снизит расходы на поддержание должного уровня готовности оборудования, в частности, имеются в виду затраты на электроэнергию, ремонт, охрану объектов и обучение персонала.

Строить кооперационную систему следует с учетом долгосрочной перспективы развития участников и заинтересованных сторон межрегиональной промышленной кооперации. Как справедливо отмечает Валдайцев С.В., «идеология построения кооперационных систем должна быть направлена, в первую очередь, на улучшение способности участников и заинтересованных сторон получать регулярные надежные доходы от продаж той или иной продукции (товаров, услуг), в том числе наукоемкой, а также изготовленной с привлечением других хозяйствующих субъектов» [14].

В процессе построения кооперационных систем должна формироваться система базовых резервов, чтобы в нужный момент поддержать новые продукты и технологии, внедряемые участниками межрегиональной промышленной кооперации. Устойчивость участников такой кооперации, как правило, сильнее всего зависит от регулярности ресурсного потока, которая определяется качеством выполнения заинтересованными сторонами поставленных перед ними задач.

По нашему мнению, строить кооперационные системы нужно комплексно для достижения синергетического эффекта. Например, для привлечения инвестиций и реализации программ стратегического развития участников межрегиональной промышленной кооперации целесообразно решить проблемы с накопившейся задолженностью, урегулировать взаимоотношения с кредиторами и обеспечить положительное платежное сальдо потенциального участника. Для решения проблем с накопившейся задолженностью и урегулирования взаимоотношений с кредиторами можно, в том числе, привлечь инвестиции и реализовывать совместные программы развития.

Органы управления могут развести хозяйствующие субъек-

екты в специальные продуктовые портфели и стимулировать создание кооперационных траекторий на основании утвержденных бюджетных показателей и стратегических установок государства. Особенности процесса создания кооперационных систем в рамках межрегиональной промышленной кооперации зависят от конкретных продуктовых преимуществ, размеров государственной или региональной помощи и т. д. Содержание мероприятий, масштабы и сложность программы построения кооперационных систем определяются преимущественно экономическим потенциалом регионов, вовлеченных в межрегиональную промышленную кооперацию.

Если у заинтересованных сторон, органов управления межрегиональной промышленной кооперацией есть опытные специалисты в сфере управления и технологий, то потенциал успешного построения кооперационной системы достаточно высок. Приоритетные мероприятия по построению кооперационных систем определяются составом продуктов, выпускаемых участниками межрегиональной промышленной кооперации, и рыночной ситуацией, сложившейся к началу формирования кооперационных связей.

Это особенно важно для хозяйствующих субъектов, которые оперируют на глобальных рынках. Как показывает опыт формирования межрегиональной промышленной кооперации, на особенности организации и построения кооперационных систем оказывают влияние следующие факторы:

- масштаб межрегиональной промышленной кооперации, а также хозяйствующих субъектов, создающих кооперационную систему, и качественный состав входящих в нее хозяйствующих субъектов;
- текущее финансовое состояние основных участников межрегиональной промышленной кооперации по параметрам ликвидности, платежеспособности и рентабельности;
- принадлежность участников кооперационного взаимодействия в масштабах межрегиональной промышленной кооперации к конкретным видам экономической деятельности с учетом родовых преимуществ и недостатков, в частности, устанавливающих технологические взаимосвязи между участниками;
- распределение участников межрегиональной промышленной кооперации по регионам, определяющее влияние на региональные и местные бюджеты;
- размер и потенциал государственной поддержки видов экономической деятельности, осуществляемой потенциальными участниками межрегиональной промышленной кооперации;
- территориальные приоритеты, зависящие, в частности, от региональных программ развития региональной экономики и бюджетных ресурсов, предусмотренных для стимулирования программ по созданию межрегиональных кооперационных систем;

- экономическая ситуация на рынках ключевых наукоемких продуктов, создаваемых в рамках межрегиональной промышленной кооперации;
- социально-политические факторы: давление государства на экономику, судебная практика по спорам хозяйствующих субъектов, сальдо движения ресурсов в экономике, инвестиционный потенциал и т. п.

Последствия участия регионов в процессе построения кооперационных систем проявляются сразу и выражаются в росте основных показателей финансово-экономической деятельности участников кооперационного взаимодействия, а также других заинтересованных сторон межрегиональной промышленной кооперации. Эффекты наблюдаются не только в экономической среде, но и в социальной, экологической и административной.

Тем не менее, при неполном или некачественном выполнении основных мероприятий по созданию кооперационных систем, при осуществлении этих процессов в преступных целях может возникнуть относительно невысокий или обратный эффект. Поэтому важно использовать все доступные заинтересованным сторонам межрегиональной промышленной кооперации инструменты управления экономической безопасностью.

С учетом изложенных обстоятельств для повышения эффективности процедур оценки результатов построения кооперационных систем для всех заинтересованных сторон межрегиональной промышленной кооперации на систему оценочных коэффициентов, по нашему мнению, должны накладываться следующие рамочные ограничения:

1. Достаточная информативность – используемые параметры и оценочные показатели должны давать общую информацию об устойчивости экономического состояния межрегиональной промышленной кооперации в целом, участников кооперационного взаимодействия до и после вхождения в кооперационные траектории.
2. Позитивный характер – используемые параметры и коэффициенты должны быть положительно пропорциональными, т. е. повышение коэффициента свидетельствует об улучшении экономического состояния объекта анализа и наоборот.
3. Конечная область допустимых значений – все используемые показатели должны иметь количественные рамки, в которых допускается колебание числовых значений или доверительный диапазон изменений.
4. Достоверность информационной базы – все используемые коэффициенты должны рассчитываться только на основании достоверных данных, полученных из внутренних или внешних источников, в том числе в рамках единой информационной экосистемы.
5. Сравнимость и преемственность – используемые параметры должны быть пригодны для сравнительной оценки всех участников межрегиональной промышлен-

ленной кооперации не только по отношению к конкурентам, другим хозяйствующим субъектам, в том числе участникам корпорации, но и по отношению к предыдущим периодам.

Таким образом, процесс экономического обоснования при выборе вариантов и приоритетов построения кооперационных систем как способа воплощения межрегиональной промышленной кооперации при производстве

научоемкой продукции и оценки ее результативности представляет собой многоэтапный алгоритм, включающий различные мероприятия и действия. В частности, на первом этапе определяется конечная цель построения кооперационных систем.

Как уже отмечалось, построение кооперационных систем для создания устойчивых отношений между хозяйствующими субъектами в рамках межрегиональной промыш-

Список использованных источников и литературы

1. Евсеев А. Стратегии построения кооперационных систем компаний в условиях кризисной ситуации // Проблемы теории и практики управления. 1999. № 3. С. 109–113/
2. Страхова Л.П., Бутковская Г.В. Акционирование химических предприятий в современных условиях. // Менеджмент в России и за рубежом, 1999. № 2.
3. Водачек Л. Построение кооперационных систем – вызов чешским предприятиям // Проблемы теории и практики управления, 1999. № 1. С. 84–89.
4. Аистова М.Д. Построение кооперационных систем предприятий: вопросы управления. – М.: Альпина Паблшер, 2002. С. 45.
5. Тутунджян А.К. Построение кооперационных систем предприятий в условиях перехода к рыночной экономике: Проблемы теории и практики. – М.: ОАО «Экономика», 2000. С. 148.
6. Бондарская Т.А., Бондарская О.В. Институциональная экономика // Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. 320 с.
7. Бондарская Т.А., Бондарская О.В. Качество региональной экономики: анализ и перспективы // Социально-экономические явления и процессы, 2016. Т. 10, № 9. С. 11–17.
8. Азгальдов Г.Г., Костин А.В. Интеллектуальная собственность, инновации и квалиметрия // Экономические стратегии, 2008. № 2 (60). С. 162–164.
9. Бондарская Т.А., Бондарская О.В. Развитие региональной экономики как совокупный вектор стратегий инновационной системы // Социально-экономические тенденции развития мирового и российского рынков: теория и практика: материалы Международной научно-практической конференции (Саратов, 14 ноября 2014 года). – Саратов: Саратовский социально-экономический институт (ФИЛИАЛ) ФГБОУ ВПО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», 2015. С. 75–77.
10. Ключай В.В. Теория и практика функционирования государственных корпораций в российской экономике: монография. – М.: Анкил, 2009. 216 с.
11. Бондарская Т.А., Бондарская О.В., Гучетль Р.Г. Маркетинговый подход в муниципальном управлении // Устойчивое развитие: традиции местного самоуправления и современность: материалы Международной научно-практической конференции (27–28 мая 2019 года). – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2019. С. 129–133.
12. Хонходжаев Ф.Т. Механизмы государственного регулирования процесса реструктуризации (на примере горнопромышленной отрасли республики Таджикистан) // ГИАБ, 2011. № S-2-6. С. 26–32.
13. Петросян Е.В., Чархифалакян Л.В. Некоторые аспекты методики управления изменениями в энергетике // Вестник научных статей, ч. 2. – Ереван, 2020.
14. Валдайцев С. В. Антикризисное управление на основе инноваций. – М.: Велби, 2005. С. 240.

BUILDING COOPERATIVE SYSTEMS TO CREATE SUSTAINABLE RELATIONS BETWEEN ECONOMIC ENTITIES

Bondarskaya O.V., Candidate of Economics, docent, Associate Professor of the Department of Economic Security and Quality of the Tambov State Technical University

The article is devoted to the activities of organizations within the framework of cooperation, which is designed to increase aggregate wealth and optimize production, serve the interests of society as a whole. In particular, the main reasons for the development of cooperation around the world today include the desire to concentrate technologies, the globalization of the economy, as well as the gradual transition to a post-industrial society. In this regard, the author presents the main directions of development of cooperation as a form of interaction of industrial enterprises and identifies common characteristics used in the management of interregional industrial cooperation in the production of high-tech products.

The subject of the study is cooperative systems used to create stable relations between economic entities. The purpose of the study was to select options and priorities for building cooperative systems as a way to implement interregional industrial cooperation in the production of high-tech products. The author's definition of the complex of tasks of building cooperative systems in the pyramid of tasks of interregional industrial cooperation is proposed.

Keywords: cooperative system, to create stable relations, economic entities, participants in the process, a set of tasks, a pyramid of relationships, industrial cooperation.

References

1. Evseev, A. Strategies for building cooperative systems of companies in a crisis situation // Problems of theory and practice of management, No. 3, 1999. Pp. 109–113.
2. Strakhova L.P., Butkovskaya G.V. Corporatization of chemical enterprises in modern conditions // Management in Russia and Abroad, No. 2, 1999.
3. Vodacek, L. Building cooperative systems – a challenge to Czech enterprises // Problems of theory and practice of Management, No. 1, 1999. Pp. 84–89.
4. Aistova M. D. the Construction of cooperative systems: management issues. – M.: Al'pina publisher, 2002. – P. 45.
5. Tutunjan A.K. Construction of cooperative systems of enterprises in the conditions of transition to a market economy: Problems of theory and practice. – M.: Economics, 2000. – P. 148.
6. Bondarskaya, T.A., Bondarskaya, O.V. Institutional economics. – Tambov: Publishing house of FGBOU VO TSTU, 2016. – 320 p.
7. Bondarskaya, T.A., Bondarskaya, O.V. The quality of the regional economy: analysis and prospects // Socio-economic phenomena and processes. – 2016. – Vol. 10, No. 9. – Pp. 11–17
8. Azgal'dov G. G., Kostin A.V. Intellectual property, innovation and qualimetry // Economic strategies, 2008. – № 2 (60). – Pp. 162–164.
9. Bondarskaya, T.A., Bondarskaya, O.V. Development of the regional economy as a total vector of innovation system strategies // Socio-economic trends in the development of world and Russian markets: theory and practice: materials of the International Scientific and Practical Conference (Saratov, November 14, 2014). – Saratov: Saratov Socio-Economic Institute (flial) FTBOU VPO Plekhanov Russian University of Economics, 2015. Pp. 75–77.
10. Klochai, V.V. Theory and practice of functioning of state corporations in the Russian economy: monograph. – M.: Ankil, 2009. – 216 p.
11. Bondarskaya, O.V., Guchetl, R.G., Marketing approach in municipal management // Sustainable development: traditions of local self-government and modernity: materials of the International Scientific and Practical Conference (May 27–28, 2019). – Tambov: Publishing Center of FSBEI VO TSTU, 2019. Pp. 129–133.
12. Khonkhodzhaev F.T. Mechanisms of state regulation of the restructuring process (on the example of the mining industry of the Republic of Tajikistan) // GIAB. – 2011. – № S-2-6. Pp. 26–32.
13. Petrosyan, E.V., Charkhifalakyanyan, L.V. Some aspects of the methodology of change management in the energy sector // Bulletin of scientific articles, part 2. – Yerevan. 2020.
14. Valdaytsev, S.V. Anti-crisis management based on innovations. – M.: Velbi, 2005. P. 240.