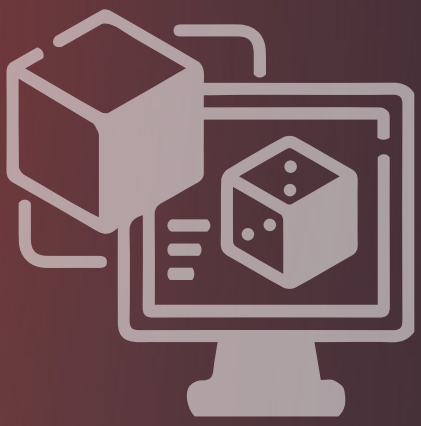
РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования

05/2024
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



РАЗРАБОТКА ОНТОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДОКУМЕНТОВ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОИСКА НТИ НА СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОАКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ



СЛОВО ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Уважаемый читатель!

Основу пятого номера журнала составили статьи аспирантов Российского института стандартизации и соискателей ученой степени кандидата технических наук.

Статьи аспирантов размещены в разделе «Диссертационные исследования» и содержат исследования в областях:

- развития web-ориентированных технологий в образовательной и научной сферах. Предлагается строить вэб-ориентированные информационные системы на основе многоуровневых моделей клиент-серверного взаимодействия на этапах подготовки электронных изданий;
- проактивный подход к обеспечению безопасности ИКТ с учетом их функциональных, архитектурно-технологических особенностей на начальных этапах жизненного цикла. Показаны пути реализации свойства проактивной безопасности при разработке, проектировании и испытаниях программных продуктов;
- использования средств искусственного интеллекта в образовательных программах. Дана оценка перспектив применения виртуальных педагогических агентов с искусственным интеллектом в системе цифрового университета.

Проблема автоматизированного поиска научно-технической информации на стадиях жизненного цикла наукоемкого изделия рассмотрена в статье аспиранта ФГБУН ВИНИТИ РАН Синкевича Е.А. Обоснован подход организации непрерывного поиска научно-технической информации по инновациям в отношении элементов наукоёмкого изделия в сетевых электронных ресурсах с использованием его цифрового двойника.

В разделе «Стандартизация и управление качеством продукции и услуг» представлена статья, направленная на решение проблемы установления оптимальных норм промышленной чистоты при создании авиационно-космической техники, которые позволят осуществить экономию средств, затраченных на обеспечение промышленной чистоты без снижения общего качества изделия.

Наш журнал примет участие в публикации материалов научно-практической конференции, приуроченной 100-летию со дня деятельности в области стандартизации и юбилейной пятой Российской технологической недели стандартизации.

Уважаемый читатель, мы информируем Вас об участии в выпуске сборника научных статей по шифрам научных специальностей ВАК:

- Стандартизация и управление качеством продукции и услуг (2.5.22);
- Информационные системы и процессы (2.3.8);
- Экономика инноваций (5.2.3).

Редакционная коллегия журнала обращает внимание, что публикация статей в журнале позволит аспирантам, докторантам, и соискателям представлять к защите диссертационные работы по научным специальностям 2.5.22, 2.3.8, 5.2.3, соответствующие квалификационным требованиям, предъявляемым ВАК, а членам диссертационного совета ФБГУ «Институт стандартизации» рецензировать статьи и повышать публикационную активность.

Ю.В. Будкин,
главный редактор журнала

iea.gostinfo.ru

ИНФОРМАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

5/2024 (80)

РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ СТАНДАРТИЗАЦИИ

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

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

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

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 17.10.2024.
Дата опубликования на сайте журнала iea.gostinfo.ru 17.10.2024.

Формат 60 × 90 1/8.
Усл. печ. л. 11,5.

УЧРЕДИТЕЛЬ

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

Свидетельство о регистрации СМИ
Эл № ФС77-85390.
Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 13.06.2023.

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, О.В. Сергеева
Дизайнер А.В. Хорошилова

АДРЕС РЕДАКЦИИ

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



© ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ СТАНДАРТИЗАЦИИ

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 24.02.2021 № 118):

- 2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки);

- 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства (технические науки);

- 5.2.23. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

БУДКИН Ю.В.
председатель, главный редактор журнала, советник генерального директора ФГБУ «Институт стандартизации», доктор технических наук, профессор

БУРЫЙ А.С.
заместитель председателя, заместитель начальника отдела научной деятельности ФГБУ «Институт стандартизации», 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, главный специалист ФГБУ "Институт стандартизации"

ГЕРАСИМОВА Е.Б.
профессор кафедры бизнес-аналитики Факультета налогов, аудита и бизнес-анализа ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», доктор экономических наук, профессор

ЖУРАВЛЕВА Т.Б.
ученый секретарь ФГБУ «НИЦИ» МИД России, доктор экономических наук, профессор, главный специалист ФГБУ "Институт стандартизации"

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, главный специалист ФГБУ "Институт стандартизации"

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, главный специалист ФГБУ "Институт стандартизации"

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

СУХОВ А.В.
старший научный сотрудник ФКУ «НПО «Специальная техника и связь», доктор технических наук, профессор, главный специалист ФГБУ "Институт стандартизации"

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

Содержание 5/2024 (80)

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДОКУМЕНТОВ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕРЕСАХ АНАЛИЗА ИХ НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ
Кулигина О.В. 4

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ

ПРОБЛЕМЫ УСТАНОВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ НОРМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧИСТОТЫ ПРИ СОЗДАНИИ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ
Круглов И.А. 14

ЭКОНОМИКА ИННОВАЦИЙ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НОТАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЕКТИРОВАНИЯ BPMN
Шмелёва А.Н. 19

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОИСКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ
Синкевич Е.А. 27

КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПОСТАНОВКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА РЕШЕНИЙ СУДЕБНО-ПОЧЕРКОВЕДЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ
Мистров Л.Е., Дубинцова Д.Г. 35

СИСТЕМНЫЕ ОСНОВЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СИНТЕЗА РЕШЕНИЙ СУДЕБНО-ПОЧЕРКОВЕДЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ
Мистров Л.Е., Дубинцова Д.Г. 50

ПОСТРЕЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ В РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНДОСКОПИЧЕСКИМ ВМЕШАТЕЛЬСТВОМ
Немковский Г.Б. 65

ДИССЕРТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОАКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Бурый А.С., Исаенко И.В. 73

РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К ИЗДАТЕЛЬСКОМУ WEB-ПРИЛОЖЕНИЮ
Бурый А.С., Костылева К.В. 79

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ЦИФРОВОГО УНИВЕРСИТЕТА
Бурый А.С., Цаплина О. С. 85

Требования к статьям аспирантов и докторантов 92

УДК 006.053 : 004

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДОКУМЕНТОВ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕРЕСАХ АНАЛИЗА ИХ НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТИ

Кулигина О.В., ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России», Россия, г. Воронеж

Анализируется процесс проведения экспертизы документов по стандартизации в целях выявления проблемных вопросов при его проведении. Приводится краткий обзор современного состояния применения онтологического моделирования в различных предметных областях, в том числе при формировании терминосистемы предметной области. Предлагается порядок действий по созданию онтологических моделей в области защиты информации и проверке их на непротиворечивость в целях повышения качества экспертизы документов по стандартизации за счет снижения негативных последствий, появляющихся вследствие использования в качестве исходных данных неполного объема информации, подлежащего анализу при экспертизе.

Приводятся способы формализации знаний, заложенных в документах по стандартизации в области защиты информации, с использованием онтологических моделей, а также критерии принятия решения о наличии в них противоречий.

Ключевые слова: онтологическая модель документа, критерии непротиворечивости онтологических моделей документов, обобщенный алгоритм анализа на непротиворечивость онтологических моделей.

Цитирование: Кулигина О.В. Методический подход к разработке онтологических моделей документов по стандартизации в области защиты информации в интересах анализа их непротиворечивости // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5 (80). С. 4–13.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время происходит обновление фонда нормативных правовых актов, методических документов и документов по стандартизации, входящих в систему документов в области защиты информации (ЗИ). Необходимость обновления системы документов обусловлена тем, что в современных условиях развития науки и техники появляются новые информационные технологии, технические каналы утечки информации, возрастает количество объектов защиты (ОЗ), к которым, например, относят информационные (автоматизированные) системы. При этом такое обновление предполагает проведение работ, целью которых является актуализация требований документов в области ЗИ путем пересмотра действующих и разработки новых документов.

В ранее проведенных исследованиях [1] была выявлена взаимосвязь между положениями документов, относящихся к разным иерархическим уровням по сфере их действия и по функционально-целевому назначению. В развитие [1] в настоящей статье представлен методический подход к разработке онтологических моделей документов по стандартизации, а именно проектов национальных стандартов (далее – проекты стандартов) в области ЗИ, создаваемых в интересах анализа их непротиворечивости, который выполняется при проведении их экспертизы.

ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТОВ СТАНДАРТОВ

Экспертиза проектов стандартов регламентирована требованиями национального стандарта ГОСТ Р 1.6–2013[1] и направлена на выявление несоблюдения в них законодательства Российской Федерации, в том числе наличия противоречий действующим документам. В качестве противоречий между проектами стандартов и действующими документами рассматриваются противоречия в положениях, содержащих порядок и содержание работ в области ЗИ, качественные и (или) количественные характеристики мер и средств ЗИ, а также терминологические противоречия между различными терминами и их определениями. Экспертиза является трудоемким процессом, выполняемым в ограниченные сроки, и требует привлечения специалистов высокой квалификации, временной ресурс которых ограничен. Использование в качестве исходных данных неполного

[1] ГОСТ Р 1.6–2013. Стандартизация в Российской Федерации. Проекты стандартов. Правила организации и проведения экспертизы. – М.: Стандартинформ, 2014. – 13 с.

объема информации, подлежащего анализу при экспертизе проекта стандарта, характеризуется следующими последствиями: отсутствие (или неполное описание) требований по ЗИ на ОЗ влечет за собой недостатки в реализации мер по ЗИ, применении средств ЗИ и средств контроля эффективности ЗИ, последствиями которых является реализация опасных угроз безопасности информации.

В целях сокращения сроков проведения экспертизы и повышения ее качества предлагается ее автоматизировать путем построения онтологических моделей анализируемых документов с использованием программного средства (ПС) – редактора онтологических моделей Protégé.

ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ

В настоящее время применение онтологических моделей и их программных редакторов широко распространено в различных предметных областях, например в области науки и образования в целях формирования онтологии предметной области научной и методической деятельности высших учебных заведений [2], в области разработки автоматизированных систем управления промышленными комплексами, обеспечивающих корректное и надежное функционирование специальных организационно-технических систем, относящихся к критической информационной инфраструктуре Российской Федерации [3], а также в области ЗИ, и используется в целях:

- формирования упорядоченной и неизбыточной терминосистемы в интересах стандартизации терминов и понятий [4];
- проведения оценки безопасности информации за счет формирования взаимосвязанных факторов (угроз безопасности информации и уязвимостей информационных систем), влияющих на нарушение конфиденциальности, доступности и целостности информации и нарушения функционирования информационных систем и мер по ЗИ, нейтрализующих данные факторы [5], а также оценки угроз безопасности информации при работе с информационно-поисковыми системами и разработки технологии моделирования атак и противодействия им [6].

ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДОКУМЕНТОВ В ЦЕЛЯХ ПРОВЕРКИ ИХ НА НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТЬ

Создание онтологических моделей и проверка их на непротиворечивость в общем случае включают:

- выбор документа для построения эталонной онтологической модели;
- разработку баз знаний, состоящих из совокупности взаимосвязанных концептов, выражающих положения документов в виде взаимосвязанных элементов (атомарных концептов) и связей между ними, для эталонной и анализируемой онтологических моделей на основе действующих документов и разрабатываемого проекта стандарта;
- проверку онтологической модели, соответствующей проекту стандарта («анализируемой онтологической модели»), на ее непротиворечивость эталонной онтологической модели с использованием критериев непротиворечивости;
- формирование выводов о степени непротиворечивости анализируемой и эталонной онтологических моделей.

В статье приняты следующие основные ограничения и допущения:

- концептами-гипотезами называются элементы анализируемой онтологической модели, а концептами-аксиомами – эталонной онтологической модели;
- непротиворечивые концепты – концепты, объемы которых полностью или частично совпадают, а содержание совпадающих объемов этих понятий эквивалентно или находится в отношении «род – вид», «часть – целое»;
- проверка непротиворечивости осуществляется только в отношении взаимосвязанных концептов-гипотез и концептов-аксиом, содержащих общие ключевые атомарные концепты, их синонимы или атомарные концепты, находящиеся в отношении «род – вид» или «часть – целое»;
- решение о непротиворечивости анализируемой и эталонной онтологических моделей принимается на основе критериев принятия решения о непротиворечивости и обобщенного алгоритма анализа на непротиворечивость концептов онтологических моделей на основе попарного сравнения их элементов;
- анализируемая онтологическая модель считается непротиворечивой эталонной онтологической модели, если все взаимосвязанные концепты-гипотезы и концепты-аксиомы являются попарно непротиворечивыми;
- разрабатываемый документ считается непротиворечивым действующему документу, если их онтологические модели непротиворечивы;

Для снижения трудоемкости предварительной подготовки к разработке баз знаний используется ПС с открытым типом лицензии – синтаксический анализатор MaltParser, который позволяет разбить положения анализируемого документа на леммы, которые в последующем вносятся в виде атомарных концептов в ПС Protégé при создании концептов соответствующей базы знаний.

ФОРМАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ТЕРМИНОВ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Апробация подхода была проведена на примере сравнения на непротиворечивость определений термина «информационная технология», приведенного

в ГОСТ Р 59277–2020 и Федеральном законе. Определения термина «информационная технология», выбранные для иллюстрации процедуры анализа на непротиворечивость, приведены в табл. 1.

Примеры представления анализируемого и эталонного концептов «информационная технология», приведенных в табл. 1 в виде графов и сформированных с использованием синтаксического анализатора MaltParser, приведены на рис. 1 и 2.

Таблица 1

Вид экономической деятельности

ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОКУМЕНТА	ГОСТ Р 59277–2020[2], 3.24	ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН № 149-ФЗ[3], ст. 2
Термин	Определение термина	
Информационная технология	Методы, способы, приемы и процессы обработки (сбора, накопления, ввода-вывода, приема-передачи, хранения, поиска, регистрации, преобразования, анализа и синтеза, предоставления, отображения, распространения и уничтожения) информации с применением программных и технических средств	Процессы, методы поиска, сбора, хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов и методов

[2] ГОСТ Р 59277–2020. Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта. – М.: Стандартинформ, 2021. – 16 с.

[3] Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-Фз «об информации, информационных технологиях и о защите информации»: [электронный ресурс]: режим доступа – https://docs.Cntd.Ru/document/436752114?Ysclid=lto117eil9671134673 (дата обращения 08.08.2024)

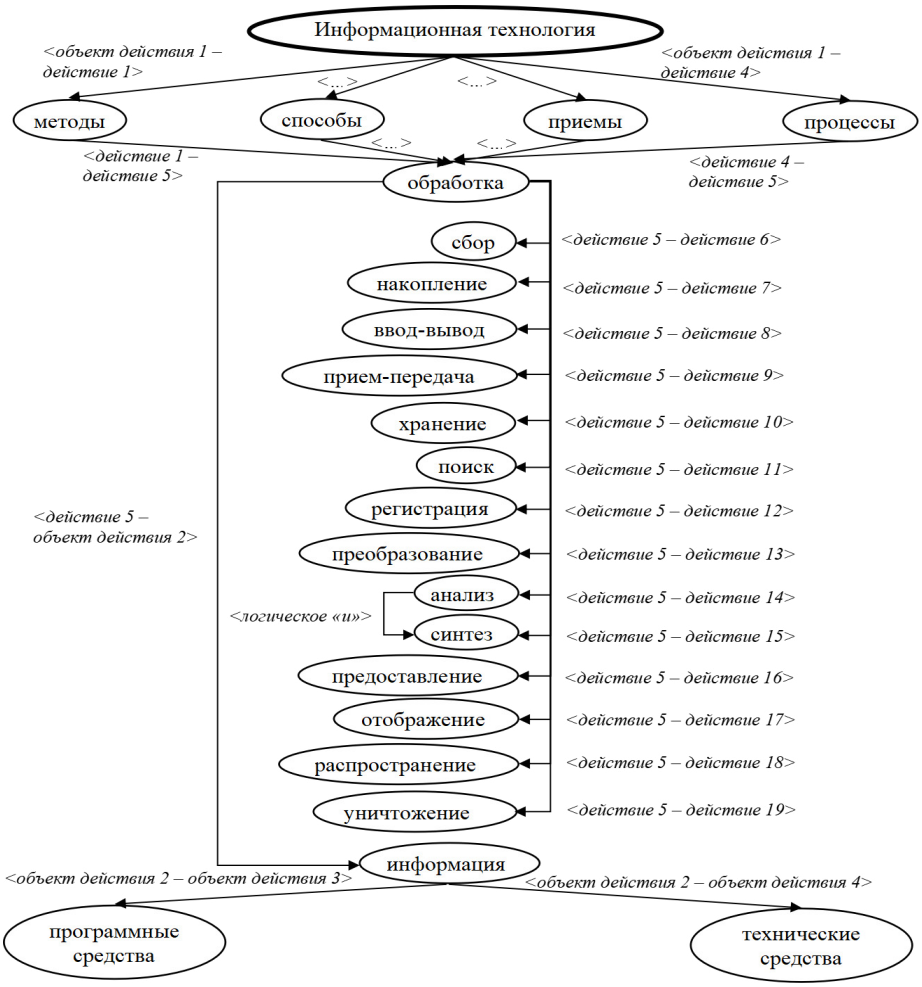


Рис. 1. Пример представления анализируемого концепта «информационная технология», приведенного в ГОСТ Р 59277–2020[4] в виде графа, сформированного с использованием синтаксического анализатора MaltParser

[4] ГОСТ Р 59277–2020. Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусственного интеллекта. – М.: Стандартинформ, 2021. – 16 с.

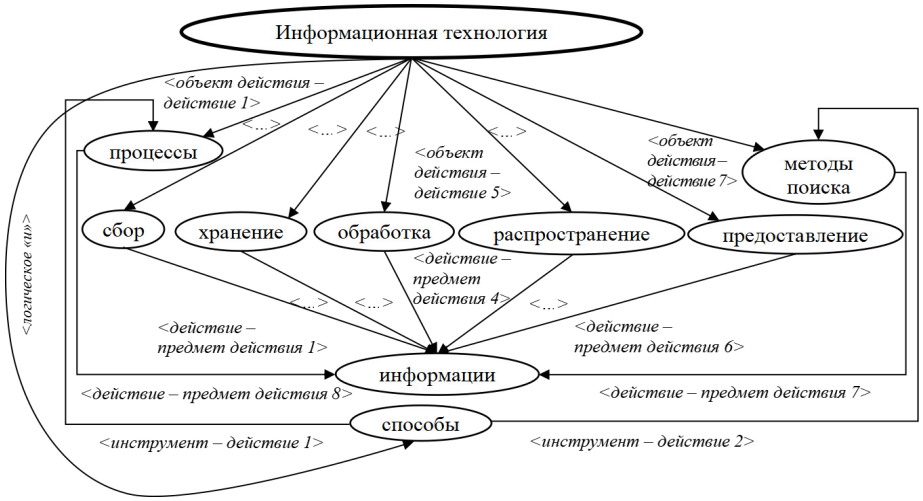


Рис.2. Пример представления эталонного концепта «информационная технология», приведенного в Федеральном законе[5] в виде графа, сформированного с использованием синтаксического анализатора MaltParser

Данные, полученные в виде графа и содержащие элементы концептов (атомарные концепты) и отношения между ними (рис. 1, 2), автоматически формируются в леммы (словосочетания) и составляют основу для создания концептов «информационная технология», являющихся составными частями соответствующих онтологических моделей.

Однако необходимым условием для этого является разработка и внесение в состав ПС Protégé единой классификации концептов (и их элементов) и отношений между ними.

Единая классификация концептов и их элементов, содержащихся в положениях документов в области ЗИ, приведена в [1] и содержит пять основных разделов: «1 Общие понятия», «2 Объект защиты», «3 Технические каналы утечки информации», «4 Меры защиты информации», «5 Обеспечение защиты информации». Каждый основной раздел детализируется в соответствии со структурой положений эталонного и анализируемого документов, которые отображаются в ПС Protégé как «классы», «подклассы», «концепты» или «атомарные концепты». Фрагмент классификации концептов и их элементов показан на примере классификации эталонного концепта «информационная технология», приведенного в Федеральном законе[5], и представлен в табл. 2.

[5] Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»: [Электронный ресурс]: Режим доступа – https://docs.cntd.ru/document/436752114?ysclid=lto117eil9671134673 (дата обращения – 08.08.2024)

Таблица 2

Фрагмент классификации концептов и их элементов на примере классификации эталонного концепта «информационная технология»

ЕДИНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КОНЦЕПТОВ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ	КЛАССИФИКАЦИЯ КОНЦЕПТОВ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ			
	НАИМЕНОВАНИЕ КЛАССА	НАИМЕНОВАНИЕ ПОДКЛАССА	НАИМЕНОВАНИЕ КОНЦЕПТА	НАИМЕНОВАНИЕ АТОМАРНОГО КОНЦЕПТА
1 Общие понятия	–	–	–	–
2 Объект защиты	…	…	2.1.1.1 Информационная технология	2.1.1.1.1 Процессы
				2.1.1.1.2 Методы поиска
				2.1.1.1.3 Сбор
				2.1.1.1.4 Хранение
				2.1.1.1.5 Обработка
				2.1.1.1.6 Предоставление
				2.1.1.1.7 Распространение
				2.1.1.1.8 Информация
				2.1.1.1.9 Способ
…	…	…	…	…
5 Обеспечение защиты информации	–	–	–	–

Первый и второй уровни единой детализации классификации отношений между концептами и их элементами в предметной области ЗИ основываются на структуре отношений, используемых при разработке онтологических моделей [7, 8]. Классификация отношений между концептами и их элементами содержит четыре основных раздела:

- «1 Отношения иерархии»
- «2 Отношения агрегации»
- «3 Функциональные отношения»
- «4 Логические отношения».

Каждый раздел детализируется в соответствии со структурой положений эталонного и анализируемого документов и содержит разделы и подразделы, отражающие взаимосвязи между атомарными концептами, которые отображаются в ПС Protégé как «классы» и «подкласс» («атомарное отношение»). Фрагмент классификации отношений показан на примере классификации отношений между элементами эталонного концепта «информационная технология», Федеральном законе и представлен в табл. 3.

Полученные классифицированные положения документов в виде концептов и отношений между ними (данные табл. 2 и 3) вносятся в ПС Protégé. Это позволяет накапливать знания в области ЗИ и создать динамическую базу знаний, которая, при необходимости, может дополняться отдельными элементами и концептами в соответствии с актуальным состоянием положений документов в области ЗИ. Данное условие способствует обоснованию внесения изменений в действующие документы в области ЗИ или же разработке новых документов в данной области.

Таблица 3

Фрагмент классификации отношений на примере классификации отношений между элементами эталонного концепта «информационная технология»

ЕДИНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОТНОШЕНИЙ	НАИМЕНОВАНИЕ КЛАССА	НАИМЕНОВАНИЕ И (ИЛИ) ОБОЗНАЧЕНИЕ (В СООТВЕТСТВИИ С ТАБЛ. 2) АТОМАРНОГО ОТНОШЕНИЯ
1 Отношения иерархии	…	…
2 Отношения агрегации	…	…
3 Функциональные отношения	3.1 «Объект действия – действие»	3.1.1 {элемент 2.1.1.1 – элемент 2.1.1.1.1}
		…
		3.1.6 {элемент 2.1.1.1 – элемент 2.1.1.1.6}
	3.2 «Действие – предмет действия»	3.2.1 {элемент 2.1.1.3 – элемент 2.1.1.1.8}
		…
		3.2.5 {элемент 2.1.1.7 – элемент 2.1.1.1.8}
	…	…
	3.7 «Инструмент – действие»	3.7.1 Осуществления {элемент 2.1.1.1.9 – элемент 2.1.1.1.1}
		3.7.2 Осуществления {элемент 2.1.1.1.9 – элемент 2.1.1.1.2}
4 Логические отношения	4.1 «И»	4.1.1 И {элементы 2.1.1.1.1–2.1.1.1.7 – элемент 2.1.1.1.9}
	4.2 «ИЛИ»	–

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ ДЛЯ ФОРМАЛИЗАЦИИ КРИТЕРИЕВ И ОБОБЩЕННОГО АЛГОРИТМА АНАЛИЗА НА НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТЬ КОНЦЕПТОВ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПОПАРНОГО СРАВНЕНИЯ ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

При описании обобщенного алгоритма анализа на непротиворечивость концептов онтологических моделей на основе попарного сравнения их элементов и характеристики критериев принятия решения о непротиворечивости концептов приняты следующие обозначения:

O_i^H – анализируемая онтологическая модель, где i – порядковый номер моделируемого документа и принимает значение от 1 до I:

K_m^H – концепт-гипотеза, характеризующий m положение i документа, анализируемой онтологической модели O_i^H ,

где m – порядковый номер положения i документа и принимает значение от 1 до M;

$\{k_1^H, k_2^H, ..., k_l^H\}$ – множество атомарных концептов-гипотез, представляющих собой отдельные слова или словосочетания, l где – порядковый номер слова или словосочетания и принимает значение от 1 до L ;

$\{r_1^H, r_2^H, ..., r_g^H\}$ – множество атомарных отношений-гипотез между атомарными концептами-гипотезами $\{k_1^H, k_2^H, ..., k_l^H\}$, представляющих собой логические, подчинительные связи между словами или словосочетаниями, где g – порядковый номер связи между словами или словосочетаниями и принимает значение от 1 до G ;

O_j^A – эталонная онтологическая модель, где j – порядковый номер моделируемого документа и принимает значение от 1 до J ;

K_n^A – концепт-аксиома, n характеризующий j положение документа, эталонной онтологической модели , где j – порядковый номер положения документа и принимает значение от 1 до N ;

$\{k_1^A, k_2^A, ..., k_q^A\}$ – множество атомарных концептов-аксиом, представляющих собой отдельные слова или словосочетания, где q – порядковый номер слова или словосочетания и принимает значение от 1 до Q ;

$\{r_1^A, r_2^A, ..., r_h^A\}$ – множество атомарных отношений-аксиом между атомарными концептами-аксиомами $\{k_1^A, k_2^A, ..., k_q^A\}$, представляющих собой логические, подчинительные связи между словами или словосочетаниями, где h – порядковый номер связи между словами или словосочетаниями и принимает значение от 1 до H ;

$\Leftrightarrow$ – операция тождественности атомарных концептов (концептов в целом) или атомарных отношений (отношений в целом);

$\setminus$ – операция разности атомарных концептов (концептов в целом) или атомарных отношений (отношений в целом);

$\vdash$ – операция логического следования;

$\neg\emptyset$ – логический знак «непустое множество» разности атомарных концептов (концептов в целом) или атомарных отношений (отношений в целом);

/ – логический знак, обозначающий, что одно множество элементов содержится в другом множестве;

= – логический знак, обозначающий равенство отдельных элементов двух взаимосвязанных множеств;

$\cong$ – логический знак, обозначающий изоморфность (отношение эквивалентности отдельных фрагментов) двух графов.

ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ АНАЛИЗА НА НЕПРОТИВОРЕЧИВОСТЬ КОНЦЕПТОВ ОНТОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПОПАРНОГО СРАВНЕНИЯ ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Оценка непротиворечивости концептов «информационная технология» в ПС Protégé осуществляется путем попарного сравнения элементов эталонного и анализируемого концептов, которое включает в себя:

- этап лингвистического анализа сравниваемых онтологических моделей;
- этап структурного анализа сравниваемых онтологических моделей.

На каждом этапе данного анализа проверяется выполнение следующих критериев непротиворечивости двух концептов, разработанных путем синтеза известных методов дискретной математики и дескрипционной логики [3, 9, 10]:

первый критерий непротиворечивости (Cr_1) – если атомарные концепты $\{k_1^H, k_2^H, ..., k_l^H\}$ и отношения между ними $\{r_1^H, r_2^H, ..., r_g^H\}$ концепта K_m^H анализируемой онтологической модели O_i^H и атомарные концепты $\{k_1^A, k_2^A, ..., k_q^A\}$ и отношения между ними $\{r_1^A, r_2^A, ..., r_h^A\}$ концепта K_n^A эталонной онтологической модели O_j^A полностью идентичны (выполняются условия $k_l^H \Leftrightarrow k_q^A$ и $r_g^H \Leftrightarrow r_h^A$), то два концепта непротиворечивы $K_m^H \Leftrightarrow K_n^A$(«критерий тождественности»);

второй критерий непротиворечивости (Cr_2) – если атомарные концепты $\{k_1^H, k_2^H, ..., k_l^H\}$ и отношения между ними $\{r_1^H, r_2^H, ..., r_g^H\}$ концепта K_m^H анализируемой онтологической модели O_i^H и атомарные концепты $\{k_1^A, k_2^A, ..., k_q^A\}$и отношения между ними $\{r_1^A, r_2^A, ..., r_h^A\}$концепта K_n^A эталонной онтологической модели O_j^A имеют отношение «часть – целое» (выполняются условия $k_l^H \subset k_a^A$ и $r_g^H \subset r_h^A$ при этом один или несколько элементов $k_l^H = k_q^A$ и $r_a^H = r_h^A$), то два концепта непротиворечивы и изоморфны $K_m^H \cong K_n^A$и относятся друг к другу как граф и подграф («критерий поиска изоморфного графа»);

третий критерий непротиворечивости (Cr_3) – если атомарные концепты $\{k_1^H, k_2^H, ..., k_l^H\}$ и отношения между ними $\{r_1^H, r_2^H, ..., r_g^H\}$ концепта K_m^H анализируемой онтологической модели O_i^H и атомарные концепты $\{k_1^A, k_2^A, ..., k_q^A\}$ и отношения между ними $\{r_1^A, r_2^A, ..., r_h^A\}$ концепта K_n^A эталонной онтологической модели O_j^A не идентичны, но относятся к одному уровню классификации и имеют отношение «род – вид» (выполняются условия $k_l^H \subset k_q^A$, $r_g^H \subset r_h^A$ и $k_l^H \setminus k_q^A \vdash \neg\emptyset$, $r_g^H \setminus r_h^A \vdash \neg\emptyset$), то два концепта непротиворечивы («критерий вложенности элементов в иерархическую классификацию»).

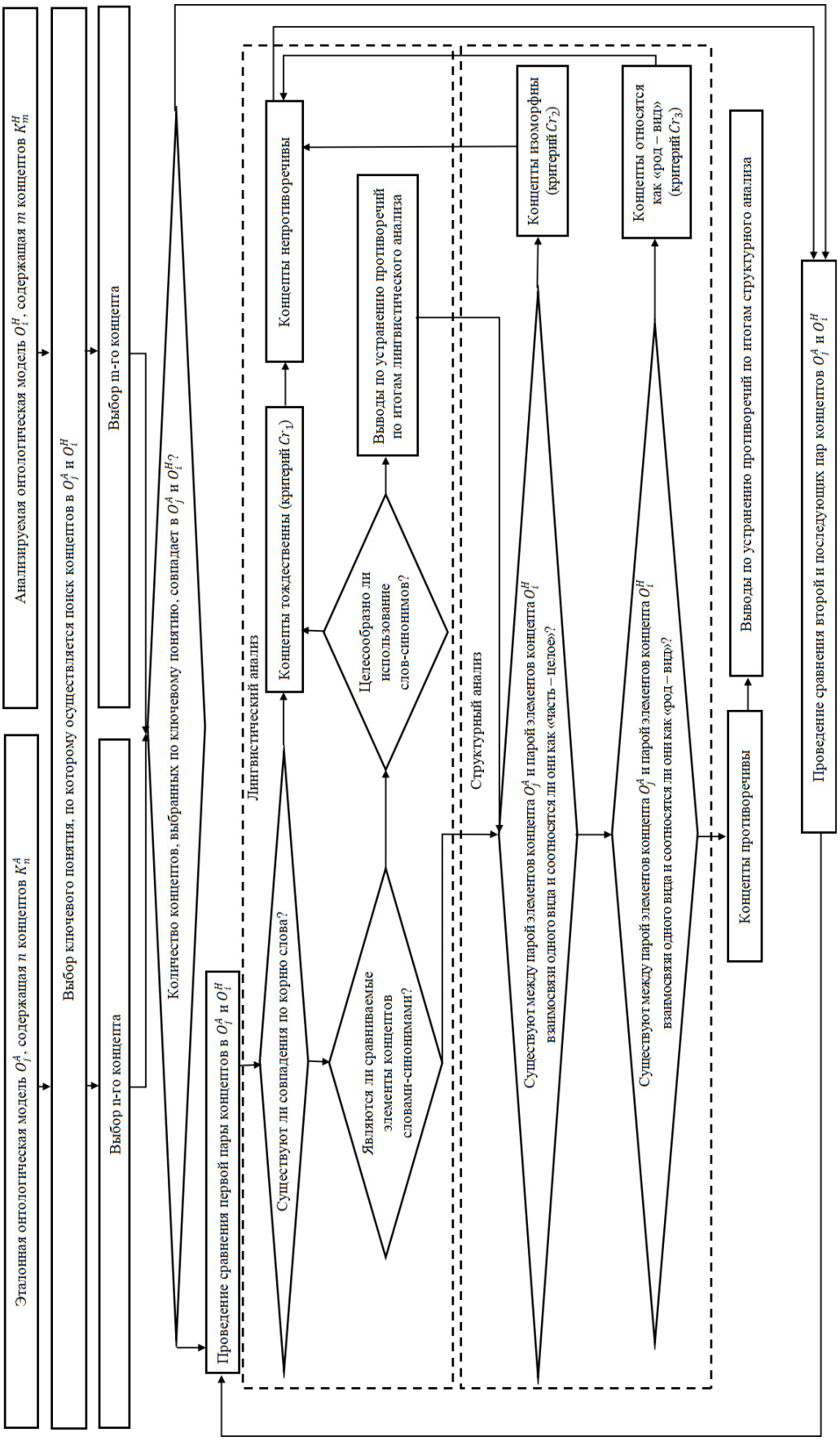


Рис. 3. Обобщенный алгоритм анализа на непротиворечивость элементов концептов онтологических моделей

Обобщенный алгоритм анализа на непротиворечивость концептов онтологических моделей на основе попарного сравнения их элементов, разработанный путем синтеза известных методов дискретной математики и дескрипционной логики [3, 9, 10], представлен на рис. 3. Пунктиром на рис. 3 обозначена совокупность работ, проводимых в рамках лингвистического и структурного анализа.

На этапе лингвистического анализа определяется сходство между атомарными концептами на основе сравнения их имен (оценка количества совпадающих символов, общих частей слов). Данный вид анализа можно считать исходным для установления соответствия между атомарными концептами. По результатам лингвистического анализа принимаются решения на основе первого критерия непротиворечивости Cr_1.

Например, в анализируемом и эталонном концептах «информационная технология» идентичными являются атомарные концепты «процессы» – «процессы» и «способы» – «способы».

На этапе структурного анализа проводится анализ внутренней и внешней структуры концептов. Под внутренней структурой концептов понимают совокупность отношений между элементами одного концепта. Под внешней структурой концептов понимают совокупность отношений между элементами нескольких концептов, находящихся в одном разделе базы знаний.

При анализе внутренней структуры концептов проводится оценка их сходства на основе анализа входящих в них элементов и взаимосвязей между ними. Например, анализируемый и эталонный концепты «информационная технология» обладают близкой структурой, поскольку содержат схожий набор элементов. По результатам анализа внутренней структуры концептов принимаются решения на основе второго критерия непротиворечивости Cr_2.

Анализ внешней структуры концептов проводится по видам отношений между их элементами. Оценка схожести двух элементов концепта в анализируемой и двух элементов концепта эталонной онтологических моделей основывается на сравнении позиций данных элементов в разделах анализируемой и эталонной онтологических моделей. Например, если элементы относятся как «род – вид» или как «часть – целое», то делается вывод о том, что концепты непротиворечивы. По результатам анализа внешней структуры концептов принимаются решения на основе третьего критерия непротиворечивости Cr_3.

Например, в анализируемом и эталонном концептах «информационная технология» атомарные концепты «обработка» – «обработка» являются идентичными, однако анализируемый атомарный концепт «обработка» содержит дополнительные элементы, например «сбор», «хранение», «распространение», «предоставление» (взаимосвязь «часть – целое»), которые также содержатся в эталонном концепте «информационная технология».

Кроме того, в анализируемом концепте присутствуют атомарные концепты «программные средства» и «технические средства», которые отсутствует в эталонном. Однако их отсутствие не характеризует наличие противоречия, поскольку без программных и технических средств информационная технология не реализуема, а значит, определение подразумевает его наличие по умолчанию.

Таким образом, по результатам применения критериев непротиворечивости формулируется вывод о том, что анализируемый и эталонный концепты «информационная технология» не являются полностью идентичными, но они непротиворечивы, поскольку имеют в своем составе часть идентичных элементов, а часть элементов находится в отношении агрегации («часть – целое»). Таким образом, верно утверждение, что эталонный концепт «информационная технология», приведенный в Федеральном законе[5], является более общим по отношению к аналогичному анализируемому концепту из ГОСТ Р 59277–2020[6], и они не противоречат друг другу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведение экспертизы проектов стандартов с использованием ПС Protégé и онтологической модели предметной области ЗИ, состоящей из эталонной и анализируемой онтологических моделей документов в области ЗИ, позволяет повысить качество анализируемых проектов стандартов путем учета полного описания требований по ЗИ на ОЗ, что способствует устранению недостатков в реализации мер по ЗИ, применении средств ЗИ и средств контроля эффективности ЗИ, последствиями которых может быть реализация опасных угроз безопасности информации.

Новизна изложенного методического подхода заключается в том, что впервые проведено формализованное описание положений документов в области ЗИ, разработана классификация концептов и отношений между ними.

Дальнейшее развитие методического подхода будет направлено на расширение базы знаний путем включения в нее онтологических моделей других действующих документов в области ТЗИ

[6] Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»: [Электронный ресурс]: Режим доступа – https://docs.cntd.ru/document/436752114?ysclid=lto117eil9671134673 (дата обращения – 08.08.2024)

[7] ГОСТ Р 59277–2020. Системы искусственного интеллекта. Классификация систем искусчственного интеллекта. – М.: Стандартинформ, 2021. – 16 с.

Список использованных источников и литературы

1. Королев А.А., Кулигина О.В. Анализ непротиворечивости документов по стандартизации в области разработки безопасного программного обеспечения с использованием онтологических моделей представления знаний // Телекоммуникации. 2021. № 2. С. 21–26.
2. Андриевская Н.К. Разработка прикладной онтологии в системах обработки данных научных и научно-образовательных организаций // Вестник Донецкого национального университета. Серия Г: Технические науки. 2020. № 3. С. 43–51.
3. Баев А.В., Самонов А.В., Сафонов В.М. Методика проектирования автоматизированных систем управления специальными организационно-техническими системами // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – Т. 9, № 4(35).
4. Бурый А. С. Формирование терминосистем на основе онтологий // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 1(65). С. 4–11.
5. Бурый А.С., Усцелемов В.Н. Онтологический подход к формированию когнитивных моделей оценки кибербезопасности // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 3(55). С. 77–84.
6. Щекочихин О.В., Синкевич Е.А. Обеспечение информационной безопасности при работе с информационно-поисковыми системами // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 2(66). С. 35–40.
7. Найданов Ч.А., Пальчунов Д.Е., Сазонова П.А. Теоретико-модельные методы интеграции знаний, извлеченных из медицинских документов // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2015. Т. 13, № 3. С. 29–41.
8. Цуканова Н.И. Онтологическая модель представления и организации знаний: учеб. для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2015. – 272 с.
9. Баранов И.А., Скурнович А.В. Онтологическая модель родственных отношений, позволяющая хранить данные в целостном согласованном и непротиворечивом виде // Интернет-журнал «Науковедение». 2016. Т. 8, № 5 (36). С. 71.
10. Махасоева О.Г., Пальчунов Д.Е. Автоматизированные методы построения атомарной диаграммы модели по тексту естественного языка // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2014. Т. 12, № 2. С. 64–73.

METHODOLOGICAL APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF ONTOLOGICAL MODELS OF STANDARDIZATION DOCUMENTS IN THE FIELD OF INFORMATION PROTECTION IN THE INTERESTS OF ANALYSIS OF THEIR CONSISTENCY

Kuligina O.V., State Science and Research Experimental Institute of Technical information protection problems of Federal Service for Technical and Export Control, Russia, Voronezh

The process of expert examination of standardization documents is analyzed in order to identify problematic issues in its implementation. A brief review of the current state of application of ontological modeling in various subject areas, including the formation of the terminosystem of the subject area is given. The order of actions on creation of ontological models in the field of information protection and checking them for consistency in order to improve the quality of expertise of documents on standardization by reducing the negative consequences arising in consequence of the use of incomplete information subject to analysis in the examination as input data.

The ways of formalization of knowledge embedded in the documents on standardization in the field of information protection, using ontological models, as well as criteria for making a decision on the presence of contradictions in them are given

Keywords: ontological document model, consistency criteria of ontological document models, generalized algorithm for ontological model consistency analysis.

For citation: Kuligina O.V. Methodological approach to the development of ontological models of standardization documents in the field of information protection in the interests of analysis of their consistency. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation, 2024; 5 (80): 4–13 (In Russ.).

References

1. Korolev A.A., Kuligina O.V. Consistency analysis of documents on standardization in the field of safe software development using ontological models of knowledge representation, Telecommunications, 2021, Vol. 2/2021, pp. 21–26.
2. Andrievskaya N.K. Development of applied ontology in data processing systems of scientific and scientific-educational organizations, Bulletin of Donetsk National University, Series G: Technical Sciences, 2020, № 3, pp. 43–51.
3. Baev, A.V.; Samonov, A.V.; Safonov, V.M. Design methodology of the automated control systems for the special organizational and technical systems, Modeling, optimization and information technologies, 2021, Vol. 9, № 4(35).
4. Bury A.S. Formation of term systems on the basis of ontologies, Information-economic aspects of standardization and technical regulation, 2022, № 1(65), pp. 4–11.
5. Buryi A.S., Uszelemov V.N. Ontological approach to the formation of cognitive models of cyber security assessment, Information-economic aspects of standardization and technical regulation, 2020, № 3(55), pp. 77–84.
6. Shchekochikhin, O.V.; Sinkevich, E.A. Ensuring information security when working with information retrieval systems, Information-economic aspects of standardization and technical regulation, 2022, № 2(66), pp. 35–40.
7. Naidanov Ch.A., Palchunov D.E., Sazonova P.A. Theoretical and model methods of knowledge integration extracted from medical documents, Vesti. Novosibirsk State University, Series: Information technologies, 2015, Vol. 13, № 3, pp. 29–41.
8. Tsukanova N.I. Ontological model of representation and organization of knowledge, tutorial for universities, M.: Hot Line – Telecom, 2015, 272 p.
9. Baranov, I.A.; Skurnovich, A.V. Ontological model of kinship relations, allowing to store data in a holistic coordinated and consistent form, Internet journal Naukovlenie, 2016, Vol. 8, № 5(36), p. 71.
10. Makhasoeva O.G., Palchunov D.E. Automated methods of building an atomic model diagram from a natural language text, Vestnik of Novosibirsk State University. Series: Information technologies, 2014, Vol. 12, № 2, pp. 64–73.

УДК 658.382 : 629.764

ПРОБЛЕМЫ УСТАНОВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ НОРМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧИСТОТЫ ПРИ СОЗДАНИИ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Круглов И.А., аспирант, ИПТИП, ФГБУ «МИРЭА – Российский технологический университет», руководитель направления проектного офиса, АО «НПО «Техномаш им. С.А. Афанасьева», г. Москва

Недостаточное обеспечение промышленной чистоты приводило к авариям как авиационной, так и ракетно-космической техники во все времена. В статье приведены примеры аварийных пусков ракет-носителей по причине нарушений требований промышленной чистоты. Также рассмотрена ситуация установления нерациональных норм промышленной чистоты в сборочных цехах и монтажно-испытательных комплексах на примере двух предприятий ракетно-космической промышленности при производстве идентичной ракетно-космической техники, которая актуальна в настоящее время. Выдвинуты гипотезы существующих отличий при установлении различных норм промышленной чистоты на разных предприятиях. Часть гипотез опровергнута, одна нуждается в более детальной проработке. В заключении даны рекомендации по улучшению деятельности, связанной с установлением оптимальных норм промышленной чистоты при создании авиационно-космической техники, которые позволят осуществить экономию средств, затраченных на обеспечение промышленной чистоты без снижения общего качества изделия.

Ключевые слова: промышленная чистота, чистые помещения, производство ракет-носителей, нормы промышленной чистоты, требования промышленной чистоты, класс промышленной чистоты.

Цитирование: Круглов И.А. Проблемы установления оптимальных норм промышленной чистоты при создании авиационно-космической техники // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5 (80). С. 14–18.

ВВЕДЕНИЕ

Авиационная и ракетно-космическая техника очень чувствительна к технологиям обеспечения промышленной чистоты. Еще на заре авиации, забытые при сборке внутри фюзеляжа инструменты, приводили к авариям и катастрофам.

Например, в октябре 1999 года произошла авария при запуске ракеты-носителя «Протон-М», которая должна была вывести на орбиту весьма дорогостоящий аппарат связи «Экспресс-А». После четырех месяцев работы комиссия дала заключение, что причиной аварии стало нарушение технологии производства маршевых двигателей в части обеспечения промышленной чистоты. В результате некорректной работы специалистов предприятия-изготовителя во внутреннюю полость двигателя попали посторонние предметы – частицы асбеста и песка, которые привели к аварийному отключению двигателя во время пуска и, как следствие, к гибели ракеты-носителя и спутника связи. Стоимость изделий исчисляется миллиардами. Кроме того, после аварии были приостановлены пуски РН «Протон» на несколько месяцев, предприятию-изготовителю двигателей пришлось провести проверку и переборку всего задела ранее произведенной продукции, что привело к огромным экономическим убыткам.

В октябре 2018 года произошла авария при запуске РН «Союз-ФГ», целью которого был вывод на орбиту космического корабля «Союз МС-10» с двумя новыми членами экипажа международной космической станции (МКС).

В результате нештатной ситуации космонавтам пришлось эвакуироваться с помощью спасательной капсулы, благодаря чему удалось избежать человеческих жертв. А вот экологического ущерба избежать не удалось, т.к. в результате аварии 22 тонны керосина и кислорода пролились на землю. Члены комиссии одной из причин аварии назвали «нарушение требований ПЧ при производстве системы разведения ступеней». Аналогично примеру с аварией РН «Протон» пуски РН «Союз» приостановили на несколько месяцев до выяснения причин аварии. Кроме того, пришлось провести проверку огромного количества уже изготовленных узлов и агрегатов РН. Понимая объем проделанных работ, можно предположить, что стоимость понесенных расходов колоссальная.

Приведенные примеры – лишь малая часть реальных случаев аварий по причине нарушения требований к промышленной чистоте. Но и они показывают реальную значимость и важность данного вопроса.

УСТАНОВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ НОРМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧИСТОТЫ ПРИ СОЗДАНИИ РКТ

Когда речь заходит об организации машиностроительного производства, в том числе и о производстве ракетно-космической техники, сразу появляется вопрос о конечном качестве продукции. Это связано с тем, что недостаточно высокое качество конечного изделия может повлечь за собой значительные затраты, связанные либо с невыполнением поставленных задач, либо с устранением последствий некорректной работы изделия. Например, если рассматривать последствия запуска некачественной ракеты-носителя, то стоимость ликвидации последствий аварийного пуска может исчисляться миллиардами рублей. Именно поэтому предприятия-изготовители уделяют огромное внимание качеству продукции и решают проблемы, влияющие на это самое качество. Одной из них является проблема обеспечения промышленной чистоты.

Те, кто работает в ракетно-космической отрасли, постоянно слышат такие термины, как промышленная чистота, чистые помещения, чистые зоны, нормы и требования промышленной чистоты и т.д. И действительно, если посетить предприятия – изготовители ракет-носителей, спутников, космических аппаратов, то на каждом предприятии есть сборочные цехи, в которые невозможно попасть не только по причине секретности, но и по причине того, что там находится чистая зона. То же самое касается и монтажно-испытательных комплексов (МИК) на космодромах, в которых происходит окончательная сборка элементов ступеней ракеты-носителя, а также тестирования, проверки и итоговые испытания оборудования, которое используется в космическом полете. В МИК обеспечивается необходимый класс промышленной чистоты, установленный техническими условиями.

В качестве объектов для изучения были выбраны два предприятия, изготавливающие схожие изделия. Посещение производственных площадей и монтажно-испытательных комплексов обоих предприятий показало наглядно, что установленные нормы к уровню чистоты в аналогичных сборочных цехах и в МИК отличаются существенно. В одном случае это нормы, построенные на требованиях ГОСТ Р ИСО [1, 2, 3]. Фактически от требований к помещению были установлены нормы на изделие. Во втором случае установлены конкретные (измеримые) нормы к чистоте рабочих сред, а вот нормы к помещениям не установлены. Для ответа на вопрос «какая схема более эффективна» целесообразно разобраться с вопросами установления таких норм. Для ответа на данные вопросы сформулированы несколько гипотез.

Гипотеза № 1

Можно было бы предположить, что отличия связаны с исполнительской дисциплиной в части выполнения требований к обеспечению ПЧ работниками одного из предприятий, но нет. Анализ внутренних нормативных документов обоих предприятий «Технические требования к чистым помещениям» показал реальные отличия.

Гипотеза № 2

Также можно было бы предположить, что более жесткие требования к чистоте на предприятии, которое изготавливает пилотируемую технику, т.е. к повышенному уровню чистоты, необходимы для обеспечения более высокого качества конечного изделия с целью снижения вероятности аварийного пуска и, как следствие, сохранения жизни и здоровья людей – космонавтов. Но гипотеза снова не верна. Более жесткие требования к чистоте в МИК – на предприятии – изготовителе непилотируемой техники.

Возникает вопрос: чем же обусловлены нормы промышленной чистоты на данных предприятиях? Если учитывать, что процент безаварийных пусков идентичен, то есть ли смысл устанавливать более жесткие нормы на одном из предприятий?

Изучив государственные и отраслевые стандарты [1–7] и др., а также ряд соответствующей литературы [8–10] и статьи [11–12], применяемые в нашей стране, внутренние нормативные документы предприятий, а также проведя переговоры с работниками конструкторских отделов, руководителями сборочных производств и т.д. сделан вывод, что оба предприятия используют одни и те же документы и методики установления норм промышленной чистоты. Однако конечные результаты установления норм промышленной чистоты для сборочных цехов и МИК на предприятиях – изготовителях отличаются.

Найти объективное объяснение существенно различающимся нормам промышленной чистоты в аналогичных помещениях разных предприятий в настоящее время не удалось. Однако, погрузившись в вопрос обеспечения промышленной чистоты при производстве космической техники на всех стадиях его наземной эксплуатации и поняв необходимость более жестких требований к чистоте, появилась еще одна гипотеза, объясняющая существенно различающиеся нормы ПЧ в аналогичных помещениях разных предприятий – изготовителей РН.

Гипотеза № 3

На предприятии-изготовителе с более высокими требованиями к нормам промышленной чистоты ранее разрабатывали и изготавливали другую технику, в том числе и пилотируемую. Технические условия на изделия разрабатывали с учетом необходимости их долговременного нахождения в космическом пространстве, а также с учетом нахождения внутри модулей экипажа. Соответственно требования к промышленной чистоте на всех стадиях произ-

водства закладывались достаточно высокие. Далее на этих же производственных площадях изготавливали и пилотируемую технику нового поколения.

В это же время в этих же сборочных цехах происходила финальная сборка изделий, нормы промышленной чистоты для которых могли быть существенно ниже. Но из-за наличия «более требовательного соседа» в виде пилотируемой техники применялись аналогичные нормы ПЧ. В настоящее время линейка производства техники сильно изменилась, старых изделий в сборочных цехах уже давно нет, а завышенные требования к ПЧ остались.

Если предположить, что гипотеза №3 верна, то ставится под сомнение объективность установления норм промышленной чистоты, действующих на описываемом предприятии. С учетом того, что для снижения затрат предприятия, в том числе финансовых и трудовых, за оптимальный уровень чистоты необходимо принимать максимально допустимый уровень загрязнения, который не повлечет за собой снижение показателей качества и надежности изделия. Данное утверждение действительно как для промышленной чистоты в разрезе чистых помещений, так и для чистоты внутри систем и агрегатов машин.

Таким образом можно сделать вывод, что оптимальный уровень чистоты можно выбрать только при индивидуальном подходе к конкретному изделию. А использование «исторически сложившихся» норм – в корне неверный подход. Самый примитивный экономический расчет затрат показал, что завышение требований промышленной чистоты в сборочных цехах и МИК на 1 класс увеличивает себестоимость изделия на миллионы рублей, так как для обеспечения более высокого класса чистоты необходимы:

1) дополнительный обслуживающий персонал или персонал более высокого уровня подготовки;
2) дополнительные методы и средства обеспечения чистоты;
3) дополнительные методы и средства диагностики и контроля достижения необходимого уровня чистоты. Данные дополнительные расходы являются необоснованными затратами, которых можно избежать, если устанавливать максимально допустимый уровень загрязнения в чистом помещении. Аналогичный подход целесообразно использовать при установлении требований к уровню чистоты в агрегатах и системах машин и механизмов.

Так как же определить и установить максимально допустимый уровень загрязнения?

Для определения максимально допустимого уровня загрязнения необходимо оценить влияние класса промышленной чистоты на показатели надежности и качества изделия. Если речь идет об уровне чистоты «чистых помещений», то необходимо оценить влияние загрязнений на процессы, которые осуществляются в данном помещении, и изделия, изготавливаемые конкретно в нем. Если же речь идет об уровне чистоты внутри узлов и агрегатов, то кроме чистоты помещения необходимо оценивать наличие загрязнителей на поверхностях составных частей агрегатов и узлов и в рабочих жидкостях.

Например, считается, что в настоящее время от 60 до 90% отказов в гидроприводе так или иначе является следствием загрязнения рабочих жидкостей механическими твердыми частицами, которые остались внутри гидропривода после механической обработки или сборки или попали внутрь в составе рабочих жидкостей [11]. Это значит, что при производстве гидроприводов уровень чистоты существенно важен. А для определения максимально допустимого уровня загрязнения следует учесть не только количество загрязняющих частиц, но и их природу, качество и последствия воздействия на агрегат. Количество предопределяет однородность загрязнений, качество – их структуру, а природа – источник загрязнения. В конкретном гидроприводе должен поддерживаться оптимальный экономически целесообразный уровень чистоты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нормативно-технической документации в машиностроении устанавливаются нормы к промышленной чистоте. Однако исторически сложившиеся нормы во многом устарели, они должны регулярно оцениваться и корректироваться. Исторический подход «так делали всегда» уже не подходит. В настоящее время разрабатывается методика оценки норм промышленной чистоты, основанная на глубоком проведении анализа видов и последствий критичности отказов. Такой анализ целесообразно проводить в отношении критичных элементов составных частей изделия. Необходимо определить возможные источники загрязнения. Исключить из расчетов защищенные фильтрами зоны. Провести расчет максимально допустимой загрязненности в момент времени.

Решение данной задачи позволит осуществить экономию средств, затраченных на обеспечение промышленной чистоты без снижения качества изделия и его составных частей.

Список использованных источников и литературы
1. ГОСТ Р ИСО 14644-1–2017. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 1. Классификация чистоты воздуха по концентрации частиц. – М.: Стандартинформ, 2017. – 35 с.
2. ГОСТ Р ИСО 14644-4–2002. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 4. Проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию. – М.: Стандартинформ, 2010. – 39 с.
3. ГОСТ Р ИСО 14644-5–2005. Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Часть 5. Эксплуатация. – М.: Стандартинформ, 2005. – 42 с.
4. ГОСТ Р 51610–2000. Чистота промышленная. Установление норм промышленной чистоты при разработке, производстве и эксплуатации продукции. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. – 5 с.
5. ГОСТ Р 51752–2001. Чистота промышленная. Обеспечение и контроль при разработке, производстве и эксплуатации продукции. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 9 с.
6. ГОСТ Р 53450–2009. Двигатели авиационные и их составные части. Промышленная чистота гидравлических, масляных и топливных систем. Классы чистоты жидкостей. – М.: Стандартинформ, 2019. – 7 с.
7. ОСТ 92-0300–92. Промышленная чистота. Общие требования.
8. Белянин П.Н. Промышленная чистота машин / П.Н. Белянин, В.М. Данилов. – Москва: Машиностроение, 1982. – 224 с.: ил. – Библиогр.; с. 221–222.
9. Федотов А.Е. Чистые помещения. Асинком, 2021, 528 с.
10. Фещенко В.Н. Обеспечение качества продукции в машиностроении: учеб. / В.Н. Фещенко. – М.: Инфра-Инженерия, 2019. – 788 с. ISBN 978-5-9729-239-2.
11. Барышев В.И. Классификация, контроль и нормирование промышленной чистоты рабочих жидкостей и масел / В.И. Барышев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2005. – № 1(41). – С. 149–161. – EDN KYSTNP.
12. Безопасность полетов воздушных судов и промышленная чистота рабочих полостей их жидкостно-газовых систем / В.Б. Кровяков, А.В. Гостев, М.В. Тюлькин, А.С. Грешнов // Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества: сборник тезисов докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию отечественной гражданской авиации, Москва, 18–19 мая 2023 года. – Москва: ИД Академии имени Н.Е. Жуковского, 2023. – С. 148–150. – EDN QHXFND.

PROBLEMS OF ESTABLISHING OPTIMAL STANDARDS OF INDUSTRIAL CLEANLINESS IN THE CREATION OF AEROSPACE TECHNOLOGY

Kruglov I.A., graduate student, Institute of Advanced Technologies and Industrial Programming, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «MIREA – Russian Technological University» (IPTIP, RTU MIREA), Head of the Project Office direction, JSC «NPO «Technomash», Moscow

Insufficient provision of industrial cleanliness has led to accidents of both aviation and rocket and space technology at all times. The article provides examples of real emergency launches of PROTON and SOYUZ launch vehicles, the reasons for which, according to the conclusion of the commissions, were violations of industrial cleanliness requirements in the production of component parts of products. The consequences of these emergency launches are described. The article also considers the situation of establishing significantly different standards of industrial purity when performing similar technological operations in assembly shops and assembly and test complexes for the production of identical rocket and space technology using the example of two enterprises of the rocket and space industry currently operating. Three hypotheses of existing differences in the establishment of different standards of industrial cleanliness at these enterprises have been put forward. Two hypotheses have been refuted, and one needs to be worked out in more detail. In conclusion, recommendations are given to improve activities related to the establishment of optimal standards of industrial cleanliness in the creation of aerospace technology, which will allow saving money spent on ensuring industrial cleanliness without reducing the overall quality of the product. In particular, the author believes that historically established norms are largely outdated and should

be regularly evaluated and adjusted. To establish optimal standards for a specific product or component, it is necessary to follow a number of steps proposed by the author.

Keywords: industrial cleanliness, clean rooms, production of launch vehicles, industrial cleanliness standards, industrial cleanliness requirements, industrial cleanliness class.

For citation: Kruglov I.A. Problems of Establishing Optimal Standards of Industrial Cleanliness in the Creation of Aerospace Technology. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024; 5 (80): 14–18. (In Russ.).

References

1. GOST R ISO 14644–1. Clean rooms and associated controlled environments. Part 1. Classification of air purity by particle concentration.
2. GOST R ISO 14644–4. Clean rooms and associated controlled environments. Part 4. Design, construction and commissioning.
3. GOST R ISO 14644–5. Clean rooms and associated controlled environments. Part 5. Operation.
4. GOST R 51610–2000. Industrial cleanliness. Establishing standards of industrial cleanliness in the development, production and operation of products.
5. GOST R 51752–2001. Industrial cleanliness. Ensuring and controlling the development, production and operation of products.
6. GOST R 53450–2009. Aviation engines and their components. Industrial cleanliness of hydraulic, oil and fuel systems. Classes of purity of liquids.
7. OST 92-0300–92. Industrial cleanliness. General requirements.
8. Belyanin P.N. Industrial cleanliness of machines / P.N. Belyanin, V.M. Danilov. – Moscow: Mashinostroenie, 1982. – 224 p.: ill. – Bibliogr.: pp. 221–222.
9. Fedotov A.E. Clean rooms. Asinkom, 2021, 528 p.
10. Feshchenko V.N. Product quality assurance in mechanical engineering: textbook / V.N. Feshchenko. – M.: Infra-Engineering, 2019.–788 p. ISBN 978-5-9729-239-2.
11. Baryshev V.I. Classification, control and rationing of industrial purity of working fluids and oils / V.I. Baryshev // Bulletin of the South Ural State University university. Series: Mechanical Engineering. – 2005. – № 1(41). – Pp. 149–161. – EDN KYSTNP.
12. Aircraft flight safety and industrial cleanliness of the working cavities of their liquid-gas systems / V.B. Krovyakov, A.V. Gostev, M.V. Tyulkin, A.S. Greshnov // Civil aviation at the present stage of development of science, technology and society: A collection of abstracts of the International Scientific and Technical Conference dedicated to the 100th anniversary of the Russian Civil Aviation, Moscow, May 18–19, 2023. – Moscow: Publishing House of the N.E. Zhukovsky Academy, 2023. – pp. 148–150. – EDN QHXFND.

УДК 004.42

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НОТАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЕКТИРОВАНИЯ BPMN

Шмелёва А.Н., старший преподаватель кафедры электроники, ИПТИП, ФГБОУ ВО РТУ МИРЭА

В статье исследуется проектирование процесса проведения внутреннего аудита предприятия с использованием цифровых технологий в нотации бизнес-процессов BPMN (Business Process Model and Notation) на основе разработанной автором блок-схемы «TO BE». Представлены ключевые этапы аудита, включая планирование, подготовку, проведение, анализ результатов, составление заключительного отчета и контроль выполнения рекомендаций. Особое внимание уделяется преимуществам цифровых технологий в процессе аудита: автоматизация сбора и обработки данных, применение продвинутых аналитических инструментов, использование облачных и мобильных технологий. Автоматизация позволяет значительно сократить временные и трудовые затраты, повысить точность и оперативность аудита. В статье также представлена модель процесса внутреннего аудита в BPMN, которая способствует стандартизации и оптимизации аудиторских процедур, повышая их прозрачность и эффективность. Приведенные рекомендации по внедрению цифровых технологий и модели BPMN направлены на улучшение управленческой деятельности предприятия, минимизацию рисков и улучшение контроля качества процессов. Внедрение данной модели позволяет предприятиям адаптироваться к современным требованиям рынка, повысить конкурентоспособность и обеспечить устойчивое развитие.

Ключевые слова: внутренний аудит, цифровые технологии, бизнес-процессы, BPMN, оптимизация процессов.

Цитирование: Шмелёва А.Н. Проектирование процесса проведения внутреннего аудита предприятия с применением цифровых технологий в нотации бизнес-проектирования BPMN // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5 (80). С. 19–26.

ВВЕДЕНИЕ

Внутренний аудит играет ключевую роль в обеспечении эффективности и прозрачности бизнес-процессов предприятия. Современные цифровые технологии предоставляют новые возможности для улучшения процесса внутреннего аудита [2]. В данном контексте использование нотации бизнес-процессов BPMN (Business Process Model and Notation) позволяет стандартизировать и оптимизировать аудит, делая его более прозрачным и эффективным. Модель процесса внутреннего аудита с применением цифровых технологий, используя нотацию BPMN, позволит наглядно представить все этапы аудита, выявить узкие места и предложить пути их устранения [3]. BPMN является международным стандартом для моделирования бизнес-процессов, что делает его применение универсальным. Моделирование процесса внутреннего аудита с использованием BPMN позволяет выявить потенциальные задержки или «узкие места» в процессе аудита, которые могут негативно влиять на его скорость и качество. Применение BPMN для моделирования процесса проведения внутреннего аудита с использованием цифровых технологий предоставляет организации мощный инструмент для оптимизации, автоматизации и улучшения аудиторских процедур. Это позволяет повысить точность, прозрачность и эффективность аудита, снизить затраты времени и ресурсов, а также обеспечить соответствие нормативным требованиям и стандартам. В условиях цифровой трансформации BPMN играет ключевую роль в интеграции передовых технологий с процессами управления и контроля качества.

Проблемы проведения внутреннего аудита с применением цифровых технологий, а также выявление рисков, связанных с внедрением цифровых технологий на всех этапах проведения внутреннего аудита, описаны многими современными авторами, данной отрасли исследования посвящено множество статей и докладов в научных журналах. Авторы Мельчакова А.И., Мишура Л.Г. анализируют этапы проведения внутреннего аудита на основе ГОСТ Р ИСО 19011–2012 и ГОСТ Р ИСО 9001–2015. В ходе анализа стандарта выделены 6 типов рисков, которые могут возникнуть при проведении внутреннего аудита. Определены сложности,

с которыми сталкиваются аудиторы при применении методов риск-менеджмента. В статье предложены меры сокращения времени, затрачиваемого на аудит, и выявлены области для улучшения всей системы менеджмента качества [7]. Резвых И.А. в статье «Оценка систем внутреннего контроля и управления рисками при проведении аудита групп компаний» определены основные этапы проверки, описаны аудиторские процедуры, проводимые при изучении деятельности группы компаний и оценке их систем внутреннего контроля и управления рисками, а также предложены формы рабочих документов для фиксации результатов оценки [8]. Земцов Т.А., Сорокин М.А. в статье «Оценка эффективности внутреннего контроля в риск-ориентированных проверках» рассматривают объединение принципов внутреннего контроля, закрепленных в российском законодательстве, с целями внутреннего аудита, по оценке эффективности внутреннего контроля организаций. Авторами предложен алгоритм оценки эффективности внутреннего контроля, включающий анализ дизайна и выполнения контрольных процедур, значимость событий и процедур и их результативность. Статья также предлагает качественные и количественные критерии для оценки внутреннего контроля и приводит пример расчета его эффективности на основе практического опыта [9]. В статье автора Нгуен Т.В.Л. анализируется применение риск-ориентированного подхода в коммерческих организациях в контексте внутреннего аудита. Этот подход отражает современные тенденции в аудите и помогает разрабатывать рекомендации для повышения эффективности деятельности компаний. Рассматривается актуальность этого подхода и описывается методика его проведения во внутреннем аудите. Описаны мировые практики формирования моделей управления рисками. Было проведено сравнение традиционного и риск-ориентированного подходов, на основе которого были предложены рекомендации для внутренних аудиторов по разработке стандартов внутреннего контроля, а также для внешних аудиторов по созданию новых методик, используемых аудиторско-консалтинговыми фирмами при проверке различных аспектов учета и в проведении аудиторских проверок в коммерческих организациях [10].

ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА СТАТЬИ

Основная проблематика статьи включает в себя следующие ключевые аспекты:

1. Сложность текущих аудиторских процессов: внутренний аудит зачастую включает сложные и многозадачные процессы, которые требуют четкого планирования, выполнения и документирования. Без визуализации и формализации этих процессов возникают ошибки, дублирование задач и задержки.
2. Недостаток стандартизации в цифровизации аудиторских процессов: многие предприятия сталкиваются с проблемой отсутствия четкой модели для внедрения цифровых технологий в аудиторские процедуры. Это приводит к фрагментарному использованию цифровых инструментов, что снижает их эффективность.
3. Отсутствие интеграции цифровых технологий с бизнес-процессами: сложности возникают из-за того, что цифровые технологии (например, системы для анализа данных, автоматизация отчетности) не всегда эффективно интегрированы в существующие процессы аудита. Это приводит к необходимости ручной работы, дублированию данных и увеличению времени на выполнение задач.
4. Проблемы управления и координации аудиторской команды: в отсутствие визуализации процесса трудно координировать действия сотрудников и отслеживать выполнение задач, что может снижать прозрачность и контроль качества аудита.
5. Высокий риск ошибок и недостаточная прозрачность: традиционные подходы к аудиту подвержены человеческому фактору и ошибкам, что может привести к неполным или неточным результатам. Это особенно актуально в условиях быстрого роста объемов данных и требований к их обработке.
6. Сложности адаптации процессов под изменяющиеся требования: внутренний аудит должен оперативно реагировать на изменения в законодательстве, стандартах и внутренних требованиях компании. Без гибких инструментов и методов управления, таких как BPMN, внесение изменений в процессы становится сложным и затратным.

Таким образом, статья фокусируется на проблемах неэффективности и несогласованности в процессах проведения аудита и предлагает решение через моделирование этих процессов в нотации BPMN с использованием цифровых технологий для автоматизации и оптимизации аудиторских процедур.

Предлагается внедрение цифровых технологий в процесс проведения внутреннего аудита организации. При проведении внутреннего аудита цифровые технологии играют важную роль, обеспечивая более эффективный и точный аудиторский анализ. Были выбраны три основные технологии, которые существенно улучшат процессы проведения внутреннего аудита:

- ***Аналитика данных:*** использование алгоритмов машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа больших объемов данных может помочь в обнаружении аномалий, выявлении потенциальных рисков и определении трендов внутри организации.
- ***Цифровая автоматизация:*** применение роботизированного процесса автоматизации для выполнения рутинных задач, таких как сбор данных и тестирование контрольных механизмов, позволяет освободить время аудиторов для более стратегических и аналитических задач.

- ***Облачные технологии:*** использование облачных платформ для хранения и обработки данных внутреннего аудита обеспечивает удобный доступ к информации из любой точки мира, а также повышает уровень безопасности и надежности данных.

Перечисленные технологии помогают сократить время проведения каждого этапа аудита, повысить эффективность, точность и надежность внутреннего аудита, а также обеспечивают возможность более глубокого анализа данных и выявления потенциальных уязвимостей и рисков для предприятия [4].

Существует большое количество инструментов, визуально описывающих управление бизнес-процессами, для более наглядного и детального анализа процессов проведения внутреннего аудита предприятия автор применил нотации «AS IS» и «TO BE», которые являются ключевыми инструментами в области управления процессами и бизнес-анализа [1].

На рис. 1 автором была разработана блок-схема нотации «TO BE», описывающая процессы, операции и системы так, как они должны функционировать после внесения изменений и улучшений, разработанных автором на основе ГОСТ Р ИСО 19011–2021, где оранжевым цветом выделены этапы, в которые будут трансформироваться цифровые технологии.

На этапе планирования: определяются цели и задачи внутреннего аудита с учетом внедрения цифровых технологий. Разрабатывается стратегия аудита, определяются ключевые области для проверки, а также выбираются подходящие цифровые инструменты и технологии для сбора, анализа и визуализации данных.

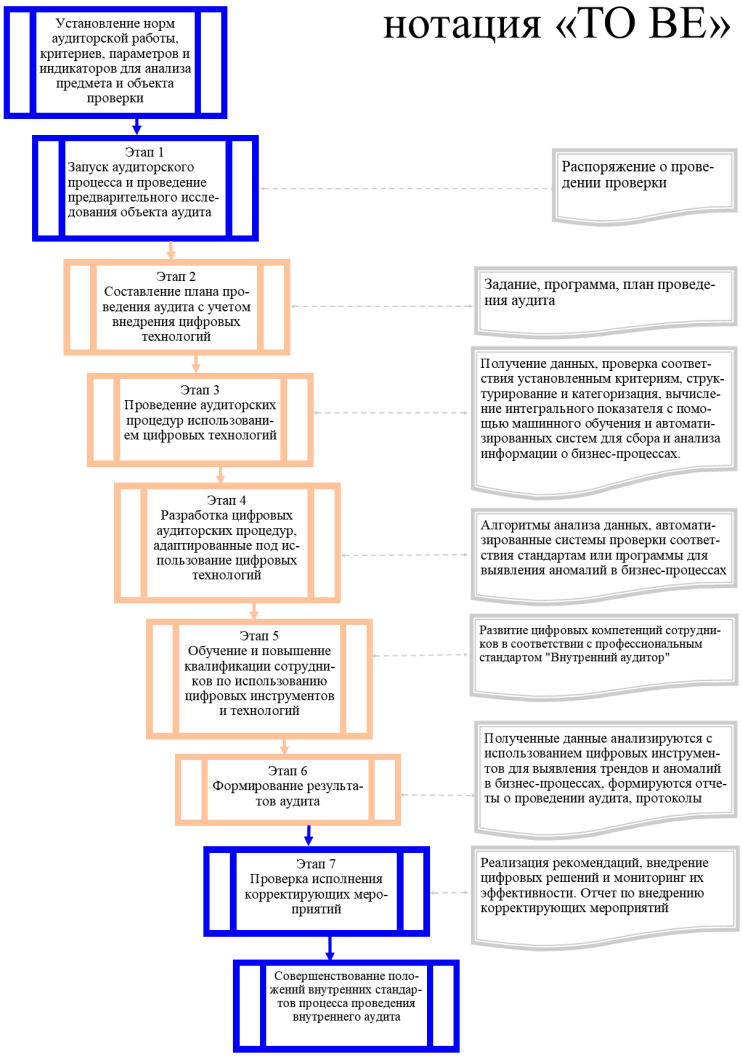


Рис. 1. Блок-схема этапов внутреннего аудита в нотации «TO BE» на основе ГОСТ Р ИСО 19011–2021 «Руководство по аудиту систем менеджмента», разработана автором

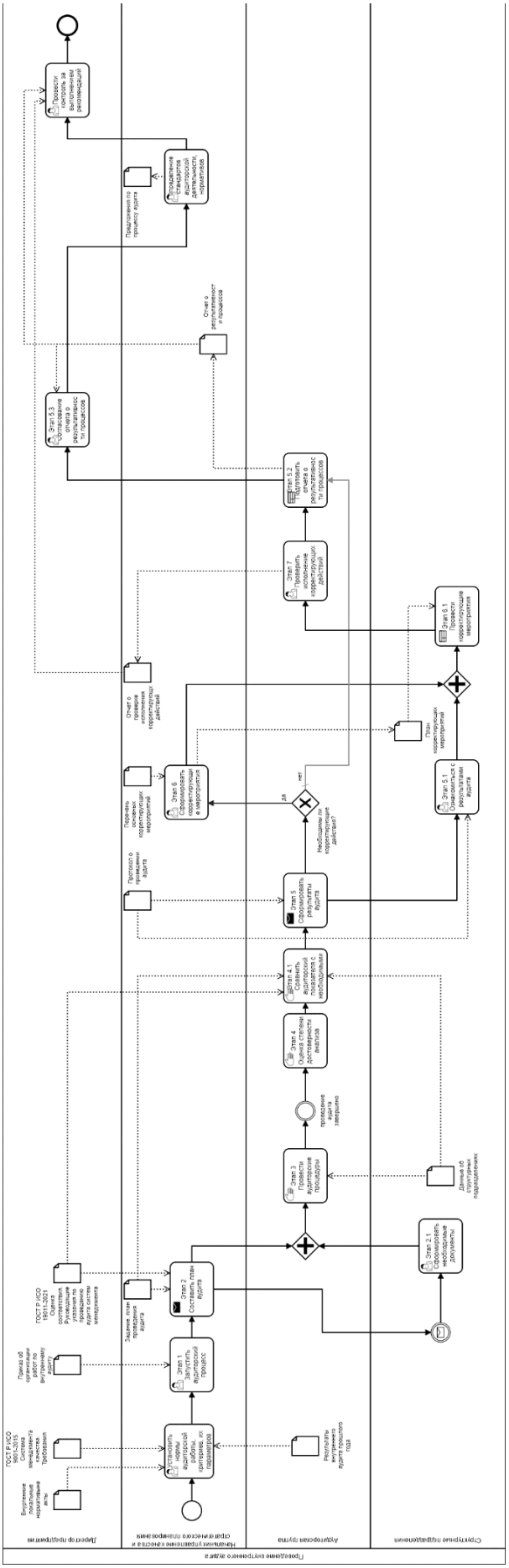


Рис. 2. Процесс проведения внутреннего аудита в нотации бизнес-проектирования BPMN нотации «AS IS» на основе ГОСТ Р ИСО 19011–2021 «Руководство по аудиту систем менеджмента», разработано автором

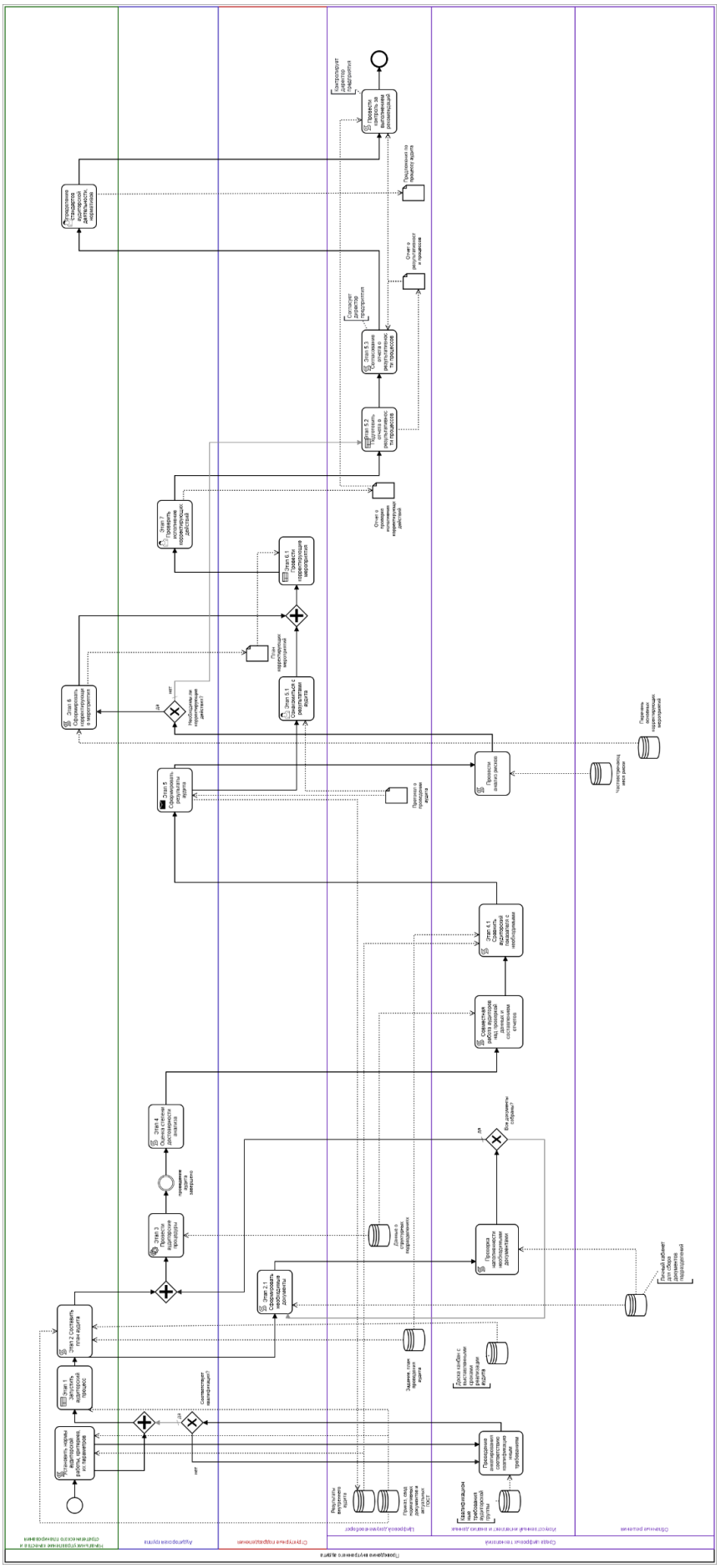


Рисунок 3. Процесс проведения внутреннего аудита в нотации бизнес-проектирования BPMN нотации «TO BE» на основе ГОСТ Р ИСО 19011–2021 «Руководство по аудиту систем менеджмента», разработано автором

На этапе проведения аудиторских проверок аудиторы используют цифровые технологии, такие как аналитика данных, машинное обучение, искусственный интеллект и автоматизированные системы управления, для сбора и анализа информации о бизнес-процессах.

На этапе обучения персонала: сотрудникам, участвующим в проведении внутреннего аудита, предоставляется обучение по использованию цифровых инструментов и технологий. Они учатся эффективно применять новые методы и подходы в своей работе, что способствует повышению квалификации и профессиональному росту.

На этапе анализа результатов: полученные данные анализируются с использованием цифровых инструментов для выявления трендов, паттернов и аномалий в бизнес-процессах, что позволяет выявить потенциальные проблемы и разработать рекомендации по их устранению или оптимизации. После данного этапа готовится подробный отчет на основе анализа результатов, включающий в себя выявленные проблемы и рекомендации.

На рис. 2 разработанная автором модель бизнес-процесса проведения внутреннего аудита «TO BE», основанная на государственном стандарте Р ИСО 19011–2021, где каждый пул представляет собой отдельную роль для завершения проведения процесса внутреннего аудита в организации. Как видно из модели, все процессы выполняют непосредственно люди: либо с помощью минимального набора необходимых программ, либо, работая очно, посредством личного присутствия; вся документация ведется в бумажном виде.

- ***Первый пул*** — директор предприятия. В данной иерархии ролей он является конечной точкой завершения процесса согласования результатов проведения внутреннего аудита.
- ***Второй пул*** — начальник управления качеством, который инициирует процесс проведения аудита, а также является надзорным звеном при проведении и выявлении рисков при проведении внутреннего аудита.
- ***Третий пул*** — аудиторская группа, которая обычно выполняет рутинные задачи посредством необходимого комплекса знаний и умений для проведения внутреннего аудита.
- ***Четвертый пул*** — структурные подразделения, они необходимы для предоставления и согласования необходимых мер для предотвращения рисков при проведении внутреннего аудита.

На рис. 3 представлена разработанная модель проведения внутреннего аудита с помощью внедрения цифровых технологий. Цифровые технологии в данной модели играют главную роль при хранении, обработке и согласовании цифровой документации, предупреждают о причинах и событиях рисков [7].

Отдельно пулом выделены три дорожки среды цифровых технологий:

1. Цифровой документооборот — данная технология представляет собой программные платформы для управления всеми аспектами аудиторской деятельности, включая: планирование, назначение задач, мониторинг выполнения и отчетность. Они обеспечивают совместную работу аудиторской команды.
2. Искусственный интеллект и анализ данных — помогают аудиторам анализировать большие объемы данных аномалии и предсказывать тенденции. это обеспечивает более глубокое понимание аудируемой среды и рисков.
3. Облачные решения — предоставляют аудиторам доступ к хранилищу данных и инструментам; совместные работы из любой точки мира, если это предусматривает работа сервера.

Существенными отличиями проведения внутреннего аудита без цифровых технологий в отличие от процесса проведения аудита третьей стороны с цифровыми технологиями является: использование специализированных программ для планирования и управления проектами (например, Jira, Trello); использование систем автоматического сбора данных (например, ERP-системы, CRM), анализ данных проводится с использованием продвинутых аналитических инструментов и систем больших данных, значительно снижается риск ошибок и повышается точность данных; возможность проведения интервью и проверок с использованием видеоконференций и мобильных приложений; использование искусственного интеллекта и машинного обучения для быстрого анализа и выявления скрытых закономерностей, использование электронных форм для моментальной фиксации результатов и автоматической их обработки; использование специализированных инструментов для автоматического формирования отчетов (например, Power BI, Tableau), возможность интерактивной визуализации данных и представления отчетов в реальном времени.

Проведение внутреннего аудита с использованием цифровых технологий значительно отличается от традиционного подхода. Основные преимущества цифрового аудита включают автоматизацию рутинных задач, повышение точности и оперативности обработки данных, улучшение коммуникации и координации между участниками процесса, а также возможность использования передовых аналитических инструментов [6]. Внедрение цифровых технологий в процесс внутреннего аудита позволяет не только повысить его эффективность, но и сократить затраты времени и ресурсов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье рассмотрен процесс проектирования проведения внутреннего аудита предприятия с применением цифровых технологий и нотации BPMN. На основе анализа ключевых этапов аудита, таких как планирование,

подготовка, проведение, анализ результатов, составление отчета и контроль выполнения рекомендаций, было показано, как цифровые технологии могут существенно повысить эффективность и прозрачность аудиторских процедур.

Использование цифровых технологий, таких как автоматизация сбора и обработки данных, аналитические инструменты, облачные и мобильные технологии, позволяет значительно сократить временные и трудовые затраты, снизить риск ошибок и улучшить качество получаемой информации. Модель процесса внутреннего аудита, разработанная в нотации BPMN, обеспечивает стандартизацию и оптимизацию аудиторских процедур, что способствует улучшению управленческой деятельности предприятия.

Приведенные рекомендации по внедрению данной модели направлены на минимизацию рисков [5], повышение конкурентоспособности и устойчивого развития предприятия. Внедрение BPMN-модели внутреннего аудита с использованием цифровых технологий позволит предприятиям эффективно адаптироваться к современным требованиям рынка, улучшить контроль качества процессов и обеспечить долгосрочную эффективность и прозрачность управления.

Список использованных источников и литературы

1. Бурый А.С., Фролов В.А., Куляница А.Л. Эволюция агентного моделирования. Часть 2. Имитационное моделирование // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 6 (75). С. 46–52.
2. Свистунов М.В., Лобачев В.В. Влияние глобальной цифровизации на внутриорганизационные изменения в компании // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2023. № 1 (219). С. 67–77.
3. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь: Национальный стандарт Российской Федерации. – М.: Стандартинформ, 2018. – 53 с.
4. Назаренко М.А., Шмелева А.Н. Оценка уровня качества научно-исследовательской деятельности вуза // Компетентность. 2023. № 4. С. 19–23.
5. Зайцев А.А., Дмитриев Н.Д., Ильченко С.В. Управление корпоративными рисками на основе проведения внутреннего аудита // Фундаментальные исследования. 2021. № 1. С. 51–60.
6. Грабивчук В.Я., Пивень И.Г. Роль внутреннего аудита и его взаимосвязь с системой управления рисками организации // Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. № 4–2 (62). С. 53–56.
7. Мельчакова А.И., Мишура Л.Г. Риск-ориентированный внутренний аудит системы менеджмента качества // Modern Economy Success. 2020. № 3. С. 227–230.
8. Резвых И.А. Оценка систем внутреннего контроля и управления рисками при проведении аудита групп компаний // Аудитор. 2018. Т. 4. № 7. С. 17–30.
9. Земцов Т.А., Сорокин М.А. Оценка эффективности внутреннего контроля в риск-ориентированных проверках // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2022. № 59. С. 248–260.
10. Нгуен Т.В.Л. Развитие методики внутреннего аудита на основе риск-ориентированного подхода в коммерческих организациях // Baikal Research Journal. 2016. Т. 7. № 2. С. 7.

DESIGNING THE PROCESS OF CONDUCTING AN INTERNAL AUDIT OF AN ENTERPRISE USING DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE BPMN BUSINESS DESIGN NOTATION

Shmeleva A.N., senior lecturer of the Department of Electronics, IPTIP, FSBEIHE RTU MIREA

The article examines the design of the process of conducting an internal audit of an enterprise using digital technologies and BPMN (Business Process Model and Notation) business process notation. The key stages of an audit are presented, including planning, preparation, execution, analysis of results, preparation of the final report and monitoring the implementation of recommendations. Particular attention is paid to the advantages of digital technologies in the audit process: automation of data collection and processing, the use of advanced analytical tools, the use of cloud and mobile technologies. Automation can significantly reduce time and labor costs, increase the accuracy and efficiency of the audit. The article also presents a model of the internal audit process in BPMN, which promotes standardization and optimization of audit procedures, increasing their transparency and efficiency. The given recommendations for the implementation of digital technologies and the BPMN model are aimed at improving the management activities of the enterprise, minimizing risks and improving quality control of processes. The implementation of this model allows enterprises to adapt to modern market requirements, increase competitiveness and ensure sustainable development.

Keywords: internal audit, digital technologies, business processes, BPMN, process optimization.

For citation: Shmeleva A.N. Designing the process of conducting an internal audit of an enterprise using digital technologies in the BPMN business design notation. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024; 5 (80): 19–26. (In Russ.).

References

1. Buryi A.S., Morin E.V. Conceptualization of quality in the software environment of information systems // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2023. No. 3–4 (73). Pp. 19–26.
2. Svistunov M.V., Lobachev V.V. The impact of global digitalization on intra-organizational changes in a company // Vestnik of Samara State University of Economics. 2023. No. 1 (219). Pp. 67–77.
3. Quality management systems. Basic provisions and dictionary: The National standard of the Russian Federation. – M.: Standartinform, 2018. P. 53.
4. Nazarenko M.A., Shmeleva A.N. Assessing the level of quality of university research activities // Competence. 2023. No. 4. Pp. 19–23.
5. Zaitsev A.A., Dmitriev N.D., Ilchenko S.V. Corporate risk management based on internal audit // Fundamental Research. 2021. No. 1. P. 51–60.
6. Grabivchuk V.Ya., Piven I.G. The role of internal audit and its relationship with the organization's risk management system // Economics and business: theory and practice. 2020. No. 4–2 (62). pp. 53–56.
7. Melchakova A.I., Mishura L.G. Risk-oriented internal audit of the quality management system // Modern Economy Success. 2020. No. 3. P. 227–230.
8. Rezvykh I.A. Assessment of internal control and risk management systems during audits of group companies // Auditor. 2018. T. 4. No. 7. P. 17–30.
9. Zemtsov T.A., Sorokin M.A. Assessing the effectiveness of internal control in risk-based audits // Bulletin of Tomsk State University. Economy. 2022. No. 59. pp. 248–260.
10. Nguyen T.V.L. Development of internal audit methodology based on a risk-based approach in commercial organizations // Baikal Research Journal. 2016. T. 7. No. 2. P. 7.

УДК 002:004.9

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПОИСКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА СТАДИЯХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ

Синкевич Е.А., аспирант ФГБУН ВИНИТИ РАН

В рамках концепции применения цифрового двойника (ЦД) оценена возможность его использования для организации поиска, обработки и накопления научно-технической информации на стадиях жизненного цикла наукоемкого изделия. Проведен анализ возможностей ЦД, показаны его базовые функции, преимущества и отличительные особенности от традиционных методов автоматизированного проектирования технических изделий. Предлагается с завершением жизненного цикла изделия его ЦД использовать как источник накопленной информации для создания новой, более совершенной, версии наукоемкого изделия. Раскрывается алгоритм формирования информационного ресурса ЦД наукоемкого изделия по научно-технической информации для проектирования новой техники. Предлагается вариант организации непрерывного поиска научно-технической информации по инновациям в отношении элементов наукоемкого изделия в сетевых электронных ресурсах с использованием его ЦД. Цифровой двойник предыдущей версии наукоемкого изделия, в отличие от самого изделия, продолжает свой жизненный цикл, но уже как источник накопленной информации, для создания новой, более совершенной версии наукоемкого изделия.

Ключевые слова: непрерывный поиск, научно-техническая информация, информационно-поисковая система, цифровой двойник, наукоемкое изделие.

Цитирование: Синкевич Е.А. Оценка возможностей цифрового двойника для автоматизированного поиска научно-технической информации на стадиях жизненного цикла изделия // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5 (80). С. 27–34.

ВВЕДЕНИЕ

Современные информационные технологии постоянно предоставляют большие возможности во многих областях человеческой деятельности. Не стала исключением организация поиска и использования научно-технической информации. Все наиболее значимые научные издания формируют электронные архивы своих изданий. Существует большое количество электронных библиотек, как государственных, коммерческих, так и частных. Одним из перспективных направлений в области создания и эксплуатации технических изделий стало появление технологии цифровых двойников (ЦД), которое позволило проводить виртуальные исследования и значительно сократить время создания наукоемких изделий.

Мощный толчок в развитии ЦД произошел благодаря развитию искусственного интеллекта и интернета вещей. Согласно оценке исследовательской компании Gartner (США), прогнозирующей циклы зрелости технологий, это произошло в 2015 году. В 2016 году ЦД и сами вошли в Gartner Hype Cycle (кривая циклов зрелости технологий). ЦД за последние 5 лет стали новыми инструментами поддержки принятия проактивных решений. Еще в 2018 году технологии, связанные с цифровыми двойниками, были включены компанией Gartner в список TOP – 10 стратегически важных технологий оказались практически на пике перспективных технологий [1, 2].

Считается, что ЦД смогут решать такие проблемы, как прогнозирование технического состояния системы, выявление возможных аварийных ситуаций, прогнозирование заранее неизвестных ситуаций, которые впоследствии способны существенно повлиять на живучесть технической системы. Областями наиболее интенсивного использования ЦД являются наукоемкие отрасли. Наибольшее развитие ЦД ожидается в аэрокосмической промышленности, энергетике, автомобиле- и судостроении, вооружении и военной технике, совершенствовании производственных процессов и т.д. Согласно исследованиям консалтинговой компании ABI Research (США) рынок промышленных цифровых двойников вырастет с 3,5 млрд долларов в

2021 году до 33,9 млрд долларов в 2030 году, что соответствует среднегодовому темпу роста 29%. В ABI Research полагают, что к 2026 году степень внедрения ЦД в мире достигнет 34,9%, что соответствует поддержке более чем 10 млн рабочих мест на производстве [3]. Цифровой двойник может взять на себя функцию поиска в электронных ресурсах научно-технической информации, необходимой для совершенствования функционирования технического изделия на всех стадиях его жизненного цикла. Для организации этой функции наиболее подходящей является современная технология создания сервис-ориентированной архитектуры информационной системы. Микросервисы на основе их оркестровки позволяют организовать автоматический поиск информации по результатам функционирования технического изделия, отзывов и пожеланий пользователей, результатам собранных статистических данных, а также последних достижений науки и техники.

Целью исследования настоящей статьи является оценка возможности цифрового двойника для организации поиска, обработки и использования научно-технической информации (НТИ) на стадиях жизненного цикла (ЖЦ) наукоемкого изделия, а также оценка возможностей организации непрерывного поиска НТИ в сетевых электронных ресурсах на этапе проектирования наукоемкого изделия с использованием его ЦД.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На сегодняшний день можно выделить укрупненную группу инструментов поддержки участников акселератора.

Использование электронных моделей ведущими мировыми компаниями – производителями высокотехнологичных для того времени, изделий началось в 60-х годах двадцатого века. После запуска в серийное производство изделия его электронная модель на последующих стадиях ЖЦ изделия не использовалась. Тем самым значительная часть научно-технического потенциала, заложенного в электронных моделях высокотехнологичных изделий, попросту не использовалась. Ситуация по увеличению реализации научно-технического потенциала электронных моделей компаниями – производителями наукоемкой продукции, стала изменяться с опубликованием в 2002 году Майклом Гривсом, в то время профессором Мичиганского университета (США), книги – научной работы «Происхождение цифровых двойников». Изложенная Майклом Гривсом концепция ЦД состояла из следующих трех основных частей: физические продукты в реальном пространстве; виртуальные продукты в виртуальном пространстве; соединения данных и информации, которые связывают виртуальные и реальные продукты вместе. Все разнообразие виртуальных моделей Майкл Гривс относил к следующим трем типам ЦД:

DTP (Digital Twin Prototype) – прототип «цифрового двойника», представляющий собой виртуальный аналог реального объекта и содержащий все данные для производства оригинала;

DTI (Digital Twin Instance) – экземпляр «цифрового двойника», включающий трехмерную модель и содержащий данные обо всех характеристиках физического объекта, его эксплуатации и действующий параллельно с оригиналом;

DTA (Digital Twin Aggregate) – агрегатор «цифрового двойника», агрегированный двойник, представляющий собой вычислительную систему из ЦД и реальных объектов, которыми можно управлять из единого центра и обмениваться данными внутри [1].

Впервые концепция виртуального, цифрового эквивалента физическому продукту, или ЦД, была введена в Мичиганском университете на курсе PLM (Product Lifecycle Management) «Управление жизненным циклом продукта» для руководителей штата Мичиган, проходившем 2003 году в [1]. В отличие от электронных моделей того времени виртуальные модели изделий в концепции ЦД используются на стадиях ЖЦ изделия, следующих за серийным производством. Таким образом, виртуальная модель в концепции цифрового двойника используется в связке с изделием на всех стадиях его ЖЦ, а для изделия с проблемной утилизацией– в том числе и на стадии утилизации. Цифровой двойник представлялся как цифровая (виртуальная) модель любых физических объектов, систем, процессов или людей, которая точно воспроизводила форму и действия оригинала и, что самое главное, была синхронизирована с ним посредством двунаправленных информационных связей. Концепция ЦД исходит из того, что любой физический объект, процесс, явление можно представить в виде физической и виртуальной системы. В этом случае виртуальная система должна в реальном масштабе времени адекватно отражать физическую систему, что возможно только при наличии у них двусторонних информационных связей, объединяющих оба эти пространства – материальное и виртуальное.

Таким образом, суть концепции ЦД заключается во взаимосвязи физического объекта реального мира с его цифровой копией виртуального мира посредством устойчивой и непрерывной информационной связи между ними, обеспечивающей адекватное отражение состояния физического объекта [1]. Создание и использование такого ЦД было вызвано необходимостью заранее смоделировать, особенно для сложных и дорогостоящих изделий, то, что будет происходить с изделием в тех или иных условиях эксплуатации. По мнению автора концепции Майкла Гривса, «в идеальных условиях вся информация, которую можно получить от изделия, может быть получена от его ЦД» [4]. Поэтому создание и использование для сложных и дорогостоящих изделий ЦД позволяет сэкономить средства и время, а также если этого не избежать, то в значительной

степени снизить размер наносимого людям и окружающей среде ущерба.

Технологии, связанные с ЦД, вначале получили распространение в США, странах Западной Европы, Японии и на Тайване. Сократив некоторое отставание в области технологий ЦД, ученые и инженеры-производственники Российской Федерации на основе успешного зарубежного и своего опыта первыми в этой сфере разработали в рамках направления TechNet (Национальной технологической инициативы) национальный стандарт Российской Федерации. В сентябре 2021 года Росстандарт утвердил ГОСТ Р 57700.37—2021«Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Основные положения». Согласно этому стандарту «цифровой двойник изделия – это система, состоящая из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием (при наличии изделия) и (или) его составными частями. Здесь цифровая модель изделия – это система математических и компьютерных моделей, а также электронных документов изделия, описывающая структуру [2], функциональность и поведение вновь разрабатываемого или эксплуатируемого изделия на различных стадиях ЖЦ.

Целью создания ЦД является выполнение технических и тактико-технических требований к изделию, снижение себестоимости и сроков разработки, опытных образцов изделия, повышение технологичности изделия, а также повышение надежности и эффективности его эксплуатации. ЦД выполняет следующие задачи:

- оценка научной обоснованности, тактико-технической целесообразности и технологической реализуемости разрабатываемого или готового изделия в различных условиях эксплуатации;
- возможность на различных стадиях ЖЦ изделия проследить принятые технические решения и их обоснованность;
- обеспечение выполнения участниками процессов ЖЦ функций управления требованиями, конфигурацией и эксплуатационно-техническими характеристиками изделия;
- снижение себестоимости, сроков разработки опытных образцов и испытаний изделия и (или) его составных частей за счет проведения цифровых (виртуальных) испытаний в объеме, достаточном для подтверждения соответствия требованиям технического задания».

В ЦД можно выделить следующие компоненты: цифровую модель наукоемкого изделия, компьютерные программы, виртуально моделирующие поведение системы под воздействием внутренней и окружающей среды на заранее заданный период времени, двусторонние (двунаправленные) информационные связи с наукоемким изделием, создающие и пополняющие информационные ресурсы, характеризующие состояние системы и ее историю.

Необходимость адекватности ЦД продукции (изделию), производственным, социальным и экономическим процессам приводит к их специализации. В настоящее время выделяют следующие типы ЦД:

«цифровой двойник» продукта – виртуальная модель производимого продукта, используется для выявления и анализа недостатков в работе продукта в различных условиях эксплуатации и последующей корректирующей настройки технологического оборудования перед серийным производством продукта, что позволяет повышать эффективность продукта и уменьшить производственные затраты по выводу продукта на рынок;

«цифровой двойник» процесса – виртуальная модель, имитирующая производственные процессы, позволяющая создавать различные технологические сценарии и показывать состояния производства в этих сценариях, что дает предприятию возможность разрабатывать наиболее эффективную технологию производства, при которой оно сможет выполнять профилактическое обслуживание, избегая дорогостоящих простоев, повышать безопасность и эффективность производства;

«цифровой двойник» системы – виртуальная модель всей производственной системы в целом (например, завода, фабрики, банка и др.), оперативно собирающая необходимые большие объемы актуальных данных, производимых технологическими элементами и продуктами системы, получает представление о реальном состоянии и создает возможности для принятия решения по оптимизации всех процессов системы [1].

Расширение применения ЦД идет вслед за развитием математических моделей, которые совершенствуются в основном в направлении адекватности описания состояния физических объектов, физических процессов, сложных социально-экономических явлений, не затрагивая направления освоения ЦД других функций. Использование результатов проверочных и упреждающих (превентивных) моделирований состояний реального объекта в условиях эксплуатации, как правило, ограничивается: либо подтверждением правильности решений разработчиков в отношении физического объекта; либо корректировкой соответствующих первоначальных решений, направленных на устранение различного рода недостатков; либо принятием решений о необходимых доработках по совершенствованию этого физического объекта. Сложность и масштабность физических объектов, процессов и явлений, а также повышение точности в адекватности описания ЦД их состояний, особенно для упреждающего (превентивного) системного прогнозирования состояния реального объекта, делает виртуальные модели все более интеллектуально затратными и дорогостоящими.

В настоящее время с завершением ЖЦ реального физического объекта его ЦД перестает использоваться, оставаясь лишь частью багажа, накопленного опыта разработчиков. Финансовые средства на создание ЦД ложатся дополнительными расходами на производство изделия, повышая его конечную стоимость. При этом ЦД является весьма интеллектуально затратным, наукоемким и дорогостоящим инструментом. Поэтому, с нашей точки зрения, этот инструмент с его ресурсами следует использовать для создания новых версий подобного вида изделий. Предлагается с завершением ЖЦ наукоемкого изделия его ЦД использовать для создания новой, более совершенной версии наукоемкого изделия. Для этого, на наш взгляд, необходимы не только накопление и сохранение ЦД информации о состоянии наукоемкого изделия в основных стадиях его ЖЦ, но и система непрерывного автоматизированного поиска НТИ по инновациям элементов, составляющих наукоемкое изделие с использованием информационно-поисковых систем (ИПС) [5, 6].

В этом случае ЦД предыдущей версии наукоемкого изделия продолжает свой ЖЦ, но уже как источник накопленной информации для создания новой, более совершенной, версии наукоемкого изделия.

Выбор ЦД наукоемкого изделия для накопления информации с целью создания в будущем новой, более совершенной версии этого изделия обусловлен следующими факторами:

- наличие прямой заинтересованности организации – производителя наукоемкого изделия, имеющего ЦД, в выводе на рынок более совершенной версии этого изделия с наименьшими затратами средств и времени;
- наличие у организации интеллектуальных и производственных возможностей (персонала, обладающего необходимыми компетенциями и находящегося в теме работ по изделию и производственных мощностей);
- сосредоточение актуальной информации для совершенствования действующей версии изделия в базе данных его ЦД, на рабочем месте конструкторов, рядом с технологическим оборудованием, что облегчает применение разработчиками адаптивно-параллельного метода при создании новой, более совершенной версии этого изделия;
- наличие у ЦД двусторонних связей с наукоемким изделием и базы данных для накопления информации по стадиям ЖЦ этого изделия;
- простотой создания дополнительной или увеличения имеющейся емкости базы данных ЦД для накопления и сохранения НТИ по инновациям.

Одним из эффективных подходов к проектированию наукоемких изделий является адаптивно-параллельный метод [5]. Этот метод позволяет выделить стадии ЖЦ наукоемкого изделия, а также задачи внутри каждой стадии, которые могут выполняться параллельно. На стадии НИОКР адаптивно-параллельный метод значительно сокращает время и ресурсы на создание новой, более совершенной версии изделия. При создании совершенно новых изделий, а также при разработке более совершенного аналога еще эксплуатируемого образца изделия суть метода заключается в параллельном проектировании, экспериментировании и изготовлении для одной цели разных вариантов опытных образцов изделия с последующим выбором для серийного производства наиболее приемлемого варианта. При совершенствовании находящегося в эксплуатации образца изделия применение адаптивно-параллельного метода заключается в параллельной разработке разных вариантов новых деталей, узлов, материалов и опробовании их в составе опытного образца изделия. По положительным результатам опробования каждого варианта деталей, узлов и материалов разработчиками оперативно делается вывод об использовании в изделии того варианта деталей, узлов и материалов, который в наибольшей степени отвечает возможностям организации-производителя и улучшает эксплуатационные характеристики изделия, а также упрощает технологию производства и снижает стоимость изделия в целом. В случае отрицательного результата опробования разработчиками также оперативно принимается решение о соответствующем направлении дальнейшего совершенствования деталей и узлов, либо об изменении технологии производства деталей и узлов, либо то и другое вместе.

Особенностью использования адаптивно-параллельного метода при разработке наукоемкого изделия, предполагающего наличие у него ЦД, является то, что в ЦД создается модуль непрерывного поиска научно-технических решений в распределенных сетевых ресурсах. В этом отношении ЦД предыдущей версии изделия может быть востребован и подключен к системе поиска НТИ и системе поддержки принятия проектных решений.

Основным компонентом ЦД является цифровая модель, которая, используя двунаправленные связи с физическим объектом, посредством компьютерных программ виртуально моделирует поведение наукоемкого изделия. Цифровые модели и компьютерные программы в большей степени, чем другие компоненты ЦД, отражают характерные особенности как отраслевой, так и функциональной принадлежности наукоемких изделий. Поэтому для наиболее распространенных видов наукоемких изделий разработаны соответствующие платформы создания цифровых моделей и методы наполнения их данными. Среди таких платформ выделяются функционально-ориентированные: Autodesk, Bosh, Ansys, процессно-ориентированные SAP, Oracle и предметно-ориентированные, например в литейном производстве [7], в автомобильной промышленности, в утилизации электротехнической продукции [8], в машиностроении и энергетике (Cerebra) и др. [9].

Большое разнообразие платформ, а также архитектурных и технологических принципов их построения, необходи-

мость осуществления возможности их дальнейшей интеграции в единую систему хранимых и используемых данных на основе распределенных сервисов обуславливают потребность разработки теоретических основ методики построения и интеграции систем поддержки процессов моделирования, проектирования и управления посредством ЦД [10].

Интеграция НТИ по инновациям в отношении элементов, составляющих наукоемкое изделие на всех стадиях его ЖЦ, осуществляется через специальный модуль его ЦД, в котором для обеспечения преемственности старой и новой версии наукоемкого изделия необходимо формировать и сохранять результаты поиска НТИ по каждой стадии ЖЦ наукоемкого изделия. Система двунаправленных связей обеспечивает взаимодействие информационных ресурсов предыдущей версии наукоемкого изделия с создаваемой новой версией и ее ЦД (см. рис. 1) [11].

Эксплуатационные характеристики наукоемкого изделия моделируются на основе потоков данных, которые возникают в ходе реализации процессов.

В предлагаемом подходе для описания объектов и процессов, а также установления связей между ними используются иерархические и сетевые структуры. Система управления или настройка ЦД осуществляется через корректировку иерархической структуры дерева целей наукоемкого изделия, соотнесенной с деревом декомпозиции бизнес-процессов, в нем протекающих, а также с сетевой структурой взаимодействия связей между свойствами объектов наукоемкого изделия. Решение этой задачи может быть реализовано методами автоматизированного непрерывного поиска НТИ.

Под непрерывным поиском НТИ в сетевых электронных ресурсах будем понимать автоматизированный поиск с использованием поисковой системы, реализованной на базе ЦД наукоемкого изделия в форме сервис-ориентированной архитектуры, в базах данных, ведущих в предметных областях, электронных журналах, электронных библиотеках и других открытых источниках, осуществляющих научно-информационную деятельность. Их информационные ресурсы содержат, как правило, систематизированные по научным направлениям издания, а также неструктурированные полнотекстные работы. Периодичность появления поискового запроса определяется категорией информационного ресурса, в котором может находиться полезная НТИ. Так поиск информации в научных журналах может быть активизирован появлением их новых выпусков, а поиск информации в патентах будет определяться датой последнего запроса к патентной базе данных или к соответствующему разделу этой базы данных. Эти факторы определяют регламент формирования поискового запроса и периодичность его исполнения.

Интересующая нас информация об инновациях: в конструкции и работе наукоемкого изделия, технологии его производства и использовании современных материалов, как правило, растворена в огромном объеме информация научных направлений, предметных областей, имеющих отношение к элементам, составляющим это изделие. Для создания нового, более совершенного образца наукоемкого изделия нужна достоверная релевантная информация. Составление информационных запросов должно касаться исследований и научно-технических достижений в области механики, электромеханики, автоматики, электроники и программного обеспечения. Для непрерывного поиска в сетевых электронных ресурсах важно, чтобы информация имела форму документа с зафиксированной в нем НТИ,

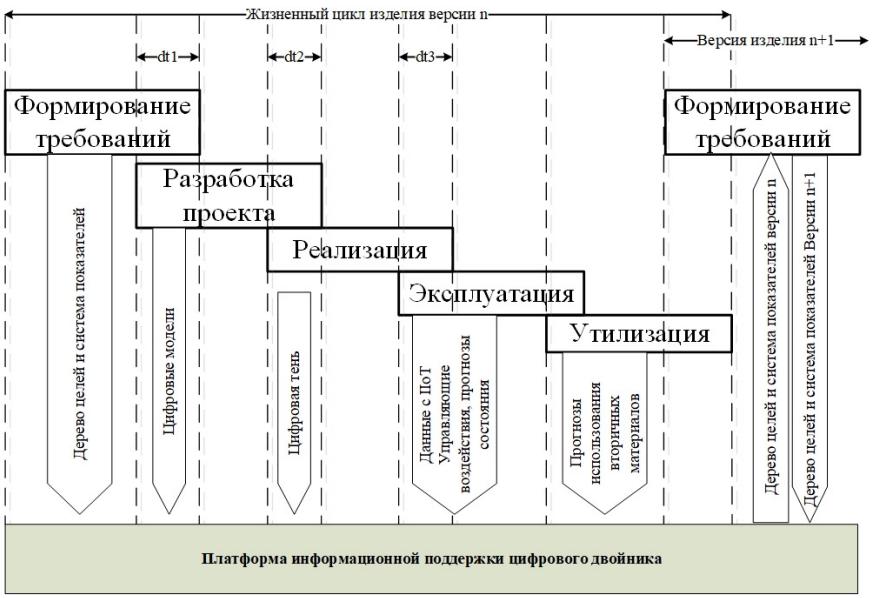


Рис. 1. Информационная поддержка жизненного цикла изделия на основе цифрового двойника

в виде текста, звукозаписи или изображения, хранящегося в доступной базе данных. Документ должен быть кодифицирован и содержать реквизиты, позволяющие идентифицировать его и содержащуюся в нем информацию.

Анализ существующих методов, алгоритмов и подходов поиска текстовой НТИ с использованием ИПС показывает, что алгоритм формирования информационного ресурса ЦД по НТИ практически сводится к поиску актуальной НТИ (см. рис. 2) и включает: составление поисковых запросов, извлечение актуальной НТИ и наполнение базы данных ЦД [12].

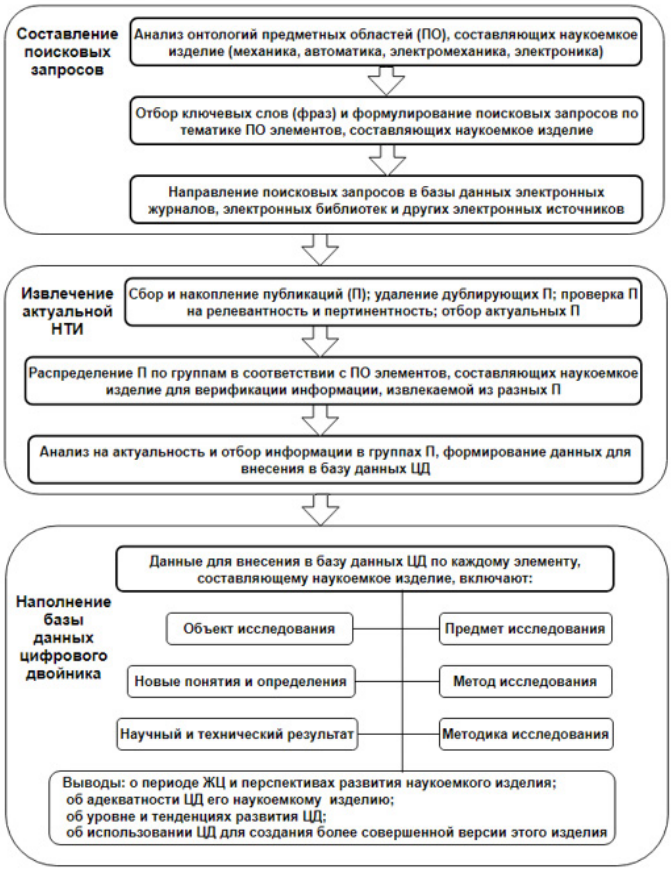


Рис. 2. Алгоритм формирования информационного ресурса цифрового двойника научно-технической информации

Составление поисковых запросов. Поиск ведется в базах данных, ведущих в предметных областях, электронных журналах, электронных библиотеках и других открытых источниках. Поиск ограничивается статьями из рецензируемых журналов, опубликованных в период с начала эксплуатации наукоемкого изделия и использования ЦД на текущий момент времени. Составление информационных запросов должно касаться исследований и научно-технических достижений в соответствующих тематических разделах. Поиск основывается на наиболее подходящих методах, которые дают приемлемые результаты.

Извлечение актуальной НТИ. Релевантные статьи оцениваются по метаданным и контексту. Публикация отбирается для дальнейшего исследования, если соответствует следующим критериям:

1) содержит актуальную (новую, отличную от имеющейся) информацию хотя бы об одном элементе, составляющем наукоемкое изделие;
2) акцент делается на объект, предмет и метод исследования, на научный и технический результаты (патенты на изобретение), на новые понятия и определения в отношении хотя бы одного аспекта элемента, входящего в структуру наукоемкого изделия;
3) присутствует идентичность или относительная похожесть объекта, предмета, метода и методики исследований с наукоемким изделием.

Для получения актуальной информации и формулирования выводов информация отобранных материалов тщательно изучается.

Наполнение базы данных ЦД. Данные для внесения в базу данных ЦД включают в себя: новые понятия и определения, объект, предмет, метод и методику исследования, научный и технический результаты исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ существующих тенденций совершенствования и сокращения сроков проектирования наукоемкого изделия показал, что теория и практика цифровых двойников являются наиболее прогрессивным и быстро развивающимся направлением. Отмечено, что с окончанием ЖЦ изделия его цифровой двойник перестает быть востребованным. В работе предложено, в рамках концепции применения цифровых двойников, с завершением ЖЦ изделия его ЦД использовать как источник накопленной информации для создания новой, более совершенной версии наукоемкого изделия. Для того чтобы цифровой двойник в последующем имел ценность, необходимо постоянно пополнять его базу данных научно-техническими решениями, которые появились после этапа проектирования изделия. В этом случае ЦД предыдущей версии наукоемкого изделия, в отличие от самого изделия, будет востребован и продолжит свой ЖЦ, но уже как источник накопленной информации для создания новой, более совершенной версии наукоемкого изделия. Реализация этого предусматривает накопление ЦД информации о состоянии наукоемкого изделия в основных стадиях ЖЦ предыдущей версии изделия и создание системы непрерывного автоматизированного поиска информации об инновациях, содержащих объект, предмет и методы исследования, а также научный и технический результаты, по элементам, составляющим это изделие. Для этого поиск НТИ должен осуществляться на всех стадиях ЖЦ предыдущей версии изделия.

Список использованных источников и литературы
1. Прохоров А., Лысачев М. Научный редактор профессор Боровков А. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. – М.: ООО «Альянс Принт», 2020. – 401 с.
2. Бурый А.С. Цифровые двойники как основа парадигмы развития прикладных информационных систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 6(70). С. 24–32.
3. ABI Research. Консалтинговая компания. Исследования рынка промышленных DT. [Электронный ресурс] URL: https://spbit.ru/analytics/a210676 (дата обращения: 19.07.2024).
4. Grieves M. Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication // White paper. 2014. P. 1–7.
5. Щекочихин О.В., Синкевич Е.А. Обеспечение информационной безопасности при работе с информационно-поисковыми системами // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 2(66). С. 35–40.
6. Синкевич Е.А. Системы кодификации научно-технической информации для организации ее поиска в электронных библиотеках // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 4(56). С. 35–40.
7. Руссу Е.А. Автоматизированное проектирование узлов транспортных средств адаптивно-параллельным методом // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2008. № 10. С. 6–8.
8. Zhang M., Tao F., Cheng J., Qi Q. Digital Twin Workshop: A New Paradigm for Future Workshop // Computer Integrated Manufacturing Systems. 2017. Т. 23, № 1. С. 1–9.
9. Knapp G.L., Mukherjee T., Zuback J.S., Wei H.L., Palmer T.A., De A., DebRoy T. Building Blocks for Digital Twin of Additive Manufacturing // Acta Materialia. 2017. 135. С. 390–399.
10. Wang X. V., Wang L. Digital Twin-Based WEEE Recycling, Recovery and Remanufacturing in the Background of Industry 4.0 // International Journal of Production Research. 2019. Т. 57, № 12. С. 3892–3902.
11. Шведенко В.Н., Шведенко В.В., Щекочихин О.В. Использование структурного и параметрического полиморфизма при создании цифровых двойников // НТИ. Сер. 2. Информационные процессы и системы. 2019. № 3. С. 21–24.
12. Шведенко В.Н., Щекочихин О.В., Синкевич Е.А. Информационные системы управления процессом создания и эксплуатации наукоемкой продукции // Научно-техническая информация. Сер. 2. Информационные процессы и системы. 2021. № 5. С. 19–22.

EVALUATION OF THE CAPABILITIES OF THE DIGITAL TWIN FOR AUTOMATED SEARCH OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL INFORMATION AT THE STAGES OF THE PRODUCT LIFE CYCLE

Sinkevich E.A., graduate student Russian Institute of Scientific and Technical Information of the RAS

Within the framework of the concept of using a digital twin (DT), the possibility of using it to organize the search, processing and accumulation of scientific and technical information at the stages of the life cycle of a high-tech product was assessed. An analysis of the capabilities of a DT is carried out, its basic functions, advantages and distinctive features from traditional methods of computer-aided design of technical products are shown. It is proposed that at the end of the product's life cycle, its DT can be used as a source of accumulated information to create a new, more advanced version of a high-tech product. An algorithm for creating an information resource for a DT of a high-tech product based on scientific and technical information for the design of new equipment is revealed. An option is proposed for organizing a continuous search for scientific and technical information on innovations regarding elements of a high-tech product in network electronic resources using its DT. The DT of the previous version of a high-tech product, unlike the product itself, continues its life cycle, but as a source of accumulated information for creating a new, more advanced version of a high-tech product.

Keywords: continuous search, scientific and technical information, information retrieval system, digital twin, a high-tech product.

For citation: Sinkevich E.A. Evaluation of the capabilities of the digital twin for automated search of scientific and technical information at the stages of the product life cycle. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024; 5 (80): 27–34. (In Russ.).

References

1. Prokhorov A., Lysachev M. Tsifrovoy dvoynik. Analiz, trendy, mirovoy opyt. Moscow, OOO «Al'iyns-print» Publ., 2020, 401p. (In Russ.).
2. Buryi A.S. Cifrovye dvojniki kak osnova paradigmy razvitiya prikladnyh informacionnyh sistem. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekh-nicheskogo regulirovaniya. 2022, no. 6(70), pp. 24–32. (In Russ.).
3. ABI Research. Consulting company. Industrial DT market research. [Electronic resource] URL: https://spbit.ru/analytics / a210676 (accessed 19.07.2024) (In Russ.).
4. Grieves M. Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication. White paper. 2014, pp. 1–7.
5. Shchekochihin O.V., Sinkevich E.A. Obespechenie informacionnoj bezopasnosti pri rabote s informacionno-poiskovymi sistemami. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya. 2022, no. 2(66), pp. 35–40. (In Russ.).
6. Sinkevich E.A. Sistemy kodifikacii nauchno-tekhnicheskoj informacii dlya organizacii ee poiska v elektronnyh bibliotekah. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya. 2020, no. 4(56), pp. 35–40. (In Russ.).
7. Russu E.A. Avtomatizirovannoe proektirovanie uzlov transportnykh sredstv adaptivno-parallel'nym metodom [Computer-aided design of vehicle assemblies by the adaptive parallel method]. Pribory i sistemy. Upravlenie, control, diagnostic. 2008, no. 10, pp. 6–8.
8. Tao F., Zhang M., Cheng J., Qi, Q. Digital Twin Workshop: New Paradigm for Future Workshop. Computer Integrated Manufacturing Systems.2017, no. 23 (1), pp. 1–9.
9. Knapp G.L., Mukherjee T., Zuback J.S., Wei H.L., Palmer T.A., De A., DebRoy T. Building Blocks for Digital Twin of Additive Manufacturing. Acta Materialia, 2017, no. 135, pp. 390–399.
10. Wang X. V., Wang, L. Digital Twin-Based WEEE Recycling, Recovery and Remanufacturing in the Background of Industry 4.0. International Journal of Production Research. 2019, vol. 57, no. 12, pp. 3892–3902.
11. Shvedenko V.N., Shvedenko V.V., Shchekochikhin O.V. Ispolzovanie strukturnogo i parametricheskogo poliformizma pri sozdanii tsifrovykh dvoynikov. Nauchno-tekhnicheskaya informatsiya. Seriya 2. Iinformatsiyonnye protsessy i sistemy. 2019, no. 3, pp. 21–24. (In Russ.).
12. Shvedenko V.N., Shchekochikhin O.V., Sinkevich E.A. Iinformatsiyonnye sistemy upravleniya protsessom sozdaniya i expluatatsii naukoemkoy produktsii. Nauchno-tekhnicheskaya informatsiya. Seriya 2. Iinformatsiyonnye protsessy i sistemy. 2021, no. 5, pp. 19–22. (In Russ.).

УДК 343.98 : 004.01

КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПОСТАНОВКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СИНТЕЗА РЕШЕНИЙ СУДЕБНО-ПОЧЕРКОВЕДЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Мистров Л.Е., д-р техн. наук, проф., проф. кафедры ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Центральный филиал «Российский государственный университет правосудия», гл. спец. ФГБУ «Институт стандартизации»

Дубинцова Д.Г., студентка Центрального филиала «Российский государственный университет правосудия»

В настоящее время представление о целостной теории судебной почерковедческой экспертизы (СПЭ) только формируется. Практика производства СПЭ свидетельствует о необходимости повышения эффективности почерковедческой экспертизы по частным, информационным показателям качества и перехода к интегральному показателю (критерию) эффективности, что обусловливает необходимость формирования системных основ (концепции) проведения диагностических исследований. Их содержание должно способствовать развитию методологических основ СПЭ, исторически ориентированных на идентификационные исследования, рассмотрение ее развития в соответствии с принципами системного подхода и методами системного анализа.

Основу обоснования критерия эффективности экспертизы рукописи составляет установление причинно-следственных отношений между внешнесистемными и внутрисистемными функциями принятия решений экспертом, определяющих структуру и содержание информационного процесса проведения исследований. Его определение основывается на преобразовании принципа максимума полезности работы эксперта в принцип максимального элемента, что позволяет свести задачу к задаче математического программирования. Предложено внешнесистемные и внутрисистемные функции принятия решения экспертом в формализованном виде представить в виде семантической модели, ориентированной на преобразование внутрисистемных функций во внешнесистемные при формировании экспертного заключения. В основу критерия эффективности положен изоморфизм отношений между множеством решаемых экспертом задач и множеством идентификационных (диагностируемых) признаков элементов рукописи.

Предложена физическая и математическая постановка задачи как задачи определения на множестве допустимых вариантов решения представленной на экспертизу рукописи и выбора предпочтительного варианта решения задачи по максимальному значению показателя эффективности как функции идентификационных и диагностических признаков рукописи. Это обеспечивает с системных позиций рассмотрение задачи обоснования структуры, показателей качества решения частных задач и обосновать заключение эксперта.

Ключевые слова: почерковедческая экспертиза, эксперт-почерковед, рукопись, идентификационные и диагностические признаки, системный подход, критерий эффективности, показатели качества, экспертное заключение.

Цитирование: Мистров Л.Е., Дубинцова Д.Г. Критерий эффективности и постановка решения задачи синтеза решений судебно-почерковедческой экспертизы // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5(80). С. 35–49.

ВВЕДЕНИЕ

Судебно-почерковедческая экспертиза (СПЭ) представляет наиболее эффективный метод обоснования оперативных и достоверных решений по гражданским и уголовным делам, арбитражным спорам. Ее целью является установление экспертом-почерковедом (Э-П) конкретного исполнителя рукописи (текста, подписи, цифровой записи) и условий, при которых выполнялись данные элементы (к ним можно отнести физическое состояние пишущего, его положение при письме, намеренное искажение почерка и т.д.).

Рукопись представляет выраженную мысль исполнителя, зафиксированную при помощи графических знаков и правил их сочетания, и содержащит смысловую и графиче-

скую составляющие. Смысловая составляющая охватывает содержание, стиль и манеру изложения, лексику и другие особенности, а графическая, отражающая почерк исполнителя, – систему выработанных движений для изображения букв, слов, цифр, знаков, любого начертания графических объектов и т.п. Условно-рефлекторные связи письма образуются под влиянием множества факторов, определяемых физическими и психическими особенностями данного исполнителя и условиями обучения. В результате в почерке закрепляются индивидуальные отклонения, причем их совокупность в разнообразном сочетании неповторима для каждого лица. При проведении СПЭ рукописи смысловая и графическая составляющие, представляющие сложную взаимосвязанную и взаимообусловленную структуру элементов, рассматриваются в единстве и взаимосвязи [1], обусловливая ее уникальность и специфичность. Предметом почерковедческой экспертизы являются факты (обстоятельства), подлежащие установлению Э-П на основе познаний в области судебного почерковедения и применения специальных методик экспертного исследования [2].

При этом под почерком понимается индивидуальная и динамически устойчивая программа графической техники письма, в основе которой лежит зрительно-двигательный образ выполнения рукописи, реализуемой с помощью системы движений. Почерк любого человека вне зависимости от того, на каком языке пишется текст, состоит из штрихов, располагающихся в некоторой последовательности для получения отдельного символа или буквы, а в дальнейшем – и целого слова, предложения и текста. Любой текст, написанный от руки, представляет собой символы заранее заданного алфавита языка и знаков, которые разделяют данные символы. В качестве разделительных знаков могут выступать точки, запятые, дефис, двоеточие и т.п. Для всех букв характерно наличие динамических (при написании буквы человек может писать штрихи в различной последовательности, а также буквы могут состоять из разного количества таких штрихов) и статических (форма и размер букв не изменяются в пределах одного языка) свойств.

Задача анализа почерка проводится с целью установления существенных свойств рукописи на основе выделения, классификации и исследования идентификационных и диагностируемых элементов (признаков) для решения задач распознавания и измерения их количественных значений и зависит от взаимодействия множества временных распределений элементов рукописи.

К основным свойствам почерка, существенным для его экспертно-криминалистического исследования, относятся [2, 3]:

1. Индивидуальность почерка – идентификационное качество, состоящее в неповторимости совокупности признаков почерка конкретного человека, отражающейся в единстве анатомических, физиологических и психических свойств. В основе формирования почерка лежит письменно-двигательный навык – система регулятивных процессов, сложившихся в индивидуальном опыте человека и позволяющих устойчиво и стандартно выполнять определенные действия. Индивидуальность почерка человека, у которого уже сформировался письменно двигательный навык, выражается в специфических изменениях, дополнениях или сокращениях по отношению к стандартной прописи.
2. Динамическая (относительная) устойчивость – идентификационное качество, состоящее в воспроизводимости (повторяемости) признаков почерка и их сохраняемости в пределах идентификационного периода при письме в различных условиях.
3. Избирательная изменчивость – свойство, отражающее отклонения в деятельности функциональной двигательной системы пишущего, которые избирательно возникают при воздействии на процесс письма сбивающих факторов.

Исходя из этого, для разработки решения Э-П сталкивается с рядом трудностей, основными из которых являются: наличие большого числа элементов и объема перерабатываемой информации, слабая формализуемость процессов анализа и принятия решения, множество ограничений, часть из которых носит сложный логический характер, и необходимость разрешения информационной неопределённости объекта экспертизы при проведении почерковедческой экспертизы, обусловливая для их разрешения использование диалектически дополняющих друг друга методов анализа и синтеза. Обоснование цели исследований, критерия эффективности, структуры методического обеспечения исследований и разработки экспертного заключения с использованием принципов системного подхода представляет собой синтез. Основными принципами системного подхода при СПЭ рукописи являются:

- принцип системности – предполагает рассмотрение рукописи с учетом внешне- и внутрисистемных связей ее элементов;
- принцип целостности – обусловливает необходимость рассмотрения рукописи как единого целого во взаимодействии с внешней средой;
- принцип устойчивых связей – определяет учет различных существенных отношений между элементами рукописи;
- принцип интеграции – основывается на установлении интегративных свойств и закономерностей построения рукописи, характеризующих уникальность рукописи;
- принцип формализации – направлен на получение количественных характеристик, создание методов, критериев, показателей и оценок качества на различных стадиях анализа рукописи.

Анализ почерка проводится с целью установления существенных свойств рукописи на основе выделения, классификации и исследования идентификационных и диагностируемых элементов (признаков) для решения задач

диагностирования (распознавания) и измерения их количественных значений и зависит от взаимодействия множества временных распределений элементов рукописи.

Решение задач СПЭ представляется задачей многокритериальной оптимизации, в которой каждый из n-го количества идентификационных признаков характеризует то или иное существенное свойство рукописи, и предполагает наличие системы методов и методик для проведения исследований. В настоящее время методы исследования почерка базируются в основном на дескриптивном (эмпирическом) подходе. Его основу составляет система методик исследований, обеспечивающих принятие решений по частным показателям (критериям) оценки качества рукописи. В основу подхода положено установление эмпирических зависимостей, связывающих характеристики исследуемого почерка с известным сравниваемым образцом при различных условиях его оформления носителем рукописного текста. Это обусловливает возникновение объективно существующего противоречия при обосновании решения Э-П, обусловленного следующими причинами:

а) процесс принятия решений Э-П в большей степени базируется на логических рассуждениях, не поддающихся формализации (соответственно оптимизации);

б) отсутствуют объективные критерии оценивания состояния рукописи, а также статистический материал, достаточные для построения вероятностных распределений (законов распределения) результатов при разработке экспертного заключения;

в) задача, в зависимости от сложности объекта экспертизы, имеет различную структурную сложность, а ее решение основывается на проведении структуризации экспертом до уровня владения существующим методическим материалом, как правило, на уровне оценивания одного или нескольких признаков;

г) принятие решения Э-П сопряжено с принятием решения, учитывающим объективную и субъективные стороны рукописи. Объективная сторона принятия решения определяется совокупностью структурированных идентификационных признаков и взаимосвязей в рукописи. Субъективная же сторона зависит от психологических свойств эксперта по отражению элементов рукописи в сознании, которое влияет на результат принятия решения;

д) как правило, отсутствует обоснованная свертка частных показателей качества на уровне отдельных элементов (соответствующих им признаков) к интегральному на уровне объекта. Анализ обширной литературы, затрагивающей в той или иной степени данные вопросы, характеризует отсутствие единого подхода к разрешению данной проблемы, многие исследования носят обширный и общий, а иногда и дискуссионный характер, не предлагая конкретных предложений по их разрешению. Недостаточная разработанность методов обоснования решения Э-П, наличие нерешенных и дискуссионных вопросов в области достижения его оперативности и достоверности предопределили цель и содержание предлагаемой статьи, направленной на разработку в соответствии с системным подходом информационно-системных основ (обоснования критерия эффективности, метода и технологической схемы исследований) синтеза решений при проведении судебно-почерковедческой экспертизы рукописей.

СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ СИНТЕЗА РЕШЕНИЙ СУДЕБНО-ПОЧЕРКОВЕДЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Принятие решения СПЭ основывается на преобразовании исходных данных о состоянии рукописи в доказательную информацию об исполнителе рукописи, времени и условиях ее выполнения в заключении эксперта – от его качества зависит эффективность разрешения споров конфликтующих сторон в судебном порядке.

Решение представляет информационный процесс выработки и выбора Э-П из конечного множества альтернативных вариантов предпочтительного, представляющего многокритериальную функцию качественно-количественных исходных данных о составе и характеристиках элементов рукописи. Его синтез представляет информационный циклический процесс, начинающийся со стадии разработки постановки задачи (параметры носят преимущественно качественный характер) и заканчивающийся стадией обоснования и представления количественных результатов, в котором цикл является повторяющимся, законченным и замкнутым процессом, переводящим цель исследований в определенный результат. Цикл характеризуется законченностью определенного процесса исследований предполагаемым результатом; повторяемостью и возможностью возврата к предыдущим определенным процессам исследований на основе анализа и выявления закономерностей, учитываемых правилами возврата к предыдущим исследованиям; передачей системогенетической информации от одного цикла результатов к другому; логической упорядоченностью и относительной замкнутостью составных частей (стадий, циклов, уровней) исследований [4].

Общим для метода синтеза решений Э-П является необходимость выявления и установления законов (правил) взаимодействия элементов в многоуровневой структуре рукописи, формирования и обоснования структуры и параметров вариантов решения и выбора предпочтительного варианта последовательным решением задач декомпозиции, анализа и синтеза. Общий подход к решению задачи приведен на рис. 1, реализация которого позволяет провести анализ существенных свойств, общих и частных идентификационных и диагностических признаков почерка (подписи) рукописи, а также оценку степени решения поставленной задачи Э-П на основе анализа альтернативных вариантов решения и предпочтительно синтеза.



Рис. 1. Обобщенный подход к синтезу решения экспертом

Идентификационным признаком почерка является особенность письменно-двигательного навыка, отображенная в рукописи и индивидуализирующая в комплексе с другими особенностями почерк конкретного лица. Признак почерка считается диагностическим, если он характеризует условия выполнения рукописи, влияющие на письменно-двигательный навык, и свойства личности писавшего.

Идентификационные признаки почерка разделяются на две группы: общие, или групповые, и частные, или особенности почерка [1–3, 5].

Общие признаки почерка – это свойства почерка, проявляющиеся во всех или в преобладающем большинстве букв рукописи и характеризующие её исполнение в целом. Изучение признаков почерка начинается с общих признаков, так как они являются наиболее устойчивыми и надежными при установлении личности исполнителя рукописи. В практических целях общие признаки делятся на три группы [3, 5]:

- общесистемные признаки, отражающие степень и характер сформированности письменно-двигательного навыка – степень выработанности, которая не может быть рассмотрена без тесно связанной с ней степени совершенства системы движений, координации движений и темпа письма, а также строения почерка по степени сложности;
- частно-системные признаки, отражающие структурно-геометрические и динамические характеристики, – это преобладающие форма, направление и протяженность движений, степень связности движений, степень и характер нажима;
- признаки, отражающие пространственную ориентацию (относительное размещение) фрагментов рукописи и движений, которыми они выполняются, – имеются в виду специфические особенности размещения самостоятельных фрагментов (составных частей) документа.

Общие признаки письма позволяют сузить круг поиска, но не позволяют однозначно установить личность исполнителя рукописи и включают [2, 3, 5]:

- принцип системности – предполагает рассмотрение рукописи с учетом внешне- и внутрисистемных связей ее элементов;
- выработанность почерка – уровень владения техникой письма, проявляющийся в способности выполнить текст в быстром темпе, устойчивыми, координированными движениями в соответствии с общепринятой системой скорописи;
- размер букв – признак устойчивости, изменяется только преднамеренно или в зависимости от целевого назначения рукописи;
- наклон букв относительно расположенности их продольных осей относительно линии строки;
- связность почерка – зависит от способности выполнить определенное количество знаков в пределах одного слова без отрыва пишущего прибора от бумаги;
- разгон почерка – определяется из сравнения ширины букв или расстояние между самой высотой буквы;
- сложность почерка – выражается в упрощении или усложнении письменных знаков и их связей по сравнению с принятыми нормами (типовыми прописями);
- интенсивность нажимов – определяется отношением ширины штриха, выполненного с нажимом, к ширине штриха, выполненного без нажима.

Под частными понимаются признаки, характеризующие индивидуальные особенности движений при исполнении письменных знаков.

Подпись является одним из видов почерковых рукописей, и для ее исследования используется система специфичных идентификационных признаков, разработанная для экспертизы почерка. При изучении подписи выделяются общие признаки, отражающие особенности ее формирования и своеобразные навыки выполнения – транскрипция, общий вид и четкость [5].

Транскрипция подписи характеризует общее построение графического изображения подписи, включающее в себя ее качественный и количественный состав с учетом последовательности выполнения.

Общий вид подписи определяется в соответствии с контурами простейших геометрических фигур и может представлять собой треугольник, ромб, окружность, трапецию, различные неправильные многоугольники и т.д. Признак отражает взаиморазмещение и взаимопротяженность отдельных элементов подписи.

Четкость подписи означает возможность определения направления движений и последовательности выполнения всех ее элементов с точки начала и до точки окончания.

Основу решения задачи СПЭ составляет циклический процесс исследования альтернативных вариантов решения Э-П на этапах декомпозиции, оценки и синтеза экспертного заключения на основе установления корреляционных семантических зависимостей между свойствами рукописи, показателями качества процессов идентификации и диагностирования существенных признаков и критериями эффективности для синтеза предпочтительного решения. Схема оптимизации и выбора предпочтительного варианта решения Э-П приведена на рис. 2 [6].

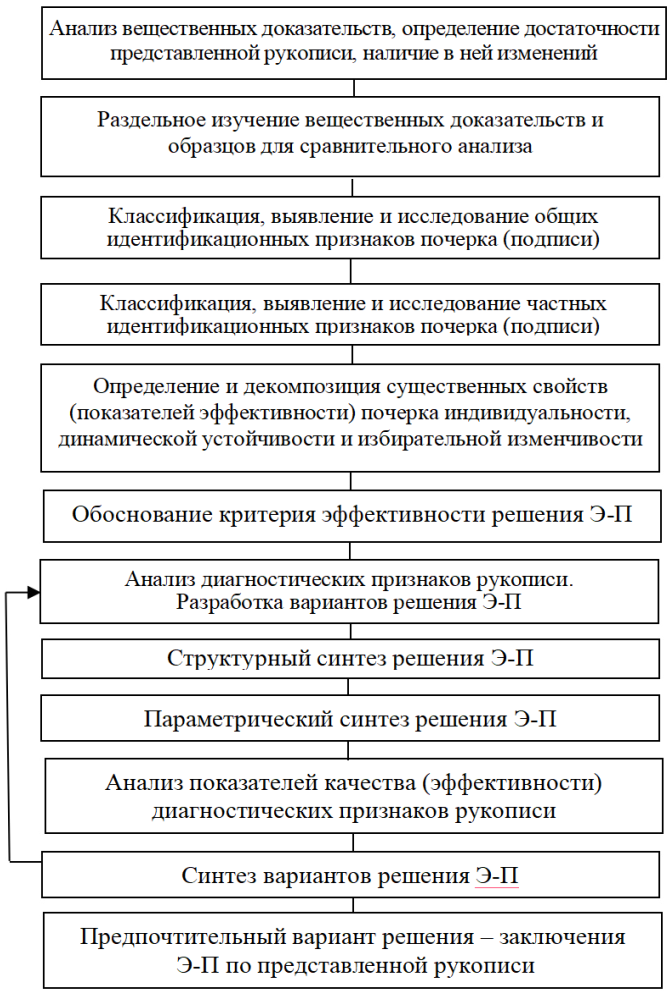


Рис. 2. Схема синтеза решения эксперта по представленной рукописи

Основу задачи обоснования решения ЛПР составляет обеспечение корреляционных взаимосвязей между элементами в многоуровневой структуре рукописи при проведении исследований. Наиболее сложными в исполнении являются этапы декомпозиции и анализа, что связано с высокой степенью неопределенности состава, характеристик и взаимосвязей элементов рукописи, которую необходимо преодолеть в процессе исследований. При этом определяющим является процесс декомпозиции, обеспечивающий на следующих этапах исследований связность элементов на всех уровнях структуры рукописи и преобразование показателей их качества (эффективности) на этапах анализа и синтеза. Для его решения используются методы теоретико-множественного представления целей (задач), свойств, элементов и отношений между ними, классификации и выделения идентификационных и диагностических признаков почерка (подписи) и обоснования задач исследований. Обобщенное циклическое представление задачи синтеза заключения эксперта приведено на рис. 3 и 4.

На этапе декомпозиции, обеспечивающем формирование общего и детального представления состава, характеристик и взаимосвязей элементов рукописи, осуществляются:

- определение и структуризация цели исследования рукописи и основной функции Э-П в виде траектории в пространстве его состояний на основе построения дерева целей (задач);
- анализ вещественных доказательств представленной на экспертизу рукописи и наличия в ней изменений;
- функциональная (по функциям), компонентная (по виду элементов) и структурная (по виду отношений между элементами) декомпозиции рукописи и выделение с использованием принципов системного подхода свойств индивидуальности, динамической устойчивости и избирательной изменчивости почерка (подписи) рукописи;
- классификация, выявление и установление общих и частных идентификационных и диагностических свойств рукописи;
- модельное представление каждого из установленных идентификационных признаков и различного типа неопределенностей, оказывающих определяющее влияние на взаимосвязи элементов (признаков) рукописи;
- представление рукописи по принципу «черного ящика» с последующим его раскрытием на этапе анализа.

Глубина функциональной декомпозиции рукописи является ограниченной; она прекращается при изменении уровня абстракции – представлении элемента как простейшей неделимой, с точки зрения Э-П (характеризующейся целевым предназначением), существенной составной части рукописи.

Решение задачи декомпозиции основывается на положении, что в рукописи отсутствует однозначное соответствие между правилами построения и взаимосвязями ее структурных элементов с выполняемыми функциями. Исходя из этого в задаче рассматривается несколько вариантов декомпозиции для получения общего и детального представления о состоянии рукописи.

Формирование общего и детального представления рукописи осуществляется на основе совокупности последовательно выполняемых стадий процесса исследования почерка (подписи).

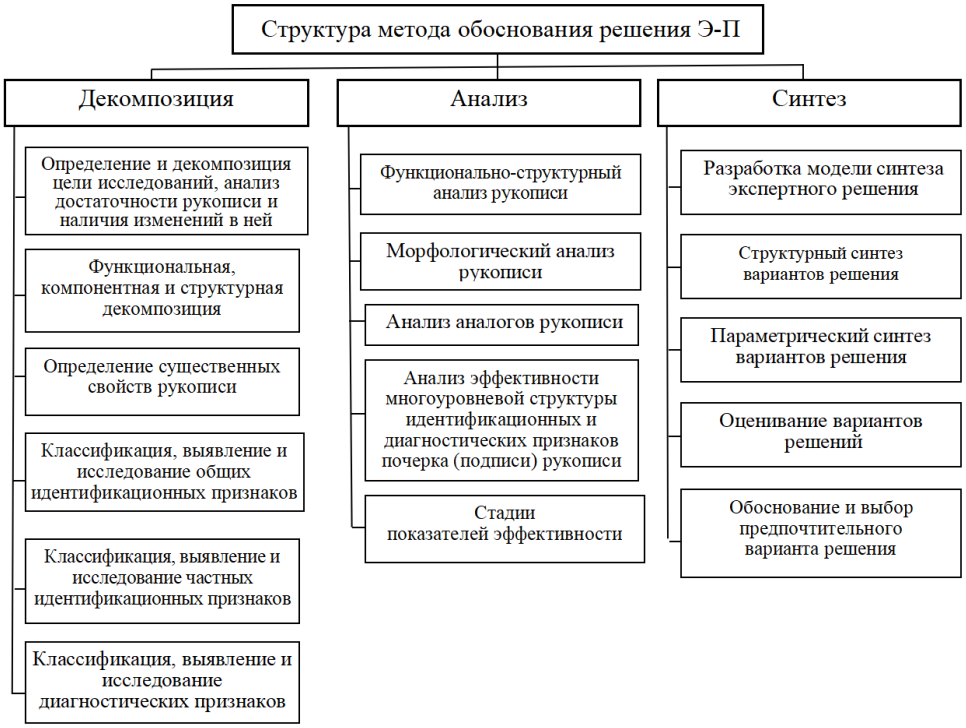


Рис. 3. Взаимосвязь задач исследований эксперта

Стадия 1. Формирование общего представления о рукописи – установление главных функций (свойств, целей, предназначения) на основе анализа исходных данных о представленной на экспертизу рукописи (с этого начинается ее исследование) и соотнесение выявленных ее структурных элементов с тем или иным физическим или другим свойством (показателем).

Стадия 2. Установление основных функций и структурных элементов рукописи и исследование единства элементов в рамках ее структуры на основе анализа функционального предназначения и внутреннего содержания рукописи, определения состава элементов, их роли и анализа системообразующих факторов – это позволяет сформировать исходное представление о структуре и характере взаимосвязей элементов рукописи.

Стадия 3. Выявление определяющих элементов и характера их связей на основе исследования внешних воздействий на рукопись; определение их типа (вещественные, энергетические, информационные и т.д.), степени воздействия и основных характеристик; определение элементов рукописи, которые изменяются в результате воздействий; осуществление анализа аналогов рукописи – это позволяет определить структуру и особенности ее исследования, выделить главные элементы (их функции) рукописи, установить их зависимость и уязвимость или относительную независимость в результате внешнего воздействия. При этом к внешним воздействующим на процесс письма факторам относятся: необычная поза, плохое освещение, письмо в движущемся транспортном средстве и т.п., связанные с исследуемой рукописью не непосредственно, а через письменно-двигательный функционально-динамический комплекс навыков исполнителя. Поэтому в случае воздействия внешних условий все эти факторы преломляются через механизм навыков исполнителя рукописи: изменение, отклонение от нормы почерка, независимо от того, что явилось побудительной причиной наступивших изменений. Характер этого поведения может оказаться различным в зависимости от группы воздействующих причин и даже конкретной причины.

Стадия 4. Выявление различного рода неопределенностей и случайностей, оказывающих влияние на конечные и промежуточные результаты исследования рукописи.

Стадия 5. Выявление разветвленной многоуровневой структуры рукописи, формирование представлений о ней как совокупности составных элементов, связанных входами-выходами, – это обеспечивает формирование общего представления о рукописи, что является необходимым и достаточным условием для ее анализа.

Стадия 6. Установление всех элементов и связей, являющихся определяющими для целей исследования, их место в структуре рукописи, ранжирование элементов и связей по их значимости.

Стадии 5 и 6 связаны друг с другом, поэтому их исследование проводится совместно. Стадия 5 представляет предел внутреннего познания рукописи Э-П, оперирующим целиком при ее изучении. Более детальной информацией

о рукописи (стадия 6) владеет Э-П при исследовании ее отдельных элементов на основе выделения определяющих для рассмотрения элементов и связей и уточнения системообразующих факторов, роли каждого элемента и каждой связи. Представление рукописи предполагает отделение главной (основной) от вспомогательной части. Детализация также предполагает рассмотрение и 4 стадии – уточнение связей элементов в процессе уточнения воздействия внешних факторов. На стадии 6 совокупность внешних связей считается достигнутой настолько, что позволяет оперировать с детальной информацией о рукописи и условиях взаимодействия ее элементов с внешней средой.

Стадии 5 и 6 обеспечивают формирование общего результата исследования рукописи, обеспечивая непосредственный переход к стадии моделирования, направленный на создание математических моделей для ее исследования.

На этапе анализа, обеспечивающем формирование детального представления о рукописи, осуществляются:

- функционально-структурный анализ рукописи, обеспечивающий формулирование целостного представления о составе элементов и их характеристиках. Он включает уточнение состава и содержания элементов, взаимозависимости элементов (составных частей), выделение варьируемых параметров, формирование пространства состояний элементов и рукописи в целом, определение параметрического пространства, в котором исследуется рукопись, анализ ее целостности и формирование целостного представления о составе, характеристиках и взаимосвязях элементов;
- морфологический анализ – исследование взаимосвязей различного уровня элементов в структуре рукописи;
- анализ по составу и функциональному содержанию элементов как аналогов, так и рассматриваемой рукописи в целом;
- оценка качества идентификационных и диагностических признаков рукописи, включающей определение показателей качества (эффективности), обоснование и формирование критерия эффективности, задание различного типа ограничений решением задач распознавания и диагностирования, непосредственное оценивание и анализ полученных оценок. При этом под задачей распознавания понимается способность Э-П интерпретировать почерк (подпись), а диагностирования – выявление, изучение, объяснение и распознавание свойств и состояния рукописи.

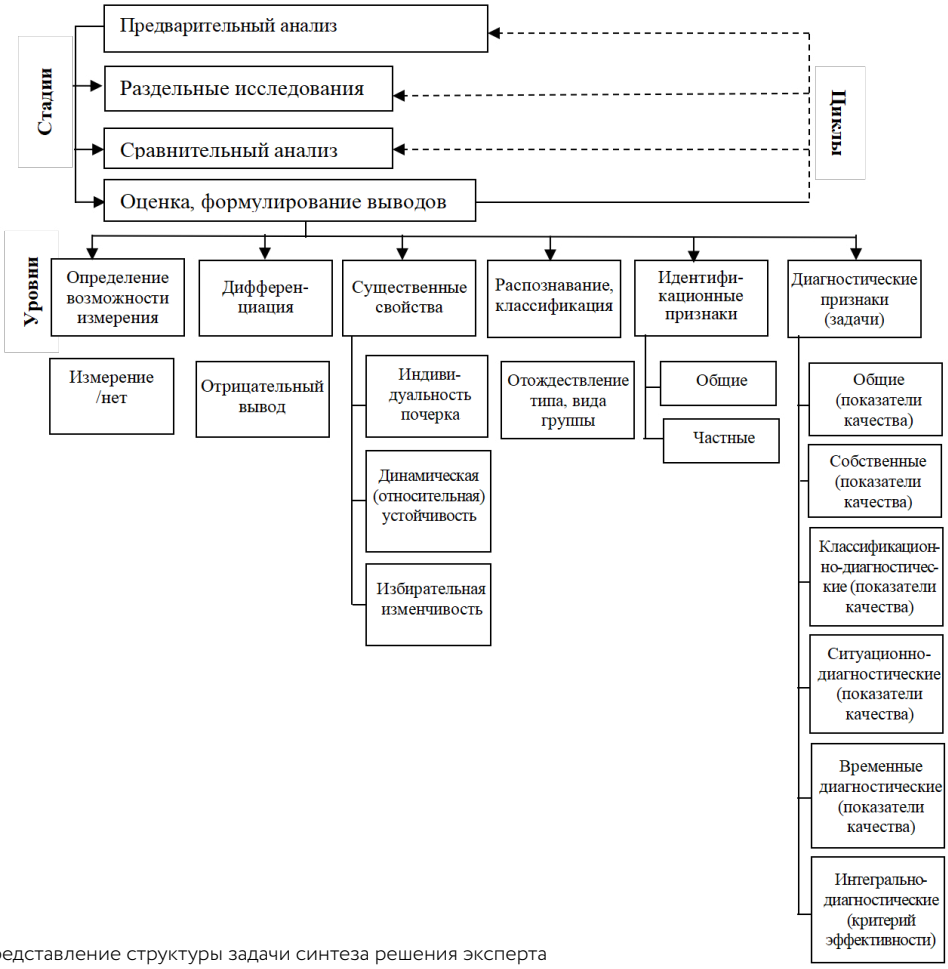


Рис. 4. Циклическое представление структуры задачи синтеза решения эксперта

Распознавание рукописного текста представляет сложную задачу, которая в данный момент не решена в полном объеме. Почерк любого человека вне зависимости от того, на каком языке пишется текст, состоит из штрихов, располагающихся в некоторой последовательности для получения отдельного символа или буквы, а в дальнейшем – и целого слова, предложения и текста. Основные трудности при распознавании рукописного текста:

- элемент написан не точно, имеет отклонения;
- отсутствуют ожидаемые пересечения в пределах одной буквы;
- присутствуют пересечения с другими буквами или лишние пересечения в пределах одной буквы;
- наличие декоративного элемента у буквы;
- размеры и положение элементов отличаются от ожидаемых. При этом для всех букв характерно наличие динамических и статических свойств;
- динамические свойства – при написании буквы исполнитель может писать штрихи в различной последовательности, а также буквы могут состоять из разного количества таких штрихов;
- статические свойства – форма и размер букв не изменяются в пределах одного языка. Исходя из этого существуют структурный и эталонный подходы к решению задачи распознавания рукописи: первый основан на выделении и анализе различных структурных элементов символа и их признаков, свойств, а второй – предполагает для принятия решения сравнение распознаваемого символа с набором заданных эталонов.

Диагностические задачи связаны с установлением на основе идентификационных признаков личностных характеристик исполнителя рукописи, внутренних или внешних условий ее выполнения. Они разделяются на общие, собственные, классификационные, ситуационные и временные (по установлению почерковедческой давности рукописи) [7].

1. Общие диагностические задачи имеют универсальный характер и связаны с установлением наиболее общих условий письма при выполнении рукописи в качестве самостоятельной или промежуточной цели диагностического и идентификационного процесса:
   - установление факта выполнения рукописи в обычных / необычных условиях;
   - определение характера необычности выполнения рукописи, т.е. воздействия на процесс письма временных или постоянно действующих сбивающих факторов;
   - отнесение временного сбивающего фактора к группе естественных или к группе искусственных, обусловленных умышленным искажением почерка исполнителем рукописи;
   - определение принадлежности естественного сбивающего фактора к подгруппе внутренних (функциональных) либо к подгруппе внешних (обстановочных).
2. Собственные диагностические задачи связаны с определением:
   - необычного внутреннего психофизиологического или патологического (психического, соматического) состояния исполнителя рукописи;
   - способа намеренного изменения исполнителем рукописи своего почерка.
3. Классификационно-диагностические задачи направлены на установление типологической (групповой) принадлежности исполнителя рукописи к определенному классу по социально-демографическим, психологическим и иным характеристикам.
4. Ситуационно-диагностические задачи связаны с установлением специфики внешней обстановки (условий) выполнения рукописи.
5. Временные диагностические задачи направлены на определение абсолютной и относительной (хронологической) давности рукописей, установление одновременного или разновременного выполнения рукописей, выявление дописки и т.д.

Решение диагностических задач основывается на применении методов попарного сравнения, ранжирования, множественных сравнений, абстрагирования, аналогий, интерпретации, ситуационного управления, максимального элемента и ветвей и границ.

Этап синтеза заключения Э-П включает:

- разработку математической модели в интересах выработки обоснованного решения Э-П – выбор метода математического моделирования и непосредственное моделирование, оценка соответствия модели принципам адекватности, решаемой задаче, между требуемой точностью результатов моделирования и сложностью модели и структурной функциональности построения;
- синтез альтернативных вариантов решения Э-П;
- синтез параметров вариантов решения Э-П, обеспечивающий разрешение поставленной задачи;
- оценивание вариантов синтезированного решения Э-П – обоснование схемы оценивания, реализация модели, проведение вычислительных экспериментов по оценке, обработка результатов оценивания и анализ полученных результатов;
- анализ полученных результатов решения Э-П и выбора оптимального.

Оценка степени выполнения Э-П поставленной задачи проводится по результатам решения диагностических задач исследования рукописи и свертки полученных результатов в интегральный показатель, количественное значе-

ние которого позволяет установить исполнителя рукописи и условия ее выполнения.

КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Основу проведения экспертных исследований составляют системный подход, принципы и методы (методики) проведения исследований, предполагающие не только изучение свойств объекта экспертизы как единого целого, но и установление условий, при которых выполнялась рукопись. Их реализация обеспечивает анализ всех сторон объекта экспертизы, приводя к возрастанию определенного эффекта при проведении экспертных исследований.

Решение поставленной задачи Э-П начинается с анализа цели исследований, представляющей функциональный критерий эффективности проведения экспертизы. В цепочке «цель (задача) – эксперт – результат» цель представляет некоторый оператор системной упорядоченности действий Э-П, образуя способ его применения. В соответствии с [8] объединенная единством цели совокупность действий для реализации способов применения Э-П составляет конструктивную основу для выделения функций принятия решения (ФПР), определения их вида, содержания и упорядоченности в виде некоторой функциональной структуры действий для выполнения тех или иных задач. Каждая ФПР характеризуется целью, эффективностью, ресурсом, объектом и характеристиками того или иного вида исследований и способами его реализации для достижения предполагаемого эффекта к определенным условиям проведения экспертизы. ФПР, исходя из анализа способов решения Э-П поставленных задач, идентифицируются на внешне- и внутрисистемные и наполняются в процессе проведения СПЭ конкретным содержанием. При этом содержание внешне- и внутрисистемных ФПР характеризует цель, структуру и содержание решения, подлежащего структуризации для наполнения конкретным содержанием и установлением взаимосвязей. Они являются той конструктивной основой, на основе которой Э-П принимает решение по представленной на экспертизу рукописи.

Разработка экспертного заключения проводится на основе реализации Э-П совокупности внешнесистемных и внутрисистемных ФПР. Внешнесистемные ФПР определяют структуру решения Э-П: состав и взаимообусловленные связи между его элементами и условиями проведения экспертизы. Внутрисистемные же ФПР характеризуют состав образующих решение элементов, параметры, способы их взаимосвязи во времени и пространстве. Выполнение внешнесистемных ФПР и определение внутрисистемных функций составляют цель, структуру и содержание экспертного заключения.

Основу разрешения С-Э внутрисистемных ФПР составляет задача анализа структуры, характеристик и вариантов структуризации представленной рукописи, которая в зависимости от важности, частности и уровня решаемых задач конструируется для полного покрытия множеством решаемых им задач множества элементов и условий представления рукописи. Структура решения характеризуется взаимосвязанной и взаимообусловленной совокупностью элементов, отражающих множество информационных, исполнительных, казуальных, пространственных, временных и других взаимосвязей между ними.

Основу выбора предпочтительного варианта решения Э-П составляет критерий оптимальности решения, получаемый на основе свертки частных показателей эффективности структурных элементов рукописи. В практике синтеза решений СПЭ в целях облегчения формализации задача синтеза рассматривается применительно к выбору предпочтительного варианта.

Общей математической основой процедуры попарного сравнения альтернатив является аппарат бинарных отношений. Предпочтительность в терминах бинарных отношений может определяться с позиций принципов [9]: принципа рациональности и принципа удовлетворения. В соответствии с принципом рациональности предпочтительными считаются варианты решения Э-П, лучшие по выбранному отношению. С использованием принципа удовлетворения выбираются варианты, которые не хуже по рассматриваемому отношению некоторых заданных вариантов.

В практике синтеза наибольшее распространение получил принцип рациональности, применительно к которому осуществимо обоснование принципа предпочтительности решения задачи синтеза Э-П с учетом объективно существующей неопределенности исходных представлений о рукописи и ее задачах, и фактически определяющих метод, сущность и содержание задачи синтеза экспертного решения.

Основным элементом постановки задачи синтеза решения Э-П является критерий эффективности, вытекающий из раскрытия содержания принципа предпочтительности. В содержательном смысле принцип выражает трансформированную Э-П синтеза систему предпочтений и представляет собой правило выделения из множества допустимых вариантов решений V_D подмножества предпочтительных вариантов V^{opt}.

Одной из наиболее конструктивных форм представления принципа предпочтительности являются отношения предпочтения R в виде точечно-множественного отображения φ, которое ставит в соответствие каждому подмножеству множества V_D подмножество множества V^{opt}:

$$\varphi : V_D \rightarrow V^{opt}, \qquad V^{opt} \in V_D . \qquad (1)$$

Отображение φ как принцип предпочтительности вытекает из анализа цели решения Э-П и должно быть устойчивым к незначительным изменениям характеристик элементов рукописи, а также логически согласовываться с принципом предпочтительности эксперта.

Поскольку форма (1) не содержит в явном виде количественной основы для выбора предпочтительного варианта решения Э-П, представим отображение φ в виде композиции двух отображений:

$$\varphi = \varphi_E \circ \varphi_E^{-1}, \quad (2)$$

где $\circ$ – знак формы композиции отображений; φ_E – отображение множества V_D в некоторую область A m –мерного (в общем смысле) пространства E^m количественных оценок свойств решения Э-П:

$$\varphi_E : V_D \to A, \quad A \subseteq E^m; \quad (3)$$

φ_E^{-1} – обратное отображение множества А во множество :

$$\varphi_E^{-1} : A \to V^{opt}, \qquad V^{opt} \subseteq V_D. \quad (4)$$

В (2) отображение φ_E^{-1} собственно и выполняет роль принципа предпочтительности, который выступает в роли критерия эффективности, а отображение φ_E – целевой функции. Чтобы отображение φ_E являлось количественной мерой предпочтительности, оно должно быть вещественно-значной функцией полезности Э-П. Условие существования такой функции определяется теоремой [10], которую применительно к задаче синтеза решения Э-П можно сформулировать: если бинарное отношение R предпочтения на множестве допустимых вариантов V_D является строгим частичным порядком, то существует такая вещественно-значная функция U на V_D, что для всех допустимых вариантов $v', v'' \in V_D$ выполняется соотношение

$$v' \; R \; v'' \Leftrightarrow U(v') > U(v''). \quad (5)$$

Отношение *R* является антирефлексивным, транзитивным, а следовательно, строгим частичным порядком. Поэтому в задаче синтеза решения Э-П любому его варианту может быть поставлено в соответствие вполне определенная оценка его полезности, которая является основой для выбора предпочтительных вариантов.

Если отображение φ_E^{-1} является изоморфным, то теорема (5) позволяет преобразовать принцип максимума полезности [11] в принцип максимального элемента, составляющего основу решения Э-П:

$$Max < V_D, R > = Arg \max_{v \in V_D} U(v), \quad (6)$$

и при определенной содержательной трактовке полезности он позволяет свести задачу синтеза решения Э-П к задаче математического моделирования [12].

Выбор же показателей эффективности основывается на результатах анализа идентификационных признаков (свойств) элементов рукописи. Процесс их выбора Э-П, как и процесс определения цели, является в значительной мере субъективным, требующим в каждом отдельном случае индивидуального подхода. В качестве основы целевой функции Э-П может использоваться вероятность совпадения анализируемого почерка с истинным (образцом) для идентификации личности человека, написавшего рукопись применительно к выданным (обоснованным) исходным данным по определенным параметрам структурных элементов рукописи. В общем случае ее выбор осуществляется в соответствии с методом системного покрытия поля – множества элементов рукописи методами и средствами экспертизы на основе установления соответствия методов и средств Э-П множеству элементов (идентификационных признаков) рукописи. Исходя из этого в основу проведения экспертизы положены классификация, типизация и идентификация (распознавание) элементов и обоснование их идентификационных признаков, оценивание которых осуществляется по частным показателям качества элементов рукописи – вероятности распознавания, составляющих основу интегрального показателя эффективности решения эксперта.

Основу обоснования критерия эффективности решения Э-П составляет установление причинно-следственных отношений между внешне- и внутрисистемными ФПР, определяющих функциональный процесс разработки решения для заранее определенной внутренней структуры представленного документа. Это позволяет в основу критерия обоснованности решаемых им задач определить в структурно-функциональном отношении изоморфизм отношений между множеством решаемых Э-П задач и Ω_j множеством элементов рукописи для определения степени обоснованности решаемых им задач в ходе экспертизы.

В общем случае обоснование решения Э-П на множестве элементов представленной рукописи базируется на установлении функциональной зависимости внешнесистемных ФПР от характеристик внутрисистемных ФПР в предположении последовательной и взаимно упорядоченной реализации во времени внешнесистемных функций. Внутрисистемные ФПР характеризуют внутреннее строение (структуру) экспертного решения, а внешнесистемные – действия Э-П для разрешения поставленной задачи (целевой функции).

Формализованное представление ФПР можно представить семантической моделью в виде $\bar{S}_i = < \tilde{\Omega}_i, \bar{\Omega}_i, P(\tilde{\Omega}_i, \bar{\Omega}_i) >$ (аналогично для рукописи $S_j = < \tilde{\Omega}_j, \bar{\Omega}_j, P(\tilde{\Omega}_j, \bar{\Omega}_j) >$), в которой между элементами множества Ω_i (Ω_j для рукописи) устанавлива-

ются отношения с помощью предиката целостности $P(\widetilde{\Omega}_i, \overline{\Omega}_i)$ (для рукописи $P(\widetilde{\Omega}_j, \overline{\Omega}_j)$), отображающие во внутреннем содержании решения (рукописи) наличие тех или иных отношений между его элементами, то есть это логическая пропорциональная функция, определенная для Ω_i (Ω_j) и принимающая значение истинности или ложности. Множество элементов модели Ω_i (Ω_j) представляет содержательную часть решения Э-П (рукописи), то есть $\overline{S}_i = \{N, P_1, P_2, ..., P_n\}$ ($\overline{S}_j = \{M, P_1, P_2, ..., P_m\}$).

Семантическая модель, ориентированная на проведение преобразования внутрисистемных $\overline{\Omega}_i$ во внешнесистемные $\widetilde{\Omega}_i$ ФПР $f: \overline{\Omega}_i \to \overline{\Omega}_i$ представляется в виде вектора

$$\overline{S}_i = < \widetilde{\Omega}_i, \overline{\Omega}_i, P(\widetilde{\Omega}_i, \overline{\Omega}_i) > , \qquad (7)$$

где $\overline{\Omega}_i$ – подмодель, определяющая во внутреннем содержании решения Э-П при реализации внешнесистемных ФПР; $\widetilde{\Omega}_i$ – подмодель, определяющая структуру решения Э-П при его внутрисистемном рассмотрении; $P(\widetilde{\Omega}_i, \overline{\Omega}_i)$ – предикат целостности, определяющий назначение решения Э-П, семантику моделей $\overline{\Omega}_i$ и $\widetilde{\Omega}_i$, семантику преобразования $f: \overline{\Omega}_i \to \overline{\Omega}_i$, то есть это логическая пропорциональная функция, определенная для Ω_i и принимающая значение $P(\widetilde{\Omega}_i, \overline{\Omega}_i)$ =1, если преобразование $f: \overline{\Omega}_i \to \overline{\Omega}_i$ существует при однозначном соответствии между элементами подмоделей $\overline{\Omega}_i$ и $\widetilde{\Omega}_i$; в противном случае $P(\widetilde{\Omega}_i, \overline{\Omega}_i)$ = 0.

Наличие подмоделей, определяющих внутри- и внешнесистемной ФПР и предиката целостности позволяет утверждать, что решение Э-П – это семантическая модель, характеризующаяся своей структурой.

Семантическая модель, ориентированная на установление условий осуществления рукописи и ее содержания, осуществляется на основе преобразования $\overline{\Omega}_j$ внутрисистемных во $\widetilde{\Omega}_j$ внешнесистемные функции исполнителя рукописи, по аналогии с (7) представляется в виде вектора

$$\overline{S}_j = < \widetilde{\Omega}_j, \overline{\Omega}_j, P(\widetilde{\Omega}_j, \overline{\Omega}_j) > , \qquad (8)$$

где $\overline{\Omega}_j$ – подмодель, определяющая во внутреннем содержании рукописи наличие m-го числе структурных элементов при реализации внешнесистемных ФПР ее исполнителя; $\widetilde{\Omega}_j$ – подмодель, определяющая структуру рукописи при ее внутрисистемном рассмотрении; $P(\widetilde{\Omega}_i, \overline{\Omega}_i)$ – предикат целостности, определяющий назначение рукописи, семантику моделей $\overline{\Omega}_j$ и $\widetilde{\Omega}_j$, семантику преобразования $f: \Omega_j \to \Omega_j$; то есть это логическая пропорциональная функция, определенная для Ω_j и принимающая значение $P(\widetilde{\Omega}_i, \overline{\Omega}_i)$ =1, если преобразование $f: \Omega_j \to \overline{\Omega}_j$ существует при однозначном соответствии между элементами подмоделей $\overline{\Omega}_j$ и $\widetilde{\Omega}_j$; в противном случае $P(\widetilde{\Omega}_i, \overline{\Omega}_i)$ =0.

Множество элементов модели Ω_i (Ω_j) представляет содержательную часть решения Э-П (рукописи), то есть $\overline{S}_i = \{N, P_1, P_2, ..., P_n\}$ ($\overline{S}_j = \{M, P_1, P_2, ..., P_m\}$).

Внешнесистемные ФПР направлены на реализацию способов применения Э-П и в формализованном виде представляются семантической моделью

$$\widetilde{S}_i = < x, y, z, S_y, \overline{S}_i > , \qquad (9)$$

где $\boldsymbol{x = x(t)}$ – вектор входного действия параметров рукописи на решение Э-П, представляемый в виде функций $x = < x_1(t), ..., x_x(t) >$;

$\boldsymbol{y = y(t)}$ – вектор выходной реакции – решения Э-П при реализации внешнесистемных ФПР на $\boldsymbol{x = x(t)}$, представляемый в виде функций $y = < y_1(t), ..., y_y(t) >$;

$\boldsymbol{z = z(t)}$ – вектор состояния разработки решения Э-П (является результатом применения внешнесистемных ФПР), представляемой в виде функций $z = < z_1(t), ..., z_z(t) >$, информация о которых в заданный момент времени позволяет определить выходные характеристики модели S_i;

S_y и $\overline{S}_i$ – функционалы, определяющие значения результатов применения $y(t)$ и внутреннее состояние $z(t)$ решения Э-П как функции входного воздействия элементов рукописи в виде

$$y(t) = S_y(z(t), x(t)); \qquad (10)$$

$$z(t) = S_i(z(t_0), x(\tau)); \quad \tau \in [t_0, t]. \qquad (11)$$

Введение функционалов S_y и $\overline{S}_i$ обеспечивает в виде уравнений наблюдения и состояния модельное представление внешнесистемных ФПР экспертом, находящее в структурно-функциональном отношении отражение в виде его решения – основы применения проведения экспертизы.

Такое модельное представление функциональной структуры S_i ($\widetilde{S}_i \in S_i$, $\overline{S}_i \in S_i$) и S_j ($\widetilde{S}_j \in S_j$, $\overline{S}_j \in S_j$) в виде элементов и взаимосвязей между ними, вытекающих из внешне- и внутрисистемного анализа ФПР эксперта, позволяет осуществить описание характеристик $x = < x_1(t), ..., x_x(t) >$, $y = < y_1(t), ..., y_y(t) >$, $z = < z_1(t), ..., z_z(t) >$ и обеспечивает представление критериальной функции обоснования решения в виде изоморфного отображения

$$S_i(x(t), y(t), z(t)) \Leftrightarrow (f(x(t), y(t), z(t)) \in S_j. \qquad (12)$$

Правомочность использования изоморфизма в (12) основывается на линейности структурных свойств решения Э-П и элементов рукописи, описывая отношения между данными структурами, имеющими одинаковую форму (структурную организацию), но отличающихся внутренним содержанием

элементов, то есть изоморфизм – это биективное отображение между двумя структурами, которое сохраняет их структурные свойства [13].

Представление свойств изоморфизма и критериальной функции (12) обоснованности решения Э-П обеспечивает в структурно-функциональном отношении установление однозначного соответствия между ФПР эксперта и представленной на экспертизу рукописи в виде вектора

$$S_j = < \Omega_i, \Omega_j, P_{ij}(\Omega_i, \Omega_j) > \quad (13)$$

в котором $P_{ij}(\Omega_i, \Omega_j)$ характеризует решения Э-П, представленную рукопись, семантику моделей Ω_i , Ω_j и семантику преобразования $f: \Omega_i \to \Omega_j$ при условии, что экспертом определено пространство состояний элементов рукописи в измеряемом параметрическом пространстве, применительно к которому рассматривается ее применение;

$\{i\}(\{j\})$ – множество i-ых, $i = \overline{1,\ldots,N_n}$ элементов решения Э-П (j-ых, $j = \overline{1,\ldots,M_m}$ элементов рукописи);

$P_1, P_2, \ldots, P_N (P_1, P_2, \ldots, P_M)$ – предикаты, отображающие множество связей между i-ми элементами решения Э-П (j-ми элементами рукописи), представляющими логическую ij-ю пропозициональную функцию, определенную между элементами решения эксперта и элементами рукописи и принимающей значение истинности / ложности. При этом если $P_{uo}(\Omega_i, \Omega_j)$ =1, то преобразование $f: \Omega_i \to \Omega_j$ устанавливает взаимно однозначное соответствие между элементами моделей Ω_i и Ω_j ; в противном случае $P_{ij}(\Omega_i, \Omega_j)$ =0.

В основу обоснования множества допустимых вариантов решения Э-П положен метод [14], основанный на структурно-функциональном анализе внешнесистемных и внутрисистемных функций управления (ФПР) информационным процессом последовательного применения методов и средств СПЭ для системного перекрытия множества элементов представленной на экспертизу рукописи для принятия экспертного решения (заключения).

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В общем (широком смысле) постановка задачи синтеза экспертного заключения состоит в определении среди его допустимых вариантов предпочтительного варианта. Различают содержательную и формальную постановки задачи синтеза. Общая содержательная постановка задачи синтеза экспертного заключения в широком смысле должна включать:

- формулировку целей, для достижения которых синтезируется заключение, определение условий его целевого применения;
- формирование множества допустимых (удовлетворяющих заданным ограничениям) вариантов экспертного заключения;
- выбор из допустимых вариантов экспертного заключения предпочтительного варианта, который в заданных условиях целевого применения в наибольшей степени (в принятом смысле) соответствует поставленным целям.

По существу такая постановка задачи синтеза охватывает весь комплекс исследований, связанных с синтезом экспертного заключения, и в силу своей общности в настоящее время не формализуется. В практике синтеза экспертных заключений в целях облегчения формализации постановка задачи синтеза рассматривается в узком смысле и в основном к последнему из указанных выше элементов – выбору предпочтительного варианта.

Принятие решений Э-П проводится из условия обоснования «предпочтительного решения», удовлетворяющего определенным условиям по «эффективности» за время, определенное директивным сроком. Характерным при решении задачи синтеза решения Э-П является неопределенность исходных концептуальных представлений о рукописи, её задачах, составе элементов и назначении, что обусловливает постановку задачи синтеза экспертного решения представлять на основе определения среди ее допустимых вариантов предпочтительного варианта. Исходя из этого процесс принятия решений Э-П представляется в рамках:

- приемлемого (допустимого) множества вариантов для выбора наилучшего с учетом определенных ограничений;правила выбора, в соответствии с которым осуществляется выбор предпочтительного варианта решения.

Это позволяет представить задачу синтеза судебно-почерковедческой экспертизы в следующем виде.

Требуется при *заданных:*

составе, взаимосвязях и последовательности представления элементов в структуре экспертного заключения;

номенклатуре, характеристиках и Ω_m возможностях m-го типа технических средств проведения экспертизы;

составе элементов и идентификационных признаков рукописи, из множества возможных вариантов Ω_i *определить* множество допустимых k -х вариантов $\Omega_i^k \{A_k = \{\overline{A}_k, \hat{A}_k, \widetilde{A}_k\}\}$ (состав ($\overline{A}_k$), параметры ($\hat{A}_k$) и способы взаимосвязи элементов ($\widetilde{A}_k$)) экспертного решения, которое обеспечивает решение поставленной задачи по идентификации (распознаванию) $\Omega_j^k \{B_k = \{\overline{B}_k, \hat{B}_k, \widetilde{B}_k\}\}$ (состав ($\overline{B}_k$), параметры ($\hat{B}_k$) и способы взаимосвязи элементов ($\widetilde{B}_k$)) исполнителя рукописи с максимальной вероятностью (U_k) и выбрать из него предпочтительный k^*-й вариант, обладающий максимальным значением.

То есть из множества Ω возможных вариантов эксперту требуется определить множество допустимых Ω_k, $\Omega_k \in \Omega$ вариантов, изоморфных множеству элементов представленной Э-П на экспертизу рукописи в виде $\Omega_i \Leftrightarrow \Omega_j$ и из них *выбрать* $\Omega_i^{k^*}$ предпочтительный вариант k^*-й, обладающий максимальным значением критерия эффективности:

$$\Omega_i^{k^*} = \{k : k = Arg \max_{A_k \in \Omega_i^k} U_k(\Omega_i, \Omega_j, A_k, \Omega_m, B_k)\} \quad (14)$$

при

$$\Omega_i^k = \{\overline{\Omega}_i^k, \widehat{\Omega}_i^k, \widetilde{\Omega}_i^k\}; \quad (15)$$

$$\widehat{\Omega}_i^k \in \widehat{\Omega}_l^{k*}; \qquad \widetilde{\Omega}_i^k \in \Omega_i^{k*}; \quad (16)$$

$$\Omega_j^k = \{\overline{\Omega}_j^k, \widehat{\Omega}_j^k, \widetilde{\Omega}_j^k\}; \quad (17)$$

$$n = \overline{1,N}; \quad k = \overline{1,K}; \quad m = \overline{1,M}; \quad i = \overline{1,I}; \quad j = \overline{1,J}; \quad l = \overline{1,L},$$

где $U_k(...)$ – средняя вероятность идентификации элементов рукописи k-го варианта экспертного решения применительно к $B_k = \{\overline{B}_k, \hat{B}_k, \widetilde{B}_k\}$-му составу ($\overline{B}_k$), параметров ($\hat{B}_k$) и способов взаимосвязи ($\widetilde{B}_k$) n-го количества элементов (идентификационных признаков) рукописи;

$\overline{\Omega}_i^k, \widehat{\Omega}_i^k, \widetilde{\Omega}_i^k$ – множество состава, параметров и взаимосвязей элементов k-го варианта решения эксперта соответственно;

$\overline{\Omega}_j^k, \widehat{\Omega}_j^k, \widetilde{\Omega}_j^k$ – множество параметров, характеризующих состав, параметры и способы взаимосвязи элементов рукописи, учитываемых в k-м варианте решения эксперта соответственно;

$\overline{B}_j^t$, $\widetilde{B}_j^t$ – множества, определяющие временные параметры и взаимосвязи элементов рукописи, учитываемых в k-м варианте решения эксперта;

$\hat{\Omega}_i^{k*}$ – множество параметров l-х элементов, включаемых в состав k-го варианта решения эксперта;

$\Omega_i^{k*} = \|t_i^{k*}, d_i^{k*}\|$ – вектор параметров, характеризующий временные (t_i^{k*}) и пространственные (d_i^{k*}) параметры (ограничения) l-х элементов k-го варианта решения эксперта.

Представление семантической модели принятия решения Э-П в виде (7) – (13), (14) – (17) обеспечивает в структурно-функциональном отношении установление зависимости критериальной функции $U_k(...)$ от подлежащих исследованию аргументов в виде:

$$\Omega_i^* = Arg\, U_k(N_i, S_y(N_i, P_i^c), \overline{S}_i, \widetilde{S}_i, \widetilde{\Omega}_i, \overline{\Omega}_i, \Omega_j, W_i)\ ; \quad (18)$$

$$W_i = <\{N_i\}, P_1, P_2, ..., P_n>\ , \quad (19)$$

где N_i – количество задач (исследования идентификационных признаков элементов рукописи), решаемых Э-П на основе реализации внешне- и внутрисистемных ФПР, $N_i \in \Omega_i$; P_i^c – множество структурно-функциональных взаимосвязей между решаемыми задачами Э-П; Ω_y – множество методических рекомендаций (методик, инструкций, наставлений и т.п.) Э-П по проведению экспертизы и принятию решения; $\widetilde{\Omega}_i$ – множество внешнесистемных свойств Э-П на множестве его функциональных и структурных свойств; $\overline{\Omega}_i$ – множество внутрисистемных свойств Э-П на множестве структурных элементов решения; Ω_j – множество элементов, содержащихся (выделенных Э-П) в рукописи, а $P_1, P_2, ..., P_n$ – предикаты целостности, отображающие отношения между элементами решения Э-П, определенные на множестве Ω_i; W_i – множество i-х элементов варианта решения Э-П, определяющих содержание областей $P_1, P_2, ..., P_n$, отображающих размер множества (или модель) Ω_i, выбор которых определяется условием $f_{фс} : \Omega_i \to \Omega_j$; $P(\Omega_i, \Omega_j) = 1$, если преобразование $\Omega_i \to \Omega_j$; в противном случае $P(\Omega_i, \Omega_j) = 0$.

Если для полученных характеристик экспертного заключения множество $\Omega_k = \varnothing$, то осуществляется корректировка задачи (14)–(19) на основе выделения дополнительного ресурса Э-П или привлечения других экспертов для решения поставленной задачи.

Сформулированная задача (14) – (19) является многопараметрической оптимизационной задачей с нелинейной целевой функцией, со связанными переменными и ограничениями. По существу такая постановка задачи синтеза охватывает весь комплекс исследований, связанных с обоснованием решения Э-П, и в силу своей общности в настоящее время не формализуется. Ее решение может быть получено за счет декомпозиции на частные задачи допустимой сложности исследования идентификационных характеристик рукописи, решение которых основывается на использовании известных методов (методик) анализа в соответствии с технологической схемой проведения исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные информационно-системные основы синтеза решений СПЭ в виде принципов, системного подхода, критерия эффективности, физической и математической постановки позволяют осуществить решение поставленной задачи экспертизы, обеспечивая увязку всех ее элементов в единую структуру в интересах проведения исследования рукописи для выработки обоснованного экспертного заключения.

Список использованных источников и литературы
1. Орлова В.Ф. Теория судебно-почерковедческой идентификации: учеб. пособие / В.Ф. Орлова. – М.: ЭКОМ «Паблишерз», 2011. – 158 с.
2. ГОСТ Р 59508–2021. Судебно-почерковедческая экспертиза. Термины и определения. М: Стандартинформ, 2021. VI, 16 с.
3. Ищенко Е.П. Криминалистика: курс лекций. – М.: Юридическая фирма «Контракт», 2007. – 416 с.
4. Системный анализ: курс лекций / Л.Е. Мистров. – Воронеж: Центральный филиал РГУП, 2019. – 218 с.
5. Колдин В.Я. Идентификация при производстве криминалистических экспертиз: учеб. пособие. – М.: Госюриздат, 1957. – 287 с.
6. Мистров Л.Е., Зятиков А.В. Системотехнические основы синтеза решений судебно-почерковедческой экспертизы // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 1(53). С. 90–99.
7. Бобовкин М.В., Ручкин В.А. Современное состояние и тенденции развития судебно-почерковедческой экспертизы в Российской Федерации // Вестник Московского университета МВД России. 2018. №4. С. 21–22.
8. Мистров Л.Е. Метод обоснования задач информационного обеспечения конфликтной устойчивости взаимодействия организационно-технических систем // Успехи современной радиоэлектроники. 2024. Т. 78, №2. С. 25–39.
9. Мистров Л.Е., Павлов В.А. Постановка задачи проектирования информационных систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2014. № 2(18). С. 12.
10. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
11. Мистров Л.Е. Методологические основы формирования критерия и показателей эффективности при решении задач синтеза обеспечивающих организационно-технических систем // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2008. №4. С. 52–58.
12. Михалевич В.С., Волкович В.Л. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. – М.: Наука, 1982. – 286 с.
13. Кострова Ю.С. Принципы изоморфизма и гомоморфизма в образовательном процессе по математике // Современные проблемы науки и образования 2023. №1. С. 26.
14. Мистров Л.Е. Метод системотехнического проектирования сложных технических комплексов (систем) // Наукоемкие технологии. 2022. №7. С. 22–42.

EFFECTIVENESS CRITERION AND STATEMENT OF THE SOLUTION TO THE PROBLEM OF SYNTHESIS OF FORENSIC HANDWRITING EXAMINATION DECISIONS

Mistrov L.E., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of the VUNTS Air Force «VVA named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin» (Voronezh), Central Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «The Russian State University of Justice», Chief Specialist, Russian Standardization Institute

Dubintsova D.G., Student of the Central Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «The Russian State University of Justice»

Currently, the concept of a holistic theory of forensic handwriting examination (FPE) is only being formed. The practice of FPE production demonstrates the need to increase the efficiency of handwriting examination by private, informational quality indicators and the transition to an integral indicator (criterion) of efficiency, which necessitates the formation of a systemic basis (concept) for conducting diagnostic studies. Their content should contribute to the development of methodological foundations of FPE, historically oriented towards identification studies, consideration of its development in accordance with the principles of a systemic approach and methods of systemic analysis.

The basis for substantiating the criterion of effectiveness of manuscript examination is the establishment of cause-and-effect relationships between the external and internal system functions of expert decision-making, which determine the structure and content of the information process of conducting research. Its definition is based on the transformation of the principle

of maximum utility of the expert's work into the principle of the maximum element, which allows us to reduce the problem to a mathematical programming problem. It is proposed to formalize the external and internal system functions of expert decision-making in the form of a semantic model focused on transforming internal system functions into external system functions when forming an expert opinion. The criterion of effectiveness is based on the isomorphism of relations between the set of problems solved by the expert and the set of identification (diagnosed) features of the manuscript elements.

A physical and mathematical formulation of the problem is proposed as a problem of determining on a set of admissible variants of a solution to a manuscript submitted for examination and selecting a preferred variant of solving the problem based on the maximum value of the efficiency indicator as a function of the identification and diagnostic features of the manuscript. This ensures that the problem of substantiating the structure, quality indicators of solving particular problems and substantiating the expert's conclusion can be considered from a systemic perspective.

Keywords: handwriting examination, handwriting expert, manuscript, identification and diagnostic features, principle, systematic approach, efficiency criterion, quality indicators, expert opinion.

For citation: Mistrov L.E., Dubintsova D.G. Effectiveness criterion and statement of the solution to the problem of synthesis of forensic handwriting examination decisions. Information and Economic Aspects of Stand-ardization and Technical Regulation, 2024, no. 5(80): 35–49. (In Russ.).

References

1. Orlova V.F. Theory of forensic handwriting identification: textbook. Moscow: EKOM «Pub-lishers» Publ., 2011, 158 p.
2. GOST R 59508–2021. Forensic handwriting examination. Terms and definitions. Moscow: Standartinform Publ., 2021, VI, 16 p.
3. Ishchenko E.P. Forensic science: lecture course. Moscow: Law firm «Contract» Publ., 2007, 416 p.
4. Mistrov L.E. Systems analysis: lecture course. Voronezh: Central branch of the Russian State University of Economics Publ., 2019, 218 p.
5. Kol'din V.Ya. Identification in the production of forensic examinations: textbook / V.Ya. Kol'din. Moscow: Gosyurizdat Publ., 1957, 287 p.
6. Mistrov L.E., Zyatikov A.V. Systems and engineering foundations for the synthesis of solu-tions in forensic handwriting examination. Information and economic aspects of standardization and technical regulation, 2020, no. 1 (53), pp. 90–99.
7. Bobovkin M.V., Ruchkin V.A. Current state and development trends of forensic handwriting examination in the Russian Federation. Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2018, no. 4, pp. 21–22.
8. Mistrov L.E. Method of substantiation of tasks of information support of conflict stability of interaction of organizational and technical systems. Advances in modern radio electronics, 2024, vol. 78, no. 2, pp. 25–39.
9. Mistrov L.E, Pavlov V.A. Statement of the problem of designing information systems. Infor-mation and economic aspects of standardization and technical regulation, 2014, no. 2(18), P. 12.
10. Fishburn P. Utility theory for decision making. – Moscow: Nauka Publ., 1978, 352 p.
11. Mistrov L.E Methodological foundations for the formation of a criterion and performance in-dicators in solving problems of synthesis of supporting organizational and technical systems. Devices and systems. Management, control, diagnostics, 2008, no. 4, pp. 52–58.
12. Mikhalevich V.S., Volkovich V.L. Computational methods for studying and designing com-plex systems. Moscow: Nauka Publ., 1982, 286 p.
13. Kostrova Y.S. Principles of isomorphism and homomorphism in the educational process in mathematics. Modern problems of science and education, 2023, no. 1, P. 26.
14. Mistrov L.E. Method of systems engineering design of complex technical complexes (sys-tems). Science-intensive technologies, 2022, no. 7, pp. 22–42.

УДК 343.98 : 004.01

СИСТЕМНЫЕ ОСНОВЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА СИНТЕЗА РЕШЕНИЙ СУДЕБНО-ПОЧЕРКОВЕДЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Мистров Л.Е., д-р техн. наук, проф., проф. кафедры ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Центральный филиал «Российский государственный университет правосудия», гл. спец. ФГБУ «Институт стандартизации»

Дубинцова Д.Г., студентка Центрального филиала «Российский государственный университет правосудия»

Основу методического обеспечения принятия решения экспертом-почерковедом на представленную на экспертизу рукопись составляют объединенные единством цели принципы, системный подход, метод и вытекающая из него иерархическая система методик по частным,информационным показателям качества. Метод обеспечивает увязку в едином информационном процессе применения системы методик оценки эффективности и обоснования предпочтительного решения и представляет общий подход системного анализа почерка (подписи) рукописи с учетом ее целостности (внешних и внутренних свойств), способа достижения цели (применение разрушающих и неразрушающих методов), определенным образом упорядоченную деятельность эксперта для решения задачи синтеза экспертного заключения. Решение задачи почерковедческой экспертизы представляется задачей векторной оптимизации, в которой аргументы – идентификационные и диагностические признаки почерка – характеризуют представленную на экспертизу рукопись. Количественное определение значений важности признаков рукописи основывается на методах теории полезности и векторной оптимизации. Ранжирование критериев качества признаков по важности осуществляется по методу лексикографической оптимизации, базирующемуся на методах экспертных оценок (парного и множественного сравнения, ранжирования, коллективной генерации идей). Переход от информационных показателей к интегральному показателю эффективности решения эксперта основывается на использовании аддитивной или мультипликативной сверки частных критериев идентификационных (диагностических) признаков векторного критерия эффективности.

С развитием и внедрением информационных и компьютерных технологий повысился уровень не только производства судебно-почерковедческих экспертиз (автоматизации экспертной работы), но и объективности критериев оценки идентификационных и диагностических признаков почерка (подписи) рукописей.

Ключевые слова: почерковедческая экспертиза, идентификационные и диагностические признаки, системный подход, критерий эффективности, технологическая схема, декомпозиция, экспертное заключение.

Цитирование: Мистров Л.Е., Дубинцова Д.Г. Системные основы и технологическая схема синтеза решений судебно-почерковедческой экспертизы // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5(80). С. 50–64.

ВВЕДЕНИЕ

Судебно-почерковедческая экспертиза (СПЭ) представляет наиболее эффективный метод обоснования оперативных и достоверных решений по гражданским и уголовным делам, арбитражным спорам. Ее целью является установление экспертом-почерковедом (Э-П) конкретного исполнителя рукописи (текста, подписи, цифровой записи) и условий, при которых выполнялись данные элементы (к ним можно отнести физическое состояние пишущего, его положение при письме, намеренное искажение почерка и т.д.). В [1, 2] установлено, что в настоящее время актуальной является задача создания и дальнейшего развития методов и методик оценивания идентификационных и диагностических признаков почерка (подписи) рукописи на основе принципов системного подхода и методов системного анализа. При этом принятие решений экспертом-почерковедом (Э-П) осуществляется на основе изоморфизма множеств допустимых вариантов решения и идентификационных (диагностических) признаков рукописи по максимальному значению интегрального показателя эффективности – вероятности диагностирования исполнителя рукописи

и условий ее написания. Основу определения показателя эффективности и задачи обоснования и принятия решения Э-П составляют системные основы, базирующиеся на обосновании критерия эффективности [1], методе решения и технологической схеме исследований, разработанные на основе анализа общих и частных свойств рукописи.

МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

Метод исследования представляет общий подход к решению задач системного анализа представленной на экспертизу рукописи с учетом ее целостности (внешних и внутренних свойств), способа достижения цели (применение разрушающих и неразрушающих методов), определенным образом упорядоченную деятельность Э-П для решения поставленной задачи. Это в самом общем виде инструмент достижения поставленной цели, а также совокупность приемов или операций теоретического или практического исследования рукописи.

В общем случае решение задач почерковедческой экспертизы представляется задачей многокритериальной векторной оптимизации, в которой каждый i -й идентификационный признак характеризует ту или иную характерную особенность рукописи. Ее решение основывается на методах теории полезности и векторной оптимизации i -х показателей (критериев) качества идентификационных (диагностических) признаков элементов и рукописи в целом. При этом методы векторных оценок качества идентификационных признаков базируются на эвристическом использовании понятия векторного критерия качества при решении Э-П (многокритериальных задач); при его применении векторный (многокомпонентный) критерий эффективности, выраженный через показатели результатов оценивания отдельных идентификационных признаков, заменяют скалярным на основе какой-либо функции свертки.

При оценке показателей (критериев) качества идентификационных признаков на основе векторной функции полезности используется метод свертывания векторного критерия в скалярный на основе аксиоматизированного представления системы предпочтений Э-П. При этом все компоненты векторного критерия на основе предпочтений Э-П преобразуются (в общем случае нелинейно) в функции полезности частных показателей (критериев), и только потом осуществляется их свертывание.

Выявить отношение предпочтения непосредственным сравнением показателей качества затруднительно, так как они многочисленны, имеют разный физический смысл и разные шкалы измерений. В [3] относительно доказано существование функции полезности в виде отображения упорядоченного множества показателей качества V в множество действительных чисел $\varphi: V \to R$, обеспечивая тем самым упорядочение всех показателей на абсолютной шкале оценивания. При этом всегда существует функция полезности, однозначно определенная на множестве всех показателей с точностью до монотонного, строго возрастающего линейного преобразования. При выполнения экспертизы выделяют этапы:

- упорядочение множества результатов анализа идентификационных признаков по их предпочтительности $(v_1 \succ v_2 \succ \ldots \succ v_n)$;
- определение полезности результатов каждого идентификационного признака $U(v_i)$, проверка полученных оценок на непротиворечивость сравнением оценок предпочтительности на множестве показателей полезности результатов;
- устранение противоречий в оценках путем корректировки или упорядочения результатов, либо показателей полезности, либо того и другого вместе.
- Результирующее оценивание Э-П представленной рукописи производится с использованием методов векторной оптимизации.

Пусть $U_i = (u_1, u_2, \ldots, u_I)$ – векторный показатель (критерий) эффективности, представляющий собой отображение $U_i : V_i \to R$; $U(v_i)$ – векторная оценка i -го показателя эффективности $v_i \in V$; R_i – числовая шкала оценок i -х показателей идентификационных признаков рукописи при условии, что R_i – множество всех действительных чисел. Это позволяет общую задачу векторной оптимизации показателя (критерия) эффективности представить в виде:

$$U_i(v) \to \underset{v_i \in V_i}{opt} U_i(v_i), \qquad (1)$$

где opt – оператор оптимизации, определяющий семантику оптимальности на множестве i -х показателей качества идентификационных признаков рукописи.

На основе методов векторной оптимизации исследования Э-П проводятся в три этапа:

1. Определяются частные показатели (критерии) эффективности идентификационных признаков.
2. Формулируется задача многокритериальной оптимизации в виде (1).
3. Решается задача (1) путем скаляризации критериев устранения многокритериальности.

Основным методом решения задач многокритериальной оптимизации является метод выделения главного критерия и лексикографической оптимизации [3].

В методе выделения главного критерия Э-П выбирается один главный критерий на множестве критериев качества идентификационных признаков, остальные выводятся в состав ограничений, т.е. указываются границы, в которых эти критерии могут находиться.

Одним из наиболее корректных путей отыскания компромиссного решения при наличии нескольких показателей

(критериев) качества является расположение частных показателей в порядке их важности таким образом, что если рукопись оценена по первому уровню критерия эффективности i -го идентификационного (диагностического) признака, то по всем остальным показателям качество заведомо получается достаточно высоким. Такое упорядочение частных критериев сводит многоцелевую задачу к одноцелевой (скалярной).

В некоторых случаях вместо совокупности частных показателей качества признаков можно рассмотреть ее, так называемый монотонный функциональный элемент. Например, пусть имеется некоторая функциональная переменная $\gamma(v_1, v_2, ..., v_n)$. От функциональной переменной γ монотонно зависит эффективность решения Э-П:

$$U_i = U_i(\gamma) \text{ при } \gamma_2 > \gamma_1, \quad U_i(_2) > U_i(_1). \qquad (2)$$

Проведение экспертизы рукописи начинается с анализа С-П общих идентификационных признаков, характерных для одного лица или группы лиц на основе выявления степени выработанности движений написания текста, которые применялись для составления рукописи. Полученные результаты сравниваются с образцами почерка проверяемого человека, и если Э-П на данном этапе выявит явные различия в темпе и координации, то исследование считается законченным.

Методы свертывания векторного критерия в скалярный основываются на замене первоначальной задачи (1) задачей

$$U_i(v) \to \underset{v \in V}{extr}, \qquad (3)$$

где $U_i(v)$ представляет собой некоторую функцию от значений идентификационных признаков векторного критерия, т.е. $U_i(v) = f(u_1(v), u_2(v), ..., u_I)(v))$.

Основной трудностью метода является построение функции $U_i(v)$, что связано с необходимостью нормализации критериев эффективности идентификационных признаков, учета их приоритетов и построения функции свертки.

Учет приоритетов критериев осуществляется в методах свертки критериев заданием вектора коэффициентов важности критериев качества идентификационных признаков $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_I), \ \sum_{i=1}^{I} \lambda_i = 1$, где λ_i – коэффициент важности u_i-го критерия, как правило, совпадающий с коэффициентом значимости частного показателя качества i -го идентификационного признака.

В результате нормализации и учета приоритетов критериев вместо исходной векторной оценки $U(v)$ варианта v образуется новая векторная оценка $U_i(v) = f(\lambda_1 u_1(v), \lambda_2 u_2(v), ..., \lambda_I u_I(v))$, где $u_i(v)$ – нормированный критерий, определяемый аналогично нормированному показателю эффективности.

Аддитивная свертка идентификационных признаков векторного критерия предполагает представление интегрального скалярного критерия эффективности в виде суммы взвешенных нормированных частных критериев качества:

$$U_i(v) = \sum_{i=1}^{I} \lambda_i \frac{u_i(v)}{u_i^0}. \qquad (4)$$

Основным недостатком данного критерия эффективности является то, что он не вытекает из объективной роли частных критериев в определении качества решения Э-П и поэтому выступает как формальный математический аппарат, обеспечивающий сравнение вариантов решения и выбора оптимального по интегральному показателю эффективности.

Мультипликативная свертка идентификационных признаков векторного критерия образуется путем перемножения частных критериев u_i , возведенных в степень λ_i и состоит в представлении обобщенного скалярного критерия в виде произведения:

$$U_i(v) = \prod_{i=1}^{I} u_i(v)^{\lambda_i}, \qquad (5)$$

в котором если все частные критерии эффективности имеют одинаковую важность, то $\lambda_i = 1$; при разной важности критериев $\lambda_i \neq 1$.

Выбор между аддитивной и мультипликативной свертками частных критериев качества определяется степенью важности абсолютных или относительных изменений значений частных критериев идентификационных признаков рукописи соответственно.

Для решения задач определения критерия в виде эффективности почерковедческой экспертизы (4), (5) могут применяться качественно-описательные (традиционные), модельные, вероятностно-статистические и комплексные методы, которые предполагают сочетание качественных, количественных и инструментальных методов.

Математические методы С-П используются для решения задач классификации, идентификации и диагностики элементов почерка рукописи, основными из которых являются методы попарного и множественного сравнения, ранжирования, аналогий, ситуационного управления, аппроксимации, максимального элемента, ветвей и границ и т.д. Они обеспечивают решение задач:

- установление пола и возраста исполнителя рукописи;
- дифференциация почерков по степени выработанности;
- установление личностных характеристик исполнителя рукописи.

Установление пола исполнителя рукописи. При дифференциации рукописей на мужские и женские по высоковыработанному почерку осуществляется классификация рукописей на две группы и последующий анализ на основе полученного материала в соответствии с принципами вероятностно-статистической дифференциации.

Для решения данной задачи Э-П может использовать предложенные в [4] методики дифференциации рукописей на мужские и женские, позволяющие устанавливать пол исполнителя рукописи по почерку. В их основу положен 21 идентификационный признак, обеспечивающий наибольшую контрастность проявления в почерках разнополых лиц (приведены в табл. 1 [6]). Каждый признак характеризуется своим коэффициентом вероятности (важности), являющимся количественным показателем его информативности в процессе установления пола исполнителя исследуемой рукописи. Десять признаков с коэффициентом в пределах от 1,3 до 2,43 наиболее распространены в почерках мужчин, а 11 признаков с коэффициентом в пределах от 0,35 до 0,82 чаще встречаются в рукописях женщин. В качестве критерия эффективности определено пороговое значение интегрального показателя, позволяющего с большой степенью вероятности (свыше 90%) принять решение о половой принадлежности исполнителя рукописи.

Таблица 1

Коэффициенты важности идентификационных признаков почерка

№ П/П	НАИМЕНОВАНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИОННОГО ПРИЗНАКА	ВАЖНОСТЬ ПРИЗНАКА
1.	Отсутствие красной строки	1,57
2.	Неравномерный размер надстрочных элементов «б, в, д»	1,31
3.	Малый размер надстрочных элементов «б, в, д»	0,55
4.	Средний размер подстрочных элементов	0,57
5.	Неустойчивое расположение точки начала движения при выполнении букв «а, р»	0,67
6.	Расположение точки начала движения при выполнении букв «а, р» слева	2,43
7.	Неравномерный размер надстрочного элемента буквы «й»	1,58
8.	Средний размер надстрочного элемента буквы «й»	0,63
9.	Неустойчивая конфигурация надстрочного элемента буквы «й»	1,35
10.	Левоокружное направление движений при выполнении надстрочного элемента буквы «й»	0,35
11.	Овальная конфигурация подстрочных элементов букв «а, у»	0,68
12.	Неустойчивая конфигурация подстрочных элементов букв «р, у»	1,36
13.	Отсутствие надстрочной части первого элемента буквы «р»	1,96
14.	Наличие надстрочной части первого элемента буквы «р»	0,56
15.	Неустойчивый размер первого элемента буквы «р»	0,68
16.	Правоокружное направление движений при выполнении буквы «р»	1,87
17.	Дугообразные начальные штрихи в буквах «п, т»	0,57
18.	Отсутствие начальных штрихов в буквах «к, н»	0,82
19.	Дугообразные начальные штрихи в буквах «и, ш, у, ц, щ»	0,43
20.	Отсутствие начальных штрихов в буквах «и, ш, у, ц, щ»	1,42
21.	Наличие буквы «д» с надстрочным элементом	1,94

Достоинствами метода являются относительная несложность и высокий процент надежности. Обязательные условия его применения:

- расчет важности совокупности признаков осуществляется суммированием их значимостей;
- целостность психической структуры человека;
- чем сложнее двигательная задача, тем шире и прочнее функциональная связь с личностными показателями;
- наличие прочных связей между признаками почерка и свойствами личности;
- пол является интегральной характеристикой личности, которая обусловливает формирование других ее свойств;

среди личностных особенностей у женщин могут отмечаться черты, свойственные мужчинам, и наоборот.

3.2. Определение возраста исполнителя рукописи основывается на применении модельных методов. Это диагностические методики, базирующиеся на выявлении в рукописи некоторого набора признаков, появление которых характерно почеркам соответствующих групп исполнителей. Решающее правило содержит критерий принятия решения (положительного и отрицательного) в зависимости от установленного показателя суммарной значимости признаков.

Установление временных этапов рукописи в методиках учитывает возраст исполнителя рукописи на основании учета возрастных закономерностей развития человека, образующихся в системе движений пишущего, а также благодаря внешним условиям, в которых происходило формирование постоянных двигательных навыков (ПДН). Возраст – это определенный, ограниченный относительными хронологическими границами период физических и психических состояний организма человека. Его возрастные границы относительны – они подвижны и изменчивы, поэтому физические и психологические параметры человека могут не совпадать с паспортным возрастом. Навыки изложения рукописи подвергаются естественным изменениям на протяжении жизни и зависят от письменной практики исполнителя. При формировании почерка ПДН развивается прогрессивно и стабилизируется к 17–25 годам. Если организм не подвергался серьезным заболеваниям, ПДН остается стабильным, сохраняя свою индивидуальность, естественную вариационность [4, 7, 8].

В общем случае прогнозирование точного паспортного возраста исполнителя невозможно. Методики позволяют установить возраст исполнителя с ошибкой ±7 лет. Выводы бывают с различной степенью вероятности. Индивидуальный почерк возникает при формировании ПДН в результате адаптации общей методики обучения к конкретным условиям обучения с учетом влияния психологических свойств исполнителя. Установление психологических свойств по почерку исполнителя рукописи возможно благодаря многочисленным связям между психомоторными и личностными характеристиками.

3.3. Установление личностных характеристик исполнителя рукописи. При установлении личностных характеристик исполнителя важны различия в прописях и наличие определенной «моды» на то или иное «строение» признаков почерка (например, буква «т» двухэлементной конструкции с низкой точкой окончания 1 -го элемента характерна для лиц, обучавшихся писать примерно до 30-х годов XX в.).

Решение задачи идентификации почерка рукописи осуществляется решением задач [9]:

- выделяется система признаков, информативных для идентификации классов почерка;
- отнесение почерка рукописи к мужскому или женскому классу.

В качестве информативных и однозначно определяемых признаков рассматриваются характеристики: размер полей и конфигурации линии полей; размер красных строк; интервал между строками и между словами; конфигурация линии строки; размер, разгон, наклон и связность почерка; относительный размер прописных букв, надстрочных и подстрочных элементов, строчных элементов в буквах ***и, к, п, н, р, т*** и др.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено [9]:

1. В почерках не содержится признаков, которые бы встречались только в рукописях, выполненных мужчинами или женщинами. Однако ряд признаков указывает на определенную количественную связь признаков почерка с полом исполнителя.
2. На основе коэффициентов важности, отражающих различную частоту встречаемости идентификационных признаков почерка в рукописях мужчин и женщин, возможно установление пола исполнителя. Наибольшая вероятность установления пола исполнителя будет установлена, если рукопись выполнена выработанным неизмененным почерком. Экспериментально установлено применение для проверки рукописей 21-го идентификационного признака, перечень и важность которых приведены в табл. 1.

Методика применяется в предположении:

- текст по объему составляет не менее одной страницы стандартного листа;
- рукопись выполнена выработанным неизмененным почерком;
- текст написан одним лицом.

Алгоритм применения методики при исследовании рукописи состоит в:

- выделении из таблицы имеющихся в рукописи идентификационных признаков;
- для каждого признака проставлен коэффициент статистической важности: 10 признаков с коэффициентом от 1,31 до 2,43, которые преобладают в мужских рукописях, и 11 признаков с коэффициентом от 0,35 до 0,82, которые преобладают в женских рукописях;
- после проставления коэффициентов осуществляется произведение коэффициентов статистических важностей, вошедших в характеристику рукописи (по правилам умножения приближенных чисел), и объяснения полученного результата.

Особенности применения вероятностно-статистических методов исследования рукописей. Основным содержанием этих модельных методов являются получение количественных оценок значимости качественных показателей идентификационных признаков рукописи, определение показателей качества, целевой функции и критерия, обеспе-

чивающих осуществление процесса оценки установленной совокупности признаков для решения задачи экспертизы. Они позволяют Э-П получить объективную количественную информацию о конкретной рукописи на основе важности идентификационных признаков, установленных в результате специального вычислительного эксперимента на большом числе аналогичных рукописей. Каждый модельный метод направлен на решение конкретной экспертной задачи, определяемой условиями и результатами эксперимента, положенного в основу его разработки.

При решении идентификационной задачи на основе традиционных методик Э-П принимает решение о важности идентификационных признаков в соответствии со своими внутренними убеждениями, используя методы экспертных оценок. При применении же количественной методики он делает вывод на основании суммарной значимости и соответствующей ей вероятности. Механизм принятия решения можно иллюстративно представить с помощью графика (рис. 1), на котором по оси ординат P приведена результативность решения Э-П, а по оси абсцисс откладывается K – количество совпадающих идентификационных признаков. Значения P, близкие к 1, соответствуют категорическому положительному выводу Э-П [10].

Из рис. 1 следует, что функция P принимаемых решений Э-П является функцией не только количества выбранных совпадающих признаков, но и их идентификационной важности. Чем выше значимость признаков в выбранной совокупности исследований, тем меньше их необходимо для принятия решения о тождестве (кривая S_1). Если значимость признаков ниже, то для вынесения Э-П категорического положительного вывода необходимо больше идентификационных признаков (кривая S_2). Когда же совпадающие признаки обладают низкой идентификационной важностью, решение возможно только в вероятной форме (кривая S_3). Общим условием для приведенных условий является отсутствие существенно различающихся признаков.

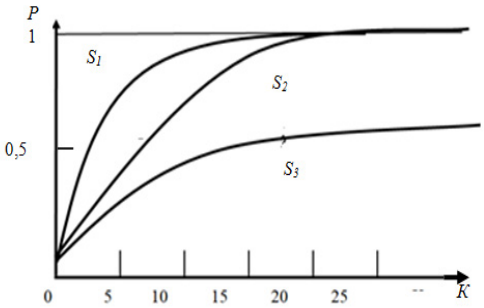


Рис. 1. График механизма принятия решения Э-П в идентификационном исследовании

Основное содержание применения методов математического моделирования для решения идентификационных задач направлено на определение важности совокупности признаков с их суммарной значимостью в соответствии с (4), достаточной для принятия решения.

Вероятностно-статистические методы оценки совпадающих признаков почерка предусматривают категорический положительный вывод в том случае, если учтены все методические рекомендации и выделенная совокупность признаков соответствует вышеуказанному доверительному уровню. Оценочная функция примененных модельных методов хотя и приближается к функции заключительной экспертной оценки результатов исследования, но полностью с ней не совпадает. Конечный вывод Э-П не является формальным, а сохраняет оценочный характер.

Правомочность применения методов основана на условиях проведения эксперимента. Так, например, в рекомендациях к модифицированному вероятностно-статистическому методу оценки совпадений [11] определено, что объектом исследования могут быть только высоковыработанные почерки. Подлежащая исследованию рукопись должна быть выполнена в обычных условиях, с различной установкой пишущему на письмо (письмо в привычном темпе, в замедленном — старательное, в ускоренном — поспешное). Объем рукописного текста должен составлять 0,5–1 страницы стандартного листа при условии неоднократного повторения почти всех букв русского алфавита (за исключением редко встречающихся, например «ъ», «ф», «ш»). В этом случае у Э-П имеется возможность правильно оценить совпадающие признаки почерка в вариантах букв и убедиться в отсутствии существенных различий, что является необходимым условием применения данной методики. Исследование с помощью этого метода почерка иной выработанности (средней, ниже средней, низкой) не рекомендуется, так как базовым экспериментальным массивом при его разработке служили рукописи, выполненные в обычных условиях высоковыработанным почерком определенного строения.

Проведение СПЭ с использованием количественных методов исследования основано на:

- выделении всех информативных признаков почерка в рукописи; в ряде случаев из выявленной совокупности признаков удаляются взаимозависимые признаки;
- присвоении каждому идентификационному признаку коэффициента важности, например на основе данных из табл. 1;
- расчете важности совокупности признаков, который осуществляется суммированием их значимостей;
- сопоставлении полученной значимости с решающим правилом и формулировании на этой основе вывода.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ИССЛЕДОВАНИЙ

Технологическая схема синтеза экспертного заключения (см. рис. 2) представляет поступательный процесс исследования объекта экспертизы в виде трех взаимозависимых этапов исследований [2].

На первом этапе Э-П анализирует множество идентификационных элементов рукописи для проведения исследования. Оно состоит из априорных данных и тех данных, которые Э-П получает на первоначальном этапе анализа рукописи. Априорными данными являются:

- исследуемая рукопись в виде совокупности уникальных идентификационных признаков, подлежащих экспертному изучению;
- образец почерка предполагаемого исполнителя рукописи в виде совокупности уникальных идентификационных признаков;
- сведения об обстоятельствах дела, имеющих отношение к предмету экспертизы (возможное определение условий выполнения исследуемой рукописи);
- совокупность методик для исследования рукописи;
- состав, взаимосвязи и последовательность представления элементов в структуре экспертного заключения;
- номенклатура, характеристики и возможности технических средств проведения экспертизы.

По результатам анализа априорных данных Э-П разрабатывает описательную модель исследуемой рукописи в виде описания ее внешнего строения, видовой группы пишущего прибора, который использовался при выполнении рукописи, и т.д. Это позволяет ему определить методы, которые позволят достичь конечной цели исследования с учетом того, что при применении того или иного метода возможно появление «ложного» представления, так как применение различных методов на одном этапе исследования возможно, но взаимно исключаемо. Таким образом, целью первого этапа анализа является определение множества «уникальных» условий выполнения экспертного заключения по исследуемой рукописи.

Второй этап направлен на формирование конкретных вариантов исследования рукописи в виде простых и сложных операций, определяемых из совокупности ограничений, которые определяет Э-П:

- необходимость обоснования допустимых вариантов выполнения экспертного заключения;
- необходимость обоснования идентификационных признаков и предотвращения «ложного» представления в экспертных методах;
- расчета необходимого числа идентификационных признаков для выдачи вероятного или категорического вывода.

При этом каждый из вариантов представляет одну из форм:

- «экспертный метод ↔ возможность ответа на поставленный вопрос»;
- «экспертный метод ↔ возможность ответа на часть поставленного вопроса»;
- «совокупность экспертных методов ↔ возможность ответа на определенную часть поставленного вопроса»;
- «совокупность экспертных методов ↔ возможность ответа на поставленный вопрос». Исходя из этого, эксперт, создавая необходимые ограничения, определяет то множество экспертных методов, которое позволит достичь желаемого результата и определить морфологическое множество состава экспертного заключения по исследуемой рукописи в зависимости от применяемых экспертных методов, с учетом вычислительных ограничений, а также временных ограничений для изучения исследуемого объекта (срок производства экспертного заключения).

На третьем этапе осуществляется проверка эффективности применяемого метода на всех этапах экспертного исследования, т.е. на уровнях раздельного, сравнительного исследований и выявления идентификационных признаков, имеющих наибольший критерий значимости.

В соответствии с технологической схемой синтеза экспертного заключения (см. рис. 3) ***на первом этапе*** определяется конечная цель – обоснованный ответ на вопрос, поставленный уполномоченными лицами в виде экспертного заключения. На основе установления причинно-следственных связей между элементами исследуемой рукописи и образцов, представленных на исследование, осуществляется функционально-структурный анализ исследуемой рукописи в виде описательной модели (формируется множество признаков, характерных для данной рукописи).

Формальное рассмотрение вопросов, поставленных перед Э-П, позволяет детализировать конечную цель на иерархический ряд подцелей. При этом исходными целями каждого следующего уровня будут являться декомпозированные конечные цели предыдущего уровня (к примеру, для установления тождества рукописи и образца Э-П сначала необходимо установить наличие / отсутствие технической подделки рукописи). На основании этого осуществляется формирование конкретных вариантов исследования представленной рукописи. Возможность использования экспертного метода полностью находится в прямой зависимости от исследуемого объекта и вопросов, поставленных перед Э-П; с введением и использованием количественных характеристик эффективности осуществляется переход к задаче разработки экспертного заключения по представленным комплексам на элементах исследуемой рукописи при использовании экспертных методов, определяющих необходимую степень достижения целей.

Таким образом, после определения совокупности методов, позволяющих решить идентификационную / диагностическую задачу, проводятся оценки эффективности вариантов решения с учетом их материально-технической реализации (средствами, которыми располагает Э-П). Результатом этапа является формирование облика и структуры элементов экспертного заключения в целом, обладающих условно-оптимальными характеристиками.

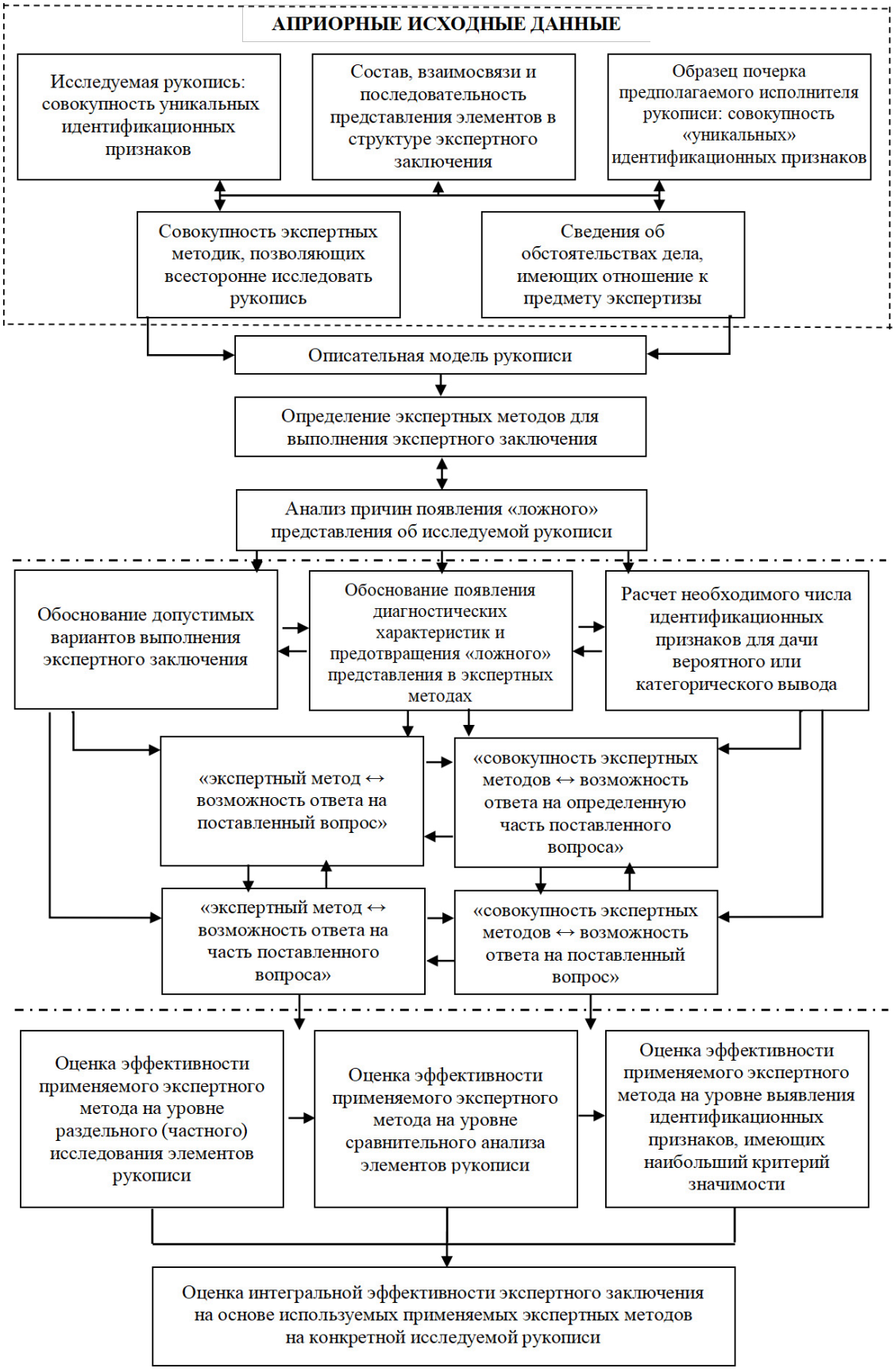


Рис. 2. Технологическая схема анализа экспертного заключения

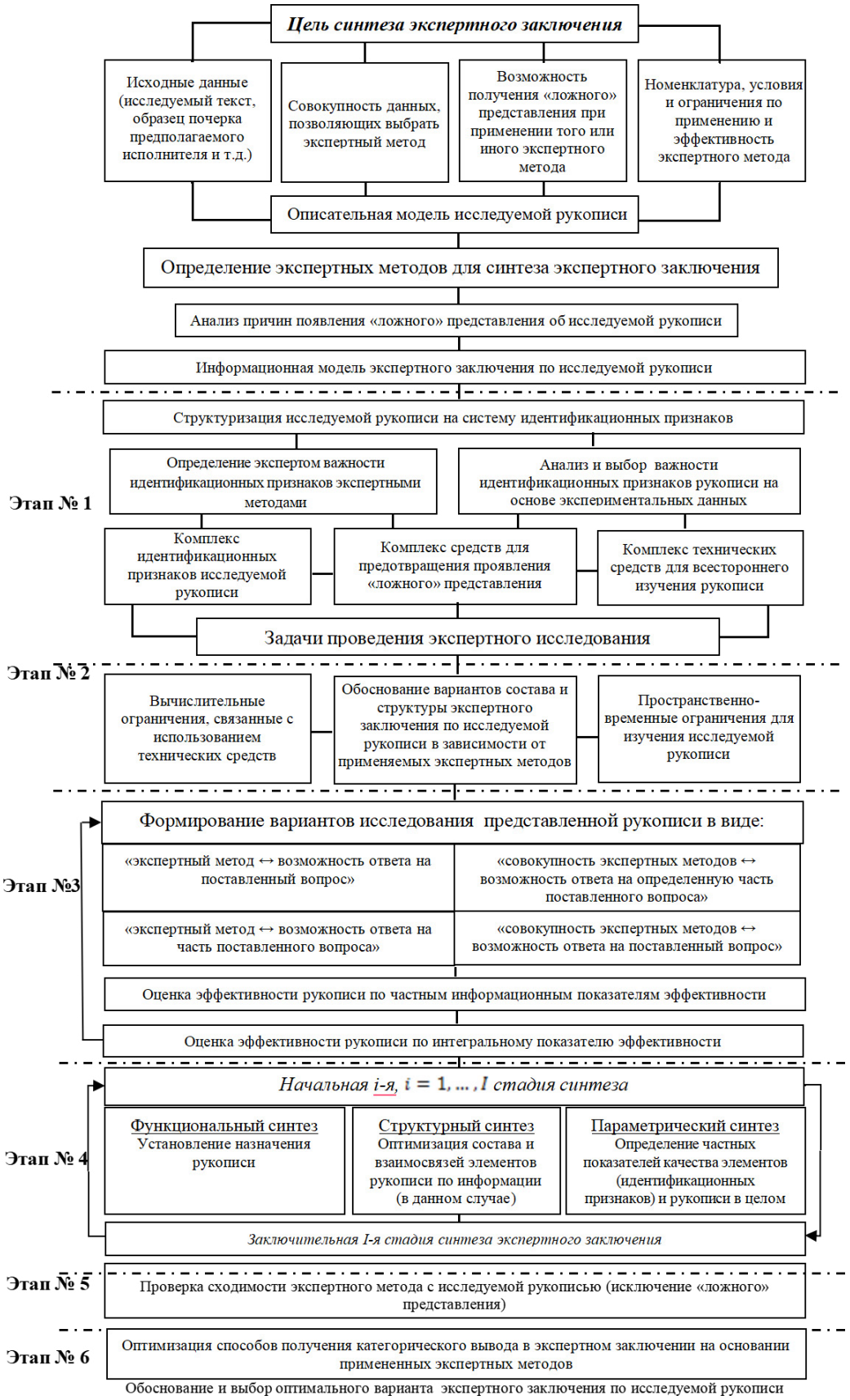


Рис. 3. Технологическая схема анализа экспертного заключения

На четвертом этапе осуществляется:

- определение оптимального облика элементов исследуемого почерка, подписи и т.д.;
- оптимизация состава и взаимосвязей по информации элементов рукописи;
- определение частных показателей качества элементов (компонента при декомпозиции рукописи) и рукописи в целом. На этапе формируются предпочтительные варианты применения экспертных методов, использование которых позволит полно исследовать рукопись.

Из всех вариантов выбираются только те, для которых:

- экстремальные точки значений целевой функции представлены в максимальном диапазоне значений;
- при наличии экстремальных значений выделяются области, в которых они расположены. Полученные результаты исследований анализируются на уровне экспертного заключения, где при необходимости принимаются решения по корректировке экспертных методов, касающиеся в основном объема решаемых задач или использования дополнительных технических средств.

На пятом этапе осуществляются проверка и обеспечение выполнения сходимости результатов синтеза экспертного заключения на функциональном, структурном, информационном и параметрическом аспектах синтеза, обеспечивающего поиск его предпочтительного варианта с последующим обоснованием оптимального варианта из всех.

На шестом, заключительном этапе проводится выбор по критерию эффективности предпочтительных вариантов представления экспертного заключения, выявление целесообразной номенклатуры средств, используемых в экспертном исследовании, и определение варианта экспертного заключения по исследуемой рукописи.

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЧЕРКОВЕДЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

В настоящее время методы анализа почерка (подписи) базируются в основном на дескриптивном (эмпирическом) подходе в соответствии с которым Э-П проводят экспертные исследования на основе интерактивного метода в несколько этапов, большинство из которых экспертами проводятся вручную. Почерковедческая экспертиза включает в себя исследование рукописного текста на основании более чем 100 идентификационных признаков. Ее основу составляет система методик исследований, обеспечивающая принятие решения по частным критериям оценки качества рукописи. Подход основывается на установлении эмпирических зависимостей, связывающих характеристики исследуемого почерка с известным сравниваемым образцом при различных условиях его оформления исполнителем рукописного текста. Однако результаты исследований носят достаточно субъективный характер и зависят от опыта, профессионализма и личных качеств (внимательности, аккуратности и т.д.) Э-П.

Методы общения человека с компьютером привлекают внимание для автоматического чтения машинописных рукописей. Чтение слитного рукописного текста еще не достигло необходимого уровня, поэтому практически все реальные проекты используют специальные машиночитаемые рукописи с выделенными знакоместами. Эти знакоместа обозначаются точечными рамками, поэтому задача чтения естественного рукописного текста сводится к распознаванию изолированных рукописных символов. Несмотря на успехи исследований, построенных на чтении рукописи, проблема повышения распознавания не исчерпана – острее всего она стоит при обработке документов. Надежность распознавания сильно зависит от качества изображений символов, которое определяется формой символов или стилем написания и способом выполнения. Реально качество символов рукописи, написанной различными исполнителями, отличить очень трудно или вообще невозможно, поэтому прямые ошибки и конфликтные ситуации устраняются путем логических и словарных проверок и вмешательства операторов.

Идентификация по почерку используется в основном для установления исполнителя рукописи. Перевод образцов почерка в машиночитаемый формат производится с помощью сканеров, после чего цифровые модели почерка заносятся в базу данных биометрической системы. По запросу на идентификацию система сравнивает сведения о ранее зафиксированных и вновь предъявляемых образцах почерка и предоставляет исчерпывающие результаты поиска, включая сведения о проанализированных идентификаторах, «кандидатах» на роль создателя почерка (по степени убывания вероятности признания), персональных данных потенциальных исполнителей [12–14].

Компьютерный анализ почерка требует применения сложных методов предварительной обработки оцифрованных бумажных рукописей для обеспечения высокого качества оцифрованного почерка, который максимально точно его отражает. Из-за необходимости обработки огромного количества различных типов для таких методов предварительной обработки не подходят наборы и фиксированные операции с изображениями [15].

Перспективным направлением повышения качества идентификации рукописи является применение автоматического анализа почерка, который более быстрый и точный. Для автоматической (без участия эксперта) идентификации рукописи в качестве источника почерка могут рассматриваться написанные от руки заявления, собственноручно заполненные анкеты, записные книжки, тетради и т.п. Перевод образцов почерка в машиночитаемый формат производится с помощью сканеров, после чего цифровые модели почерка заносятся в базу данных биометрической

системы. По запросу на идентификацию система сравнивает сведения о ранее зафиксированных и вновь предъявляемых образцах почерка и предоставляет исчерпывающие результаты поиска, включая сведения о проанализированных идентификаторах, «кандидатах» на роль создателя текста (по степени убывания вероятности признания), персональных данных потенциальных исполнителей.

Распознавание рукописных символов отличается от аналогичного процесса обработки печатных знаков. Основой методов распознавания являются способы описания символов. Выделяют две составляющие такого описания:

- описание базовых форм символов в виде структурных элементов и их отношений;
- задание диапазона изменений параметров элементов и их отношений [16].

В качестве структурных элементов используются отрезки прямых, дуги, выпуклости, вогнутости, пересечения, концы и некоторые другие. Решающим является правильный выбор некоторого минимального набора типа структурных элементов, параметров, описывающих их, и методов измерения.

Базовые формы меняются, когда в символах возникают новые соединения или разрывы штрихов или же пропадают или появляются некоторые детали на изображениях символов. Описание базовой формы как списка определенных структурных элементов вместе с таблицами диапазона параметров образует эталон, а набор всех эталонов данного класса представляет полное эталонное описание класса.

В процессе распознавания каждый входной символ представляется аналогичным с базовыми формами образом, а затем находится наилучшее совпадение входного символа и какого-то эталона с точки зрения соответствия их структурных элементов. Если удовлетворительного совпадения нет, то происходит отказ от распознавания. Если два или более эталонов различных классов дают близкое совпадение, то ответ неопределенный, и выдаются несколько гипотез. Для выбора единственного ответа производится более тонкое сравнение на выдвинутых гипотезах. При этом во внимание принимаются элементы изображения, отличающие похожие начертания разных классов. Однако реально очевидные характеристики бывают настолько неустойчивыми, что прибегают к целенаправленным измерениям, зависящим от высказанной гипотезы. Если и эта процедура не приводит к единственному выбору, то правильная гипотеза определяется в процессе автоматического контроля или вручную оператором. Для достижения оптимального сочетания соотношения производительность – надежность часто применяют систему двух распознающих «экспертов». Первый работает намного быстрее, но часть входных символов оставляет в виде сомнительных, второй эксперт работает медленнее, но более детально [16].

Распознавание клавиатурного почерка как уникальной характеристики, присущей каждому исполнителю. Для составления персонального профиля системе необходимо проанализировать способ набора текста, оценить скорость набора текста, паузы между ударами и время удержания клавиш. Системы распознавания клавиатурного почерка способны анализировать и стилистику самого текста: каждый исполнитель имеет уникальный набор «популярных» слов и словосочетаний, которые чаще всего встречаются в набранном им тексте.

Анализ клавиатурного почерка осуществляется в двух направлениях, механика и стилистика набора, обеспечивающие повышение распознавания исполнителя рукописи. Несмотря на то, что клавиатурный почерк уникален, он может несколько видоизменяться в зависимости от состояния организма, поэтому чем «умнее» система распознавания почерка (больше факторов набора способна проанализировать), тем выше распознавание текстового профиля исполнителя.

Применение биометрических исследований для идентификации рукописи (подписи) как особого вида рукописи, отражающее фамилию лица в виде букв или условных письменных знаков и имеющее удостоверительное назначение. Подписи классифицируются в зависимости от:

- принадлежности лицу – от имени существующего лица, от имени вымышленного лица;
- удостоверительного значения – подлинные, неподлинные;
- условий выполнения – в естественных условиях, намеренно или ненамеренно измененных.

Проведение исследований включает четыре основных этапа:

- регистрация идентификатора – сведения о физиологической или поведенческой характеристике преобразуются в форму, доступную компьютерным технологиям, и вносятся в память биометрической системы;
- выделение – из вновь предъявленного идентификатора выделяются уникальные признаки, анализируемые системой;
- сравнение – сопоставляются сведения о вновь предъявленном и ранее зарегистрированном идентификаторе;
- решение – вносится заключение о том, совпадают или не совпадают вновь предъявленный и ранее зарегистрированный идентификаторы.

Методы поведенческой биометрии для идентификации и верификации исполнителя дают многообещающие результаты. Благодаря сочетанию текстурных, аллографических характеристик и особенностей размещения системы обеспечивают хорошую производительность. Однако прием-

лемость для экспертов будет определяться объяснимостью результатов работы системы и интеграцией системных решений в байесовские рамки рассуждений, которые входят в судебную практику [17].

Системы, действующие в режиме верификации, как правило, являются полностью автоматическими (т.е. принимают решения без участия эксперта). Системы, действующие в режиме идентификации, также могут быть автоматизированными (формируется перечень возможных «кандидатов» на совпадение с вновь предъявленным идентификатором, расположенных по мере убывания вероятности совпадения, и окончательное решение принимает оператор системы). Идентификация по почерку (подписи) используется в комплексе с другими биометрическими технологиями. Однако технологии различаются как по способам реализации, так и по назначению. Сфера применения технологий идентификации по подписи ограничена и сводится в основном к подтверждению личности пользователя онлайновых услуг, электронной коммерции и т.п. В одних случаях анализируется подпись в полном смысле этого слова (воспроизводится с помощью «электронного пера»), в других – в понятие подписи включаются особенности работы с компьютерной клавиатурой и/или мышью (скорость и сила нажатия клавиш и кнопок и т.п.). В таблице 2 приведен краткий обзор существующих систем судебной экспертизы (Fish/BKA, Script/TNO, Cedar-Fox), основанных на взаимодействии человека и эксперта. Эксперт выбирает соответствующие небольшие элементы изображения и/или производит их измерение вручную. Измеряемые характеристики основаны на знаках (1.1) или на общих геометрических характеристиках шрифта (1.2), таких как межстрочный интервал, а также общий угол наклона рукописного текста. Ручные методы являются дорогостоящими, и существует риск субъективного влияния на процесс измерения, который обычно осуществляется с помощью мыши в графическом интерфейсе эксперта или с помощью планшета с цифровым преобразователем.

В настоящее время целесообразным является применение полностью автоматических методов (2), по крайней мере, на уровне измерения характеристик. Эксперт может грубо выбрать интересующую область и определить, какие особенности рукописного текста автоматически вычисляются и сравниваются между образцами (2.1). В качестве альтернативы система может попытаться автоматически разделить рукописный текст на строки, используя модели скрытого Маркова для сравнения между образцами (2.2). Третья группа (табл. 2) состоит из систем, которые являются «полуавтоматическими» в том смысле, что символы необходимо выбирать вручную. Затем вычисляются характеристики на основе символов, которые были специально разработаны для использования в системах распознавания рукописного текста. Состоятельность и возможность применения методов в значимых проектах не обоснована с помощью серьезных аргументов [18].

Таблица 2

Методы биометрии почерка

1. ИНТЕРАКТИВНЫЙ		2. АВТОМАТИЧЕСКИЙ					3. ОПТИЧЕСКИЙ РАСПОЗНАВАТЕЛЬ СИМВОЛОВ
1.1. Измеренные свойства	1.2. Измеренные общие геометрические характеристики почерка	2.1. На основе области интереса				2.2. Линейные HMMs	3.1. Вычисленные характеристики исполнителя
		2.1.1. Текстурные особенности изображения	2.1.2. Особенности фрагмента почерка исполнителя	2.1.3.Статистика размещения	2.1.4. Нанесение чернил		

Современным инструментом, который бы отвечал требованиям применимости к судебному почерковедению, могут быть различного типа информационные системы, способные решать задачи, традиционно считающиеся творческими, принадлежащие конкретной предметной области, знания о которой хранятся в памяти такой системы [19], в частности основанные на ДСМ-методе автоматизированной поддержки научных исследований [18]. Процесс использования таких систем для решения задач почерковедения направлен на использование ресурсов интеллектуальных систем применительно к самому сложному объекту судебно-почерковедческих исследований – подписям [20], которые характеризуются тенденциозностью к упрощению, что усложняет процесс их экспертного исследования.

Современные компьютерные технологии на основе методов искусственного интеллекта, и в частности нейросетевых технологий, позволяют по результатам сканирования экземпляров рукописного почерка обучать нейронную сеть и создавать базы данных почерка людей, систематизировать и использовать в экспертной работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С развитием и внедрением информационных технологий повысился уровень не только производства судебно-почерковедческих экспертиз (автоматизации экспертной работы), но и объективности критериев оценки идентификационных и диагностических признаков почерка (подписи) рукописей. Особую роль при решении идентификационных и диагностических задач приобретает программное обеспечение, позволяющее более быстро и точно осуществлять автоматический анализ почерка. Качество анализа почерка полностью зависит от методического обеспечения работы экспертов-почерковедов, основанного на системе принципов, системном подходе, физической и математической постановке задачи, методе решения и технологической схеме синтеза экспертного заключения. Его применение позволяет осуществить решение поставленной задачи экспертизы, обеспечивая увязку всех ее элементов в единую структуру в интересах проведения исследования рукописи и выработки обоснованного экспертного заключения.

Список использованных источников и литературы

1. Мистров Л.Е., Дубинцова Д.Г. Критерий эффективности и постановка решения задачи синтеза решений судебно-почерковедческой экспертизы // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5 (80). С. 35-49.
2. Мистров Л.Е., Зятиков А.В. Системотехнические основы синтеза решений судебно-почерковедческой экспертизы // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 1 (53). С. 90–99.
3. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа: учебное пособие. – СПб: «Издательский дом «Бизнес-пресса», 2000. – 208 с.
4. Орлова В.Ф. Теория судебно-почерковедческой идентификации: учеб. пособие. – М.: ЭКОМ «Паблишерз», 2011. – 158 с.
5. Почерковедение и почерковедческая экспертиза: курс лекций – 5-е изд. / под ред. Серегина В.В. – Санкт-Петербург: МВД России, НПСЭП, 2015. – 229 с.
6. Кулагин П.Г., Колонутова А.И. Экспертная методика дифференциации рукописей на мужские и женские // М.: ВНИИ МВД СССР, 1971. – 40 с.
7. Кирсанов З.И., Рогозин А.П. Методика распознавания по почерку пола и возраста исполнителя рукописи // Вероятностно-статистические методы почерковедческих исследований: сб. статей. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1974. – С. 67–85.
8. Левицкий А.Б., Бажакин Г.А., Серегин В.В. и др. Методика определения возраста исполнителя рукописных текстов. – М.: – ЭКЦ МВД РФ, 1995. – 255 с.
9. Майлис Н.П. Введение в судебную экспертизу: учеб. пособие – 2-е изд. – М.: ЮНИТИ: Закон и право, 2012. – 112 с.
10. Применение методов исследования, основанных на вероятностном моделировании в судебно-почерковедческой экспертизе: метод. пособие. – М.: ВНИИСЭ, 1976. – 360 с.
11. Маурина Н.П. Анализ и совершенствование практики применения вероятностно-статистических методов оценки признаков в судебно-почерковедческой экспертизе. – М.: ВНИИСЭ, 1980. – 64 с.
12. Судебно-почерковедческая экспертиза: особенная часть: исследование рукописных текстов: 2-е изд., перераб. и доп. // Федеральный центр судебной экспертизы при Минюсте России. – М.: Наука, 2007. – 341 с.
13. Идентификация по почерку – технологии DioLink // Институт проблем информатики РАН, кампания BioLink – https://www.biolink.ru/technology/handwriting.php.
14. Бобовкин М.В., Ручкин В.А. Современное состояние и тенденции развития судебно-почерковедческой экспертизы в Российской Федерации // Вестник Московского университета МВД России. 2015. №4. С. 21–22.
15. Franke K., Köppen M. A computer-based system to support forensic studies on handwritten documents // International Journal on Document Analysis and Recognition. 2001. № 3. С. 218–231.
16. Гольдберг И.И. Психология почерка. – М.: АСТ, 2008. – 237 с.
17. Schomaker L. Writer identification and verification // In Advances in Biometrics: Sensors, Algorithms and Systems. 2008. London: Springer London, pp. 247–264.
18. Россинская Е.Р., Бодров Н.Ф. Современное состояние и перспективы исследования образов цифровых следов в судебной почерковедческой экспертизе // Криминалистика: вчера, сегодня, завтра. 2022. Т. 21, № 1. С. 121–135.
19. Охлупина А.Н. Теоретические и организационно-тактические основы использования интеллектуальных систем в судебном почерковедении // Право и политика. 2019. № 6. С. 50–55.
20. Гусакова С.М., Лапшина И.А., Охлупина А.Н. Идентификация подписи: постановка задачи и вариант решения с помощью интеллектуальной ДСМ-системы // Научно-техническая информация. Сер.2. 2018. №8. С. 8–13.

SYSTEMIC PRINCIPLES AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF SYNTHESIS OF FORENSIC HANDWRITING EXAMINATION DECISIONS

Mistrov L.E., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of the VUNTS Air Force «VVA named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin» (Voronezh), Central Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «The Russian State University of Justice», Chief Specialist, Russian Standardization Institute

Dubintsova D.G., Student of the Central Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «The Russian State University of Justice»

The basis of methodological support for the decision-making by a handwriting expert on a manuscript submitted for examination consists of principles united by unity of purpose, a systematic approach, a method and the resulting hierarchical system of methods for private, information quality indicators. The method provides a link in a single information process to the application of a system of methods for evaluating effectiveness and substantiating a preferred solution and presents a general approach to the systematic analysis of the handwriting (signature) of the manuscript, taking into account its integrity (external and internal properties), the method of achieving the goal (the use of destructive and non-destructive) methods, in a certain way the orderly activity of an expert to solve the problem of synthesizing an expert opinion. The solution of the problem of handwriting expertise is represented by the task of vector optimization, in which the arguments – identification and diagnostic signs of handwriting characterize the manuscript submitted for examination. The quantitative determination of the importance of manuscript features is based on the methods of utility theory and vector optimization. The ranking of criteria for the quality of features by importance is carried out using the method of lexicographic optimization, based on the methods of expert assessments (paired and multiple comparisons, ranking, collective generation of ideas). The transition from information indicators to an integral indicator of the effectiveness of an expert's decision is based on the use of additive or multiplicative verification of particular criteria for identification (diagnostic) features of the vector efficiency criterion. With the development and introduction of information and computer technologies, the level of not only the production of forensic handwriting examinations (automation of expert work) has increased, but also the objectivity of criteria for evaluating identification and diagnostic signs of handwriting (signatures) of manuscripts.

Keywords: handwriting expertise, identification and diagnostic signs, systematic approach, efficiency criterion, technological scheme, decomposition, expert opinion.

For citation: Mistrov L.E., Dubintsova D.G. Systemic Principles and Technological Scheme of Synthesis of Forensic Handwriting Examination Decisions. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation, 2024; 5 (80): 50–64. (In Russ.).

References

1. Mistrov L.E., Dubintsova D.G. Efficiency criterion and formulation of the problem of synthesis of forensic handwriting examination solutions // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2024, no. 5 (80), pp. 35-49.
2. Mistrov L.E., Zyatikov A.V. Systems engineering foundations for the synthesis of forensic handwriting examination solutions. Information and economic aspects of standardization and technical regulation, 2020, no. 1 (53), pp. 90–99.
3. Spitsnadel V.N. Fundamentals of systems analysis: a tutorial. St. Petersburg, «Publishing House» Business Press «, 2000, 208 p.
4. Orlova V.F. Theory of forensic handwriting identification: tutorial. manual. Moscow: EKOM «Publishers», 2011, 158 p.
5. Handwriting Science and Handwriting Expertise: Lecture Course – 5th ed. Edited by V.V. Seregin. St. Petersburg: Ministry of Internal Affairs of Russia, NPSEP, 2015, 229 p.

6. Kulagin P.G,. Kolonutova A.I. Expert Methodology for Differentiating Handwritten Texts into Male and Female. Moscow: All-Russian Research Institute of the Ministry of Internal Affairs of the USSR, 1971, 40 p.
7. Kirsanov Z.I., Rogozin A.P. Methodology for Recognizing the Gender and Age of the Author of a Manuscript by Handwriting. Probabilistic and Statistical Methods of Handwriting Studies: Collection of Articles. Moscow: All-Russian Research Institute of the Ministry of Internal Affairs of the USSR, 1974, pp. 67–85.
8. Levitsky A.B., Bazhakin G.A., Seregin V.V., et al. Methodology for Determining the Age of the Performer of Handwritten Texts. Moscow: Forensic Science Center of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation, 1995, 255 p.
9. Mailis N.P. Introduction to Forensic Examination: Textbook – 2nd ed. Moscow: UNITY: Law and Right, 2012, 112 p.
10. Application of Research Methods Based on Probabilistic Modeling in Forensic Handwriting Examination: Methodological Manual. Moscow: VNIISE, 1976, 360 p.
11. Maurina N.P. Analysis and Improvement of the Practice of Applying Probabilistic-Statistical Methods for Assessing Features in Forensic Handwriting Examination. Moscow.: VNIISE, 1980, 64 p.
12. Forensic handwriting examination: special part: study of handwritten texts: 2nd ed., revised and enlarged / Federal Center for Forensic Examination under the Ministry of Justice of the Russian Federation. Moscow: Nauka Publ., 2007, 341 p.
13. Handwriting identification – DioLink technologies. Institute of Informatics Problems of the Russian Academy of Sciences, BioLink campaign – https://www.biolink.ru/technology/handwriting.php.
14. Bobovkin M.V., Ruchkin V.A. Current state and development trends of forensic handwriting examination in the Russian Federation. Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, 2015, no. 4, pp. 21–22.
15. Franke K., Köppen M. A computer-based system to support forensic studies on handwritten documents. International Journal on Document Analysis and Recognition, 2001, no. 3, pp. 218–231.
16. Goldberg I.I. Psychology of handwriting. Moscow: AST, 2008, 237 p.
17. Schomaker L. Writer identification and verification. In Advances in Biometrics: Sensors, Algorithms and Systems. London: Springer London, 2008, pp. 247–264.
18. Rossinskaya E.R., Bodrov N.F. Current state and prospects for the study of digital trace images in forensic handwriting examination. Forensic science: yesterday, today, tomorrow, 2022, vol. 21, no. 1, pp. 121–135.
19. Okhlupina A.N. Theoretical and organizational-tactical foundations of the use of intelligent systems in forensic handwriting analysis. Law and Politics, 2019, no. 6, pp. 50–55.
20. Gusakova S.M., Lapshina I.A., Okhlupina A.N. Signature identification: problem statement and solution using an intelligent DSM system. Scientific and technical information. Ser. 2, 2018, no. 8, pp. 8–13.

УДК 004.9 + 615.47

ПОСТРЕЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ В РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНДОСКОПИЧЕСКИМ ВМЕШАТЕЛЬСТВОМ

Немковский Г.Б., ООО «ВЕСТТРЭЙД ЛТД»; ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

В работе отражено исследование особенностей хирургических вмешательств у неонатальных пациентов с использованием эндоскопических техник и требований, предъявляемых в связи с этими особенностями к оборудованию, предназначенному для регистрации положения хирургического инструмента. В работе рассматривается процесс моделирования данных для БД информационной системы управления эндоскопическим вмешательством.

Цель работы – иллюстрация разработки информационной системы управления эндоскопическим вмешательством в части моделирования базы данных, предназначенной для информационного обеспечения процесса оперативного вмешательства в неонатальной хирургии.

Ключевые слова: неонатальная хирургия, модель данных, интраоперационная навигация, информационная система управления, контроль положения инструментов, медицинское изображение.

Цитирование: Немковский Г.Б. Постреляционная модель данных в реализации информационной системы управления эндоскопическим вмешательством // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5(80). С. 65–72.

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

БД – база данных
ИАД – интеллектуальный анализ данных
ИСУ ЭВ – Информационная система управления эндоскопическим вмешательством в неонатальной хирургии
МД – модель данных
ПрО – предметная область
СППВР – система поддержки принятия врачебных решений
СУБД – система управления базами данных

ВВЕДЕНИЕ

Системы, основанные на знаниях, или системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР), получают все большее распространение в мире. Для предметной области (ПрО), рассматриваемой в данной работе, здравоохранении, все активнее разрабатываются и применяются интеллектуальные СППВР. Они находят свое применение в решении широкого спектра медицинских задач и процессов – от амбулаторных приемов до оперативных вмешательств. В целях создания СППВР разрабатываются соответствующие базы данных (БД), предназначенные для регистрации и учета протоколов, действий врача, медицинских изображений, относящихся к разным модальностям и инструментальной диагностике, и лабораторных исследований [1]. Созданию национальной системы интеллектуального анализа научных публикаций доказательной медицины с целью повышения эффективности принятия информированных врачебных решений и мониторинга приоритетных направлений развития превентивной и персонализированной медицины в последнее время уделяется особое внимание [2].

Ключевым этапом создания БД является проекция ПрО на терминологическое поле моделирования данных. Иначе говоря, задачей моделирования данных с целью систематизации информации о ПрО и дальнейшего выделения знаний из этой информации является описание ПрО [3] в терминах принятой к использованию в информационной системе СУБД.

К компьютерным технологиям, используемым для хирургического планирования и выполнения хирургических процедур, относят CAS-технологии (от англ. Computer Assisted Surgery) или автоматизированные операции, представляющие собой хирургический подход, с которым связаны такие понятия, как компьютерная хирургия, компьютерное вмешательство, изображения управляемой хирургии, хирургическая навигация и др. В настоящей работе данный подход используется для планирования хирургических вмешательств, навигации или выполнения хирургических процедур, что повышает уровень безопасности пациента, снижает риск интраоперационных осложнений и сокращает период реабилитации [4]. Чаще всего CAS-системы применяются для проведения хирургических вмешательств при ортопедических патологиях и при патологиях головного мозга у взрослых пациентов [5].

В настоящей работе речь пойдет о реализации модели данных, описывающей ПрО «Оказание медицинской помощи неонатальному пациенту с врожденным пороком развития легких и/или мочевыводящих путей в форме эндоскопического хирургического вмешательства с применением интраоперационной компьютерной навигационной системы». Интраоперационная навигация на различных этапах проведения вмешательства позволит упростить и ускорить процесс [6], снизить риск осложнений и существенно сократить время разделения здоровых и патологических участков ткани, облегчить поиск и обработку различных зон интереса, особенно в нетипичных анатомических случаях.

Целью исследования является разработка модели данных, позволяющей эффективно собирать данные инструментальной и лучевой диагностики и совмещать их с данными системы слежения при построении модуля интраоперационной интеграции моделей в системах хирургической навигации у неонатальных пациентов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Разработка программного обеспечения выполнена в среде разработки Qt v. 5.6.3 с компилятором mingw 4.9. Библиотека работы с трехмерными изображениями VTK 9.0.1 [7]. База данных реализована на СУБД PostgreSQL версии 9.6. Создание модели базы данных произведено с применением IDERA ER/Studio Data Architect 19.1 [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Применение информационной системы управления хирургическим вмешательством подразумевает предварительный сбор, обработку и систематизацию данных о пациенте и патологии на подготовительном этапе и осуществление информационного сопровождения лица, принимающего решения (субъекта управления, оперирующего хирурга). От корректности и полноты описания ПрО и реализации этого описания средствами построения базы данных всецело зависит решение задач своевременного и полного донесения информации, необходимой для принятия решения о воздействии до субъекта управления, и хранения данных о проведении хирургического вмешательства, получаемых от средств видеоконтроля и технического обеспечения.

Сбор данных, необходимых для корректной работы информационной системы управления эндоскопическим вмешательством в неонатальной хирургии (ИСУ ЭВ), осуществляется на разных этапах работы информационной системы. На предоперационном этапе осуществляются сбор и обработка диагностических данных. К ним относятся сегментированные и адаптированные серии диагностических изображений, трехмерная модель пациента, ссылка на исходные диагностические данные в формате DICOM[1] и метаданные трехмерной модели. Также на предоперационном этапе БД ИСУ ЭВ пополняется данными, описывающими планируемое вмешательство [9].

На интраоперационном этапе в БД ИСУ ЭВ должна быть передана информация о результате предоперационной и интраоперационной калибровки навигационной системы, в ходе которых трехмерные модели операционного стола, манипулятора и зоны хирургического вмешательства объединяются в общей системе координат с использованием регламентированной процедуры. В дальнейшем в БД ИСУ ЭВ должна сохраняться видеоинформация, получаемая от камеры эндоскопа и стереопары многосуставного манипулятора, а также информация, генерируемая энкодерами[2] многосуставного манипулятора при изменении углов поворота сочленений [10].

Выявив функциональные требования, предъявляемые к системе, схемы процессов [11, 12], прохождение потоков данных на предоперационном и интраоперационном этапах, а также учитывая процедуры, принятые в хирургических отделениях, ограничений данных и сопутствующей информации [13], описывающей предметную область, перейдем к построению модели данных ИСУ ЭВ.

Устоявшиеся подходы к моделированию данных [14, 15] выделяют иерархические, сетевые, объектные, реляционные, объектно-реляционные и многомерные модели данных. Каждый из подходов характеризуется набором свойств и параметров, исходя из которых возможно определить подход, наиболее полно отвечающий поставленной задаче [3]. Учитывая специфику модели, аппаратное и системное обеспечение ИСУ ЭВ, аппаратные платформы и средства разработки, которые были в распоряжении разработчиков, предметная область «Оказание медицинской помощи

[1] **DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine)** – медицинский отраслевой стандарт создания, хранения, передачи и визуализации цифровых медицинских изображений.

[2] **Энкодер (от англ. encoder – кодирующее устройство)** – измерительный преобразователь угла поворота или датчик угла поворота.

неонатальному пациенту с врожденным пороком развития легких и/или мочевыводящих путей в форме эндоскопического хирургического вмешательства» получила первичное отражение в реляционной модели данных [15, 16]. Однако в развитии модели часть атрибутов в соответствии с предполагаемыми механизмами реализации на физическом уровне получили внутреннюю структуру, предполагающую использование в запросах к БД подзначений. Так, составные значения получили информационные поля, относящиеся к планированию вмешательства, построению операционной сцены и интраоперационной информации, хранящей данные об изменении положения хирургического инструмента.

Поскольку такой подход противоречит концепции чистой реляционной модели, постулирующей атомарность типов, будет уместно говорить о применении постреляционного [17] подхода при проектировании БД. Соответственно, часть отношений находятся в непервой нормальной форме (NF2, «Non First Normal Form») [18]. ER-диаграмма (диаграмма «сущность» – «связь») логической модели данных информационной системы управления ЭВ представлена ниже (рис. 1). Доработка модели производилась в процессе разработки БД. Физическая реализация выполнена с применением СУБД PostgreSQL версии 9.6.

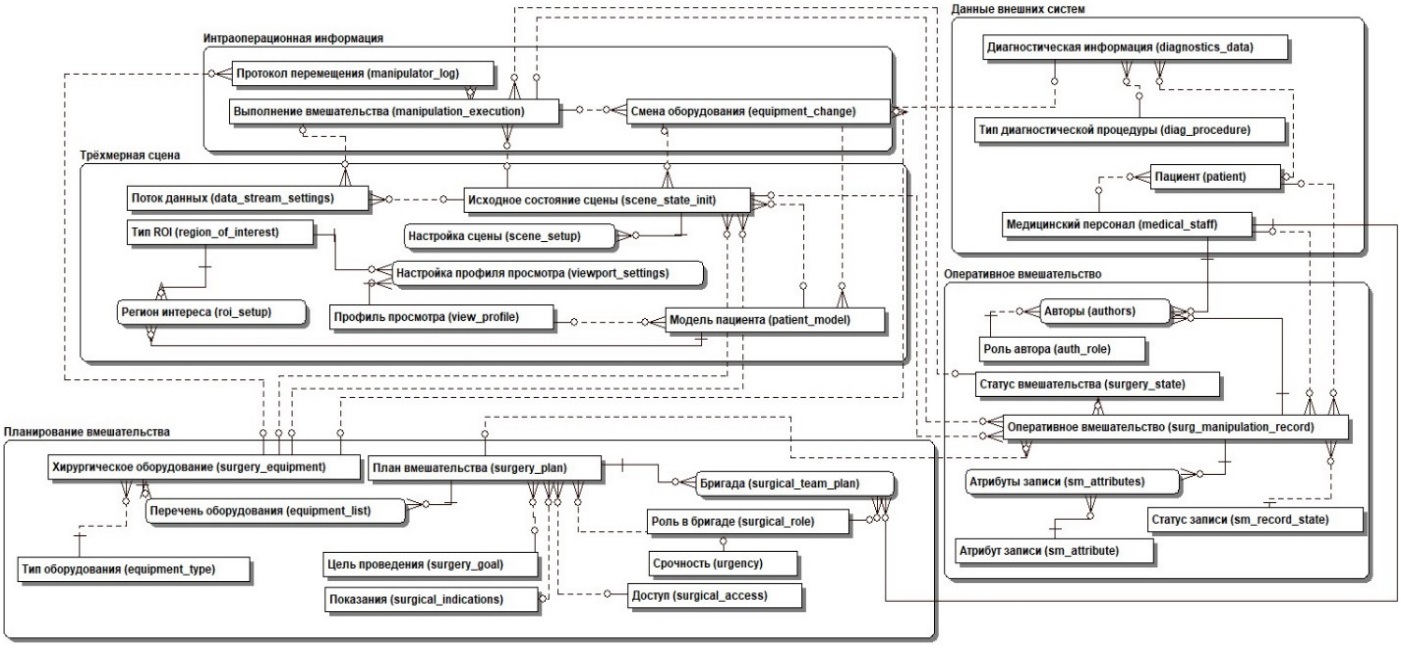


Рис. 1. Логическая модель данных ИСУ ЭВ

Для удобства восприятия логическая модель разбита на несколько информационных схем:

- «Оперативное вмешательство» (surgery_manipulation).
- «Планирование оперативного вмешательства» (manipulation_plan).
- Схема «Трехмерная сцена» (scene_settings).
- «Интраоперационная информация» (intrasurgery_information).
- «Данные внешних систем» (external_data).

Основной объем информации в БД ИСУ ЭВ сохраняется в рамках подготовки и проведения хирургического вмешательства в информационной схеме «Оперативное вмешательство» (surgery_manipulation). Эта информационная схема служит для логического объединения специфической информации о подготовке и проведении хирургического вмешательства (рис. 2).

В схему включены отношения:

- «Запись об оперативном вмешательстве» (surgery_manipulation.surg_manipulation_record);
- «Авторы» (surgery_manipulation.authors);
- «Роль автора» (surgery_manipulation.auth_role);
- «Статус записи» (surgery_manipulation.sm_record_state);
- «Атрибут записи» (surgery_manipulation.sm_attribute);
- «Атрибуты записи» (surgery_manipulation.sm_attributes);
- «Статус вмешательства» (surgery_manipulation.surgery_state).
- Схема «Трехмерная сцена»

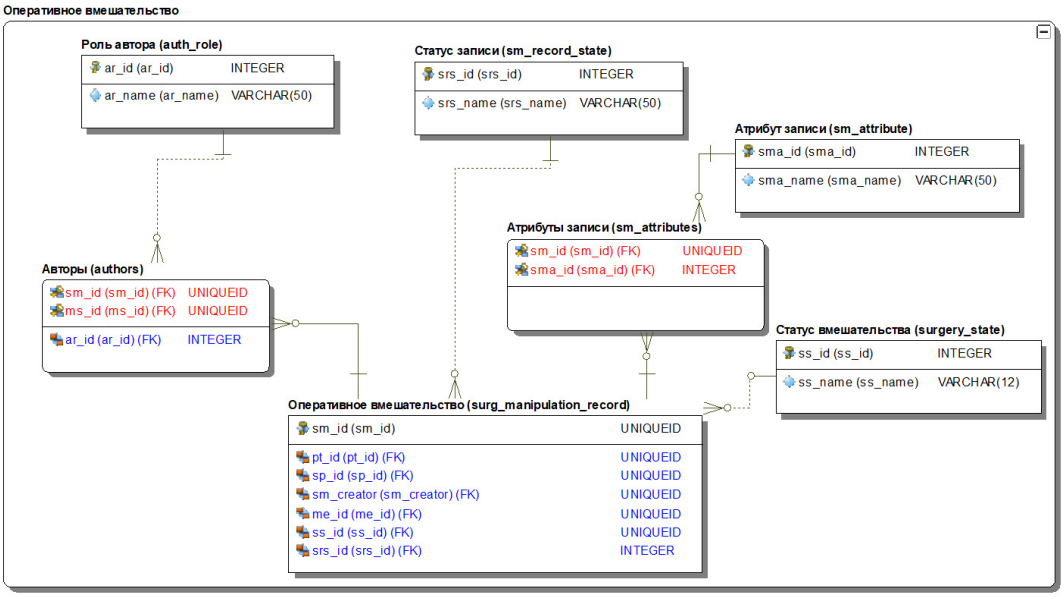


Рис. 2. Схема surgery_manipulation

Данные, необходимые для формирования виртуальной операционной сцены, хранятся в схеме «Трехмерная сцена» (scene_settings), рис. 3. Внесение данных в схему производится на предоперационном этапе при первичной настройке и на интраоперационном этапе при проведении интраоперационной калибровки. В эту схему включены сущности «Модель пациента», «Фиксированное оборудование», «Сменное оборудование».

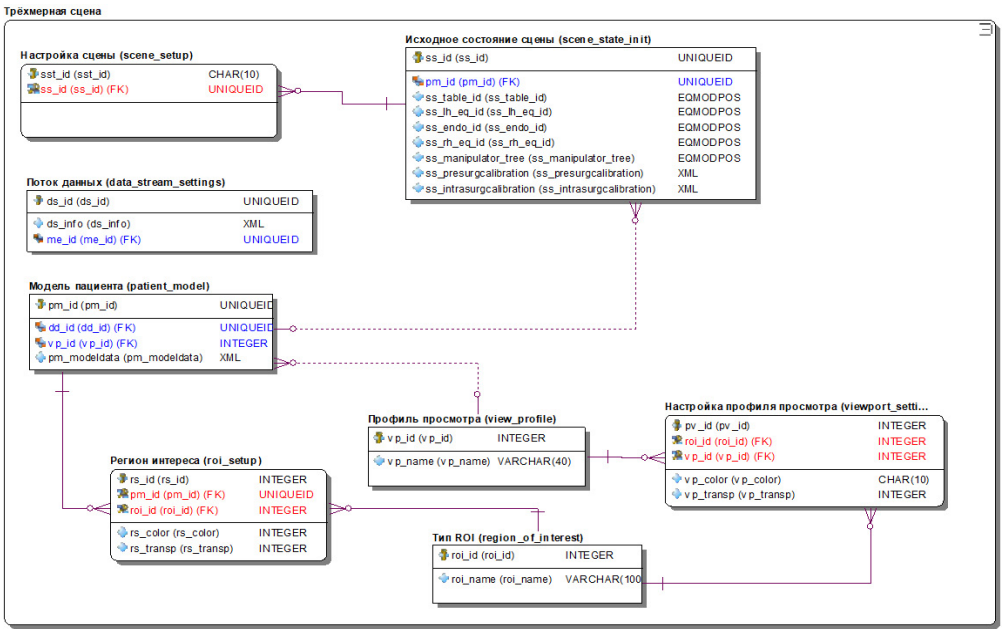


Рис. 3. Схема «Трехмерная сцена» (scene_settings)

Сущность «Модель пациента» предназначена для предоставления пользователям с ролью «Торакальный хирург» и «Хирург-уролог» возможности подготовки, редактирования и просмотра трехмерных моделей зоны оперативного вмешательства [19, 20].

Информация, получаемая в процессе проведения ХВ, подлежит визуализации и параллельному сохранению в сущностях схемы «Интраоперационная информация». Протокол вмешательства, который ведется с использованием ИСУ ЭВ, не подлежит изменению после записи.

Данные, сохраняемые (протоколируемые) в БД ИСУ ЭВ в ходе проведения оперативного вмешательства, представлены в таблице.

Таблица 1

Данные, сохраняемые (протоколируемые) в БД ИСУ ЭВ в ходе проведения оперативного вмешательства

№ п/п	СОХРАНЯЕМЫЕ ДАННЫЕ	ОПИСАНИЕ	ПРЕДПОЛАГАЕМЫЙ СПОСОБ ВИЗУАЛИЗАЦИИ
1.	Видеопоток с используемой в ходе проведения оперативного вмешательства видео-эндоскопической системой	Видеопоток, получаемый посредством системы интраоперационной видеоэндоскопии, сопровождается привязкой ко времени проведения оперативного вмешательства (времени от начала оперативного вмешательства)	Визуализация осуществляется в окне, содержащем навигационный ползунок и отображающем следующую информацию: – производитель/модель используемой системы видеоэндоскопии – время от начала проведения оперативного вмешательства – дата и время на момент осуществления оперативного вмешательства
2.	Видеопоток с видеокамер, осуществляющих видеозапись процессов, происходящих в операционном зале	Видеопоток, получаемый с видеокамер, предназначенных для видеозаписи процессов, происходящих в операционном зале, сопровождается привязкой ко времени проведения оперативного вмешательства (времени от начала оперативного вмешательства), а также указанием номера и, может быть, схематичного обозначения места расположения данной видеокамеры в операционном зале	Визуализация осуществляется в окне, содержащем навигационный ползунок, кнопки выбора камеры, видеопоток с которой воспроизводится, кнопку выбора режима отображения (сетки, размеры которой зависят от числа использованных видеокамер), и отображающем следующую информацию: – производитель/модель используемой системы видеоэндоскопии – время от начала проведения оперативного вмешательства – дата и время на момент осуществления оперативного вмешательства В случае, если выбран «сеточный» режим отображения, то в каждой ячейке сетки отображается информация о номере и схематическом обозначении расположения видеокамеры в операционном зале
3.	Аудиопоток с микрофонов, осуществляющих аудиозапись в ходе проведения оперативного вмешательства	Аудиопоток, получаемый с микрофонов, находящихся в операционном зале, сопровождается привязкой ко времени проведения оперативного вмешательства (времени от начала оперативного вмешательства)	Визуализация не применима.Управление прослушиванием интраоперационной аудиоинформации реализовано посредством навигационного ползунка, привязанного к шкале времени
4.	Протокол изменения положения инструмента манипулятора	Для эндоскопа протокол содержит данные об относительных углах поворота и положении каждого из сочленений манипулятора с синхронизацией по времени с проведением оперативного вмешательства (времени от начала оперативного вмешательства). Для хирургического инструмента протокол содержит данные, полученные подсистемой расчета положения хирургического инструмента с использованием стереопар, синхронизированные с видеопотоками, получаемыми видеорегистрирующими устройствами	Отображается анимированная трехмерная модель манипулятора, расположенная в виртуальной сцене. Изменение конфигурации манипулятора привязано к временной шкале, навигация по которой должна быть доступна пользователю с помощью ползунка. Помимо манипулятора доступно отображение трехмерных моделей операционного стола, хирургических инструментов и зоны оперативного вмешательства.Также пользователю доступно управление виртуальной камерой для определения ракурса и масштаба отображения данного протокола
5.	Протокол смены инструмента	Протокол содержит данные о замене инструмента в правой или левой руке хирурга	Момент смены инструмента отмечается на временной шкале вертикальной чертой и соответствующим символом Л или П
6.	Протокол действий пользователя (хирурга)	Протокол должен содержать информацию, описывающую взаимодействие пользователя (хирурга) с аппаратными и программными модулями АПК, с привязкой ко времени проведения оперативного вмешательства (времени от начала оперативного вмешательства)	Оформляется в виде таблицы, включающей в себя текстовое описание каждого взаимодействия пользователя (хирурга) с АПК в привязке ко времени проведения оперативного вмешательства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном исследовании представлена реализация модели базы данных, описывающей предметную область «Подготовка и проведение хирургического вмешательства с использованием системы хирургической навигации». Описаны программные средства, использованные при моделировании. Описанные подходы позволяют упростить задачу моделирования реальных систем.

Список использованных источников и литературы

1. Карпов О.Э., Субботин С.А., Шишканов Д.В. Использование медицинских данных для создания систем поддержки принятия врачебных решений // Врач и информационные технологии. 2019. № 2. С. 11–18.
2. Лебедев Г.С., Фартушный Э.Н., Шадеркин И.А. [и др.] Создание информационной системы поддержки принятия врачебных решений на основе методов доказательной медицины // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2019. Т. 5, № 1. С. 8–16.
3. Бурый А.С., Погодин И.М. Оценка качества больших данных. Часть 2. Модели данных. // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 4(79).
4. Жук Д.М., Перфильев С.А. CAS системы – системы автоматизированного проектирования в хирургии // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2011. № 3. С. 6.
5. Немковский Г.Б., Дорофеева Е.И., Лосев А.Ю. Оптимизация информационных процессов при подготовке и проведении хирургического вмешательства // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 2 (77). С. 51–58.
6. Mandel M., Amorim R., Paiva W., Prudente M., Teixeira M.J., de Andrade A.F. 3D Preoperative planning in the ER with OsiriX®: when there is no time for neuronavigation // Sensors (Basel). 2013. Т. 13, № 5. С. 6477–6491.
7. Schroeder W., Martin K.M., Lorensen W.E. The visualization toolkit an object-oriented approach to 3D graphics. Prentice-Hall, Inc. 1998.
8. Online Help for ER/Studio Data Architect 19.1.x // https://docwiki.embarcadero.com/ERStudioDA/191/en/Main_Page (дата обращения: 30.08.2024).
9. Немковский Г.Б. 3D-реконструкция в реализации информационной системы управления эндоскопическим вмешательством // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 4 (79). С. 46–54.
10. Немковский Г.Б. Методы позиционирования хирургического инструмента в эндоскопической неонатальной хирургии. Обзор // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 4 (79). С. 55–64
11. Немковский Г.Б., Дорофеева Е.И., Лосев А.Ю. Оптимизация информационных процессов при подготовке и проведении хирургического вмешательства // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 2 (77). С. 51–58.
12. Немковский Г.Б., Дорофеева Е.И., Кузнецов А.Б., Беляков В.К. Информационное обеспечение задач позиционирования хирургического инструмента при эндоскопических вмешательствах // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 5(74). С. 10–19.
13. Бурый А.С., Сухов А.В. Оптимальное управление сложными техническими комплексами в автоматизированном информационном пространстве // Автоматика и телемеханика. 2003. № 8. С. 145–162.
14. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных. Пер. с англ.// М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2016. – 1328 с.
15. Бурый А.С., Морин Е.В. Модельно-алгоритмические структуры оценки качества программных изделий. М.: «Горячая линия-Телеком», 2019. – 160 с.
16. Когаловский М.Р. Энциклопедия технологий баз данных. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 800 с.
17. Уткин Г.С., Жильцов С.А., Гананчян А.В. Постреляционная система управления базой данных на основе словарной технологии // Космическая техника и технологии. 2022. № 4(39). С. 122–131.
18. Roth M.A., Korth H.F., Silberschatz A. Extended algebra and calculus for nested relational databases // ACM Transactions on Database Systems. 1988. Т. 13. № 4. С. 389–417. https://doi.org/10.1145/49346.49347
19. Nemkovskiy G.B., Dorofeeva E.I., Tumanova U.N., et al. Features of the diagnostic information processing for congenital lung malformations in newborns for the automated analysis and surgical navigation systems // Procedia Computer Science. 2018. Т. 126. С. 1178–1186. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.058
20. Nemkovskiy G.B., Podurovskaya Y.L., Balashov I.S., et al. The original technique of the collection and adaptation different types of diagnostic information for congenital urinary malformations in newborns for the systems of automated analysis of three-dimensional images and surgical navigation // Procedia Computer Science. 2018. Т. 126. С. 1216–1223. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.063

POST-RELATIONAL DATA MODEL IN THE IMPLEMENTATION OF AN INFORMATION SYSTEM FOR MANAGING ENDOSCOPIC INTERVENTIONS

Nemkovskiy G.B., Head of R&D, WESTTRADE LTD, Assistant professor of Department of Informational and Internet Technologies I.M. Sechenov First Moscow State Medical University Ministry of Healthcare of the Russian Federation

The work is devoted to the study of the features of endoscopic surgery manage-ment and the requirements imposed in connection with these features for equipment de-signed to record the position of the surgical instrument. The paper presents the process of data modeling for the DB of the information system in the endoscopic surgery manage-ment information system.

The purpose of the work is to illustrate the development of an endoscopic surgery management information system in terms of database modeling intended for information support of the process of surgical intervention in neonatal surgery.

Keywords: neonatal surgery, surgical navigation, CAS systems, endoscope position control, database, NF2, db modeling, endoscopic surgery management information system

For citation: Nemkovskiy G.B. Post-Relational Data Model in the Implementation of an Information System for Managing Endoscopic Interventions. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024;5(80): 65–72. (In Russ.).

References

1. Karpov O.E., Subbotin S.A., Shishkanov D.V. Using medical data to create systems to support medical decision-making. Doctor and information technologies. 2019; 2: 11–18. (In Russ.).
2. Lebedev G.S., Fartushny E.N., Shaderkin I.A., et al. Creating an information system to support medical decision-making based on evidence-based medicine methods. Journal of Telemedicine and Electronic Healthcare. 2019; 5(1); 8–16. (In Russ.).
3. Bury A.S., Pogodin I.M. Assessing the quality of big data. Part 2. Data models Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2024; 4(79): 24–32. (In Russ.).
4. Zhuk D.M., Perfil'ev S.A. CAS systems – computer-aided design systems in surgery. Science and education: scientific publication of Bauman Moscow State Technical University. 2011; 3: 6. (In Russ.).
5. Nemkovskiy G.B., Dorofeeva E.I., Losev A.Y. Optimization of information processes in the preparation and implementation of surgical intervention. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2024; 2(77): 51–58.
6. Mandel M., Amorim R., Paiva W., Prudente M., Teixeira M.J., de Andrade A.F. 3D Preoperative planning in the ER with OsiriX®: when there is no time for neuronavigation. Sensors. 2013; 13(5): 6477–6491.
7. Schroeder W., Martin K.M., Lorensen W.E. The visualization toolkit an object-oriented approach to 3D graphics. Prentice-Hall, Inc., 1998.
8. Online Help for ER/Studio Data Architect 19.1.x // Available at: https://docwiki.embarcadero.com/ERStudioDA/191/en/Main_Page (Accessed 30 August 2024).
9. Nemkovskiy G.B. 3D reconstruction in the implementation of the information system for managing endoscopic intervention. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2024; 4 (79): 46–54. (In Russ.).
10. Nemkovskiy G.B. Methods of positioning a surgical instrument in endoscopic neonatal surgery. Review. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2024; 4(79): 55–64. (In Russ.).
11. Nemkovskiy G.B., Dorofeeva E.I., Losev A.Y. Optimization of information processes in the preparation and implementation of surgical intervention. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2024; 2(77): 51–58. (In Russ.).
12. Nemkovskiy G.B., Dorofeeva E.I., Kuznetsov A.B., Belyakov V.K. Information support for the tasks of positioning a surgical instrument during endoscopic interventions. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2023; 5(74): 10–19. (In Russ.).

13. Buryi A.S., Sukhov A.V. Optimal control of complex technical systems in an automated information space // Automation and Remote Control. 2003; 64(8): 1329–1345.
14. Date C.J. Introduction to database systems. Moscow: OOO «I.D. Williams», 2016. 1328 p. (In Russ.).
15. Buryi A.S., Morin E.V. Model-algorithmic structures for assessing the quality of software products. Moscow: «Hot Line-Telecom», 2019. 160 p. (In Russ.).
16. Kogalovsky M. R. Encyclopedia of database technologies. Moscow:» Finance and statistics», 2002. 800 p. (In Russ.).
17. Utkin G.S., Zhiltsov S.A., Gananchyan A.V. Post-relational database management system based on dictionary technology. Space equipment and technologies. 2022; 4(39): 122–131. (In Russ.).
18. Roth M.A., Korth H.F., Silberschatz A. Extended algebra and calculus for nested relational databases. ACM Transactions on Database Systems. Dec. 1988; 13(4): 389–417. https://doi.org/10.1145/49346.49347
19. Nemkovskiy G.B., Dorofeeva E.I., Tumanova U.N., et al. Features of the diagnostic information processing for congenital lung malformations in newborns for the automated analysis and surgical navigation systems. Procedia Computer Science. 2018; 126: C. 1178–1186. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.058
20. Nemkovskiy G.B., Podurovskaya Y.L., Balashov I.S., et al. The original technique of the collection and adaptation different types of diagnostic information for congenital urinary malformations in newborns for the systems of automated analysis of three-dimensional images and surgical navigation. Procedia Computer Science. 2018; 126: 1216–1223. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.063

УДК: 004.03004.62+004.04

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОАКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Бурый А.С., д-р техн. наук, Российский институт стандартизации, г. Москва
Исаенко И.В., аспирант, Российский институт стандартизации, г. Москва

В условиях активного развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в технико-экономической и социальной среде вопросы защиты информации и данных приобретают все большую актуальность. Разработчики программных продуктов должны понимать, что уязвимость их продукции к несанкционированному доступу можно значительно сократить уже на этапе проектирования, т.е. в проактивной фазе.

Целью исследования является развитие идеи проактивного подхода к обеспечению безопасности ИКТ с учетом их функциональных, архитектурно-технологических особенностей на начальных этапах жизненного цикла.

Задача решается на основании системного анализа, концептуально-логического агентного моделирования и категорийно-алгебраического представления исследуемой предметной области. На основе анализа информационных факторов, характерных для различных этапов жизненного цикла программной продукции, показаны пути реализации свойства проактивной безопасности при разработке, проектировании и испытаниях программных продуктов.

Ключевые слова: безопасность информации, безопасность информационно-коммуникационных технологий, кибербезопасность, проактивная безопасность, жизненный цикл, большие данные.

Цитирование: Бурый А.С., Исаенко И.В. Обеспечение проактивной безопасности информационно-коммуникационных технологий // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5(80). С. 73–78.

ВВЕДЕНИЕ

Безопасность информационно-коммуникационных технологий остается актуальной и сложной проблемой в современном мире. Специалисты по кибербезопасности должны постоянно развивать и совершенствовать свои навыки, а организации – инвестировать в современные технологии и методы защиты, чтобы эффективно противостоять киберугрозам и обеспечить надежную защиту своих данных и ресурсов.

Следует различать безопасность информационно-коммуникационных технологий (БИКТ) и информационную безопасность. БИКТ обеспечивает безопасность получаемой на базе данной технологии информации, а также безопасность информационной системы, в которой она реализована. Информационная безопасность (ИБ) больше приближена непосредственно к объектам защиты, основная цель ИБ – обеспечение конфиденциальности, доступности и целостности информации[1].

Все чаще аналитики сталкиваются с рисками в области ИБ одновременно и на технологическом, и на организационном уровне [1]. В большинстве случаев в утечках информации виноваты сами сотрудники компаний, воздействие на которых ведется по хорошо спланированному сценарию под управлением искусственного интеллекта, что требует внедрения усовершенствованных механизмов защиты[2]. Ландшафт кибервоздействий постоянно расширяется, что обусловлено:

1) развитием сервисов облачных услуг;
2) использованием сетевых приложений (сетевых редакторов, программных платформ для проведения моделирования и расчетов);
3) удаленной работой и взаимодействием с клиентами и сотрудниками через Интернет. В результате во внутренней информационной сети компании формируются «слепые зоны» и возникает необходимость устранения большого количества потенциальных (скрытых) уязвимостей.

[1] ГОСТ ISO/IEC 17788–2016. Информационные технологии. Облачные вычисления. Общие положения и терминология (Дата введ. 2017-11-01); п. 3.1.3. qwertyuiop[asdfghjkl;'zxcvbnm,./

[2] 2024: Аналитики Gartner назвали 3 главных тренда в сфере кибербезопасности в 2024 году // TAdviser [сайт]. – URL: https://www.tadviser.ru (дата обращения: 05.08.2024).

Анализ за 2022 г. показал, что по объему атак на первом месте информационные ресурсы госсектора – 14%, далее идут медицинские учреждения – 11%, потом промышленность и ИТ-компании – по 8% [2]. Применяемые сегодня многими компаниями системы управления событиями безопасности (Security Information and Event Management – SEIM) и системы обнаружения вредоносной активности (Endpoint Detection and Response – EDR) практически не справляются с участившимися кибератаками. Если большинство информационно-коммуникационных систем специального назначения [3, 4] на предыдущем этапе развития в основном использовали выделенные каналы связи, то сегодня, например, околоземная спутниковая система становится неотъемлемой частью глобальной информационной системы [4], включая вопросы обработки и хранения всё новых объемов данных. Последние уже представляются как «большие данные» или Big Data (BD) [5], а объем инструментов BD по итогам 2023 г. оценивался в $220,2 млрд[3], причем все чаще кибербезопасность и оперативность выявления мошенничества связывают с анализом BD.

Обеспечение БИКТ на основе BD видится в возможности реализации моделей поведения злоумышленников, построения сценариев предупреждения нарушений безопасности и алгоритмов повышения уровней защищенности [6]. При этом высокий уровень обновления программного обеспечения также обеспечивается совершенствованием систем обнаружения вредоносных программ на основе методов интеллектуального анализа данных [7].

Целью исследования является развитие идеи проактивного подхода к обеспечению безопасности информационно-коммуникационных систем и комплексов с учетом их функциональных, архитектурно-технологических особенностей на всех этапах жизненного цикла.

СУЩНОСТЬ КОНЦЕПЦИИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Применительно к вычислительным комплексам и системам (ВК) проактивная безопасность (ПБ) основывается на решаемых функциональных задачах, инфраструктуре и реализуемых технологиях, характеристиках внешней среды, а также этапах жизненного цикла (ЖЦ), предшествующих этапу эксплуатации (применению по назначению). Таким образом, это структурное свойство ВК, обеспечивающее его функциональность (работоспособность), даже если некоторые из компонентов ВК становятся в силу ряда причин «неработоспособными» [8].

Свойство ПБ позволяет на этапе эксплуатации ВК (в том числе и ВК в составе систем управления сложных объектов – систем проектирования, технологического управления и др.) не выделять ресурсы на внедрение дополнительных механизмов (ресурсов) для своей поддержки.

[3] 2023: Объем глобального рынка инструментов Big Data оценен в 220,2 млрд. (Там же).

На рис. 1 условно показаны основные этапы ЖЦ ВК: проектирование, обоснование состава, реализация, испытания, ввод в действие и эксплуатация, сопровождение. Для каждого этапа выделены два способа управления по достигнутому результату:

1) по результатам процесса эксплуатации (целевого применения) изделия;

2) по факту полученных результатов (отчетов) от следующего относительно текущего этапа ЖЦ.

Первые ориентированы на возможные доработки при модификации продукции, улучшение характеристик, повышение качества. Вторые используются для оперативного управления, например в ходе эксплуатации по результатам проводимого периодического обслуживания в установленные сроки, в том числе и неплановые. Кроме того, оперативное управление широко используется и на этапах проектирования, изготовления опытного образца и т. д.

Известно, что устранение ошибок на этапе проектирования, отладки программных продуктов во многом определяет количество программных сбоев и вычислительных ошибок, возможных в процессе применения [9].

Таким образом, безопасность ИКТ во многом обеспечивается до изготовления окончательной версии программного продукта, т.е. по результатам автономных и комплексных испытаний, проводимых на ВК [8]. В отличие от БИКТ ПБ

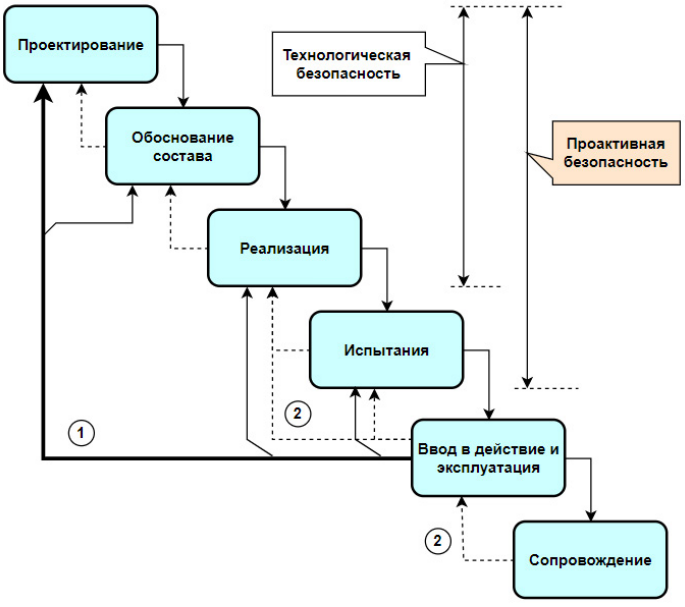


Рис. 1. Взаимосвязь технологической и проактивной безопасности с жизненным циклом ВК

включает в себя все возможные фазы (виды) испытаний, т.е. все до ввода изделий в эксплуатацию, после чего следует

говорить о реактивной безопасности объекта (изделия), когда качество уровня безопасности будет актуализировано уровнем реальных и потенциальных угроз по месту эксплуатации программного продукта или ВК.

Представим информационное взаимодействие при разработке программной продукции в ходе ее жизненного цикла с целью обеспечения свойства ПБ в виде многоагентной системы [10]. Будем считать, что агент характеризуется гибридной архитектурой, для которой свойственны, как делиберативная (обдумывающая решения) символьная модель мира (внешней среды) для принятия глобальных решений, так и реактивное реагирование на происходящие в системе события. В качестве агентов выступают, как некоторые технологии, процессы переработки информации и коммуникационные действия, обеспечивающие формирование, представление, транспортирование информационных блоков (данных), сопровождающие решение функциональных задач в ходе проектирования сложных объектов на примере разработки программных продуктов.

Для начального этапа (концептуального проектирования) целесообразно представить модельную среду в виде многоагентной системы (MAS), как совокупность множеств вида (1):

$$MAS = (A, E, R, \Xi), \quad (1)$$

где $A = \{a_1, a_2, ..., a_i, ..., a_n\}$ – множество всех агентов, а каждый агент a_i $(i = \overline{1,n})$ есть кортеж вида

$$a_i = \langle s_i,\ v_i,\ d_i\ , \varphi_i \rangle, \quad (2)$$

объединяющий соответственно элементы множества состояний среды (E), множества функций восприятий (R), множества действий $d_k \in D$, $k = \overline{1, |D|}$ и множества базовых организационных структур – Ξ. Элементы Ξ представим в виде отображения

$$\varphi_j : s_j \times v_j \rightarrow s_j \times d_j\ . \quad (3)$$

Здесь $\varphi_j \in \Xi$, $j = \overline{1, |\Xi|}$, модуль от множества обозначает мощность или число элементов множества Ξ. Функция восприятия среды в общем случае есть отображение вида

$$R : E \rightarrow (v_1 \times \cdots \times v_m).$$

Множество базовых организационных структур (Ξ) соответствует конкретным функциям агентов и взаимоотношениям между ними. Агент рассчитывает состояние, в котором он находится, исходя из своего восприятия ситуации, что соответствует реакции процессов проектирования (этапов ЖЦ) на окружающие изменения (например, результаты тестирования, обновления базы инцидентов [3], завершение разработки необходимой технологии, завершение производственного процесса изготовления определенного продукта и др.). Это отражается в переходе между элементами множества Ξ.

Тогда имеет смысл представлять связи типа 2 (см. рис. 1) как взаимодействие соответствующих агентов на этапах ЖЦ, например:

$$a_{i+1} \rightarrow a_i\ . \quad (4)$$

Цель данного взаимодействия – возможная доработка проектируемого образца, пополнение базы данных и т. д.

Отношения вида (4) могут образовывать семейства отношений, характерные для типов агентов, а цепочки из отношений вида (4) позволяют сформировать сценарии управления взаимодействием агентов в ходе реализации заданной технологии (проектирования, контроля и др.). Они отражают коммуникации между агентами и могут характеризоваться объемом переданных данных, количеством проведенных сеансов связи и другими параметрами.

Для этапа целевого использования могут регистрироваться факты выявленных угроз, кратность появления угрозы, ее новизна и ряд других, увеличивая число взаимодействующих агентов из числа взаимодействующих подсистем, отвечающих за базы данных, информационно-расчетного блока, реализующего, например, библиотеку алгоритмов интеллектуального анализа данных и др.

МЕСТО ПОНЯТИЙНОГО АНАЛИЗА

Анализ динамики агентного взаимодействия и уточнение решаемых задач в ходе концептуального моделирования, представленного выше на рис. 1, определяется существом предмета исследования. В качестве последнего может выступать и обеспечение информационной безопасности, БИКТ (см. выше), и кибербезопасность.

В таблице собраны типовые определения для данных понятий.

Задачи обеспечения кибербезопасности могут быть систематизированы как анализ механизмов нарушения защиты киберпространства, моделирование разрушающих воздействий; управление кибербезопасностью, определение зоны устойчивости объекта защиты, анализ киберрисков, разработка стандартов и нормативов безопасности киберпространства; синтез средств защиты киберпространства и контроль текущего состояния и функционирования компонентов киберпространства.

Таким образом, определение безопасности ИКТ очень похоже на определение информационной безопасности. Однако к определению добавляются дополнительные характеристики, которые в данном контексте можно понимать как расширение технологической составляющей

Таблица 1

Сопоставление понятийных объектов в области исследования

№	ПОНЯТИЙНЫЕ ОБЪЕКТЫ	ИСТОЧНИКИ
1	*Кибербезопасность* представляет собой совокупность методов и способов защиты от атак злоумышленников для компьютеров, серверов, мобильных устройств, электронных систем, сетей и данных	Д.П. Зегжда и др. [11]
2	*Безопасность информации* – состояние защищенности информации (данных), при котором обеспечивается ее (их) конфиденциальность, доступность и целостность[4]	ГОСТ ISO/IEC 17788–2016; п. 3.1.3
3	*Информационная безопасность* – все аспекты, связанные с определением, достижением и поддержанием конфиденциальности, целостности, доступности, неотказуемости, подотчетности, аутентичности и достоверности информации или средств ее обработки	ГОСТ Р 53113.1-2008; п. 3.10[5]
4	*Безопасность ИКТ* – обеспечение целостности, доступности, конфиденциальности и других требований безопасности, предъявляемых к вычислительной и коммуникационной технике и информации, которую она хранит, обрабатывает и пересылает	Интернет-ресурс[6]

[4] ГОСТ ISO/IEC 17788–2016. Информационные технологии. Облачные вычисления. Общие положения и терминология. (Дата введ. 2017-11-01); п. 3.1.3.

[5] ГОСТ Р 53113.1-2008. Информационная технология. Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз информационной безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов. (Дата введ. 2009-10-01); п. 3.10.

[6] Кибербезопасность, ИБ, безопасность ИТ – в чём разница? – URL: https://www.h-x.technology/ru/blog-ru/infosec-itsec-cybersecurity-defference-ru (дата обращения: 05.08.2024).

(применительно к информационной технологии[7]), организационных мер, а также применение алгоритмических процедур в обеспечении именно устойчивости к несанкционированному использованию информационных ресурсов.

Точно так же, как концепция ИБ включает в себя безопасность ИКТ, чтобы защитить саму информацию, независимо от ее текущей формы и/или местоположения, кибербезопасность необходимо рассматривать как расширение информационной безопасности. Кибербезопасность также связана с защитой человека (лиц, организаций), использующих ресурсы в киберпространстве, и с защитой любых других активов, в том числе принадлежащих обществу в целом, которые подверглись риску в результате уязвимостей, связанных с использованием ИКТ. Взаимосвязь между этими тремя пересекающимися понятиями проиллюстрирована на рис. 2 [12]. Объектами защиты для представленных трех областей являются:

1) информационные активы, хранящиеся и передаваемые без использования ИКТ (документы, архивы, объекты в неоцифрованном виде);
2) неинформационные активы, уязвимые угрозам с использованием ИКТ;
3) информационные активы, хранящиеся и передаваемые с использованием ИКТ.



Рис. 2. Взаимоотношения между информационной безопасностью, кибербезопасностью и безопасностью ИКТ

В алгебраической форме категорийное пространство указанных областей представим как

$$Q_3 = Q_1 \cap Q_2 ,$$

причем элементами множества Q_3 являются категории $\{q_l\} \in Q_3$, составляющие суть БИКТ.

[7] Здесь к традиционным функциям сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных добавляются задачи обеспечения технологической безопасности.

В качестве категории «программно-алгоритмических средств безопасности» могут выступать процедуры обеспечения защиты данных в базах данных (при пополнении запросов к базе данных). Соответственно обеспечение этого процесса осуществляется при проектировании в рамках требований проактивной безопасности.

В общем случае для БИТК активом (активами), подлежащим защите, является информация вместе с базовыми технологиями. Однако в случае кибербезопасности цель, очевидно, состоит не в том, чтобы обезопасить киберпространство, а скорее в том, чтобы обезопасить тех, кто функционирует в киберпространстве, будь то отдельные лица или организации. Поскольку роль ИКТ в обществе становится все более распространенной, то и роль, человека (человека-оператора) также возрастает, что отчетливо отражается и в вопросах БИКТ. Люди по-прежнему считаются как угрозой, так и уязвимым местом, т.е. они также считаются активом, который нуждается в защите в киберпространстве [12]. В свете вышеизложенного кибербезопасность можно определить как защиту самого киберпространства, электронной информации, ИКТ, поддерживающих киберпространство, и пользователей киберпространства в их личном, общественном и национальном качестве, включая любые их интересы, как материальные, так и нематериальные, которые уязвимы для кибератак.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективность конкретного сценария взаимодействия агентов позволяет оценить влияние выбранной технологии на произведенный продукт, возможную реакцию рынка и, как следствие, на выполнимость поставленной задачи развития, например, отрасти или производства. Существующий изоморфизм многоагентной среды позволяет производить декомпозицию агента на множество субагентов, а также редуцировать многоагентную среду до одноагентного состояния.

Категорийное представление исследуемой предметной области позволяет точечно управлять процессом проактивной безопасности на этапах разработки и проектирования новых изделий аппаратно-программной продукции.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Об одном подходе к обеспечению безопасности данных в информационной системе средствами ОС и СУБД / Г.П. Акимова, А.Ю. Даниленко, Е.В. Пашкина [и др.] // Информационные технологии и вычислительные системы. 2022. № 1. С. 33–39. https://doi.org/ 10.14357/20718632220104** / Akimova G.P., Danilenko A.Y., Pashkina E.V., et ai. Ob odnom podhode k obespecheniyu bezopasnosti dannyh v informacionnoj sisteme sredstvami OS i SUBD. Journal of information technologies and computing systems. 2022; 1:33–39. (In Russ.).
2. **Кибербезопасность объектов критической инфраструктуры / Г.В. Федотова, Ю.А. Капустина, А.Г. Чураев, З.Ю. Юлдашбаева // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2023. Т. 13, № 4. С. 111–122. https://doi.org/10.21869/2223-1552-2023-13-4-111-122 /** Fedotova G.V., Kapustina Y.A., Churaev A.G., Yuldashbaeva Z.Y. Kiberbezopasnost' ob»ektov kriticheskoj infrastruktury. Proceedings of the Southwest State University. Series: Economy. Sociology. Management. 2023;13(4):111–122. (In Russ.).
3. **Бурый А.С., Усцелемов В.Н. Информационная безопасность автоматизированных систем // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2023. № 2(72). С. 31–37. /** Buryi A.S., Ustselemov V.N. Informacionnaya bezopasnost' avtomatizirovannyh sistem. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2023;2(72):31–7. (In Russ.).
4. **Статьев В.Ю., Докучаев В.А., Маклачкова В.В. Информационная безопасность на пространстве «Больших данных» // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2022. Т. 16, № 4. С. 21–28. https://doi.org/10.36724/2072-8735-2022-16-4-21-28 /** Statev V.Y., Dokuchaev V.A., Maklachkova V.V. Information security in the big data space. T-Comm. 2022;16(4):21–28. (In Russ.).
5. **Бурый А.С., Погодин И.М. Оценка качества больших данных. Часть 1. Основные понятия и метрики // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 3(78). С. 49–58. /** Buryi A.S., Pogodin I.M. Evaluating the quality of big data. Part 1. Basic concepts and metrics. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024;3(78):49–58. (In Russ.).
6. **Цао Л. Образ мышления в науке о данных: Наступающая научно-техническая и экономическая революция. – СПб.: Изд-во Европейского ун-та в Санкт-Петербурге, 2022. – 552 с. /** Cao L. Data Science Thinking; The Next Scientific, Technological and Economic Revolution. St. Petersburg: Publ. House of the European University; 2022. 552 p. (In Russ.).
7. **Комашинский Д.В., Котенко И.В. Концептуальные основы использования методов Data Mining для обнаружения вредоносного программного обеспечения // Защита информации. Инсайд. 2010. № 2(32). С. 74–82. /** Komashinskij D.V., Kotenko I.V. Konceptual'nye osnovy ispol'zovaniya metodov Data Mining dlya obnaruzheniya vredonosnogo programmnogo obespecheniya. Zaŝita informacii. Inside. 2010;2(32): 4–82. (In Russ.).

8. Казарин О.В., Скиба В.Ю. Парадигма проактивной безопасности компьютерных систем // Защита информации. Инсайд. 2009. № 5(29). С. 68–75. / Kazarin O.V., Skiba V.Y. Paradigma proaktivnoj bezopasnosti komp'yuternyh sistem. Zaŝita informacii. Inside. 2009;5(29):68–75. (In Russ.).
9. **Бурый А.С. Тестирование качества программного обеспечения в процессе его сертификации // Правовая информатика. 2019. № 1. С. 46–55. /** Buryi A.S. Testirovanie kachestva programmnogo obespecheniya v processe ego sertifikacii. Legal informatics. 2019;(1):46–55. (In Russ.).
10. Бурый А.С. Картирование технологий как метод в Форсайт-исследованиях // Транспортное дело России. 2014. № 5. С. 155–157. / Buryi A.S. Kartirovanie tekhnologij kak metod v Forsajt-issledovaniyah. Transport business of Russia. 2014;(5):155–157. (In Russ.).
11. Кибербезопасность прогрессивных производственных технологий в эпоху цифровой трансформации / Д.П. Зегжда, Ю. С. Васильев, М. А. Полтавцева [и др.] // Вопросы кибербезопасности. 2018. № 2(26). С. 2–15. https://doi.org/10.21681/2311-3456-2018-2-2-15 / Zegzhda D.P., Vasilev Y.S., Poltavtseva M.A., et al. Kiberbezopasnost' progressivnyh proizvodstvennyh tekhnologij v epohu cifrovoj transformacii. Cybersecurity issue. 2018;2(26):2–15. (In Russ.).
12. Von Solms, R., van Niekerk, J. From information security to cyber security. Comput. Secur. 2013;38:97–102.

PROACTIVE SECURITY SUPPORT FOR INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

Buryi A.S., Doctor of Sciences in Technology, Russian Standardization Institute

Isaenko I.V., graduate student of the Russian Standardization Institute

In the context of the active development of information and communication technologies (ICT) in the techno-economic and social environment, the issues of information and data protection are becoming increasingly relevant. Software developers should understand that the vulnerability of their products to unauthorized access can be significantly reduced already at the design stage, i.e. in the proactive phase.

The purpose of the study is to develop the idea of a proactive approach to ensuring the security of ICTs, taking into account their functional, architectural and technological features at the initial stages of the life cycle.

The problem is solved on the basis of system analysis, conceptual-logical agent modeling and categorical-algebraic representation of the subject area under study. Based on the analysis of information factors characteristic of various stages of the life cycle of software products, the ways of realizing the property of proactive safety in the development, design and testing of software products are shown.

Keywords: information security, information and communication technology security, cybersecurity, proactive security, lifecycle, Big Data.

For citation: Buryi A.S., Isaenko I.V. Proactive Security Support for Information and Communication Technologies. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024; 5(80): 73–78. (In Russ.).

УДК 004.91+004.031.42

РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К ИЗДАТЕЛЬСКОМУ WEB-ПРИЛОЖЕНИЮ

Бурый А.С., д-р техн. наук, Российский институт стандартизации, г. Москва
Костылева К.В., аспирант, Российский институт стандартизации, г. Москва

Рассмотрена роль открытой науки в современной цифровой экосистеме как информационного пространства научных знаний. Проанализированы направления развития web-ориентированных технологий в образовательной и научной сферах.

Целью настоящего исследования является совершенствование научной и методической базы информационно-коммуникационных технологий для формирования единого информационного пространства на основе вэб-технологий для поддержки научной издательской деятельности.

Предложена концепция автоматизированного комплекса, объединяющего программную web-платформу, реализующую основные процессы управления изданием научной электронной продукции, и информационные системы, обеспечивающие ее работу. Разработку и совершенствование вэб-ориентированных информационных систем предлагается строить на основе многоуровневых моделей клиент-серверного взаимодействия на этапах подготовки электронных изданий.

Ключевые слова: цифровое пространство научных знаний, web-приложение, web-ориентированная информационная система, открытый доступ, интеграция электронных ресурсов, издательская система.

Цитирование: Бурый А.С., Костылева К.В. Разработка требований к издательскому Web-приложению // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5 (80). С. 79–84.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие инициатив открытой науки и рост ресурсов открытого доступа (РОД) подчеркивает важные текущие изменения в научной среде. Открытая наука ориентируется на улучшение доступности и прозрачности научных данных и результатов, что, в свою очередь, способствует росту коллабораций между учеными, вузами и научными организациями.

Ужесточение требований со стороны научных фондов и рекомендации издательств о предоставлении доступа к первичным данным действительно создают стимулы для исследователей делиться своими данными и результатами. Это может привести к более высокому качеству исследований, так как открытые данные могут быть проверены и повторно использованы другими учеными, что способствует уменьшению дублирования усилий и увеличению доверия к научным выводам[1].

Роль открытой науки полностью коррелирует со среднесрочными стратегическими целями устойчивого развития, принятыми на Генеральной конференции ЮНЕСКО на 2022–2029 гг. [1]. Особое значение отводится содействию формирования технологической среды на службе человечества путем развития и распространения знаний и навыков в цифровую эпоху.

Стратегию открытого доступа активно поддерживают большинство научных электронных изданий, включая редакции журналов, которые помогают учреждениям и конкретным исследователям лучше организовать свои данные и публикации, что может повысить их видимость и цитируемость в научных кругах [2], валидацию текстов в информационных системах [3].

Первоначально разработка автоматизированных информационных систем, систем управления базами данных строилась под решение автономных задач в масштабе отдельного производства (организации) [4]. Затем сетевые технологии стали активно расширять свой масштаб, выйдя за пределы одного предприятия. Можно привести пример городской

[1] **Развитие инфраструктуры открытой науки и трансформация мирового информационного рынка // Сайт журнала «Университетская книга».** – URL: https://www.unkniga.ru/vishee.html (дата обращения 03.09.2024).

системы организации электронного документооборота на основе Web-технологий [5].

Под Web-технологиями будем понимать комплекс технических, коммуникационных, программных методов решения задач организации совместной деятельности пользователей с применением сети Интернет [6].

Сегодня, когда так быстро развивается интернет, нужен уже не электронный учебник, а электронная образовательная среда, да еще и снабженная возможностями искусственного интеллекта. Стоит задача освоить и наполнить окружающее нас цифровое пространство правильным знанием, последними достижениями науки, которые будут доступны нашему и новому цифровому поколению [7].

В образовательных учреждениях наряду с формированием доступа к электронно-библиотечным системам, создаются свои элементы цифрового университета: лекции в виде презентаций, видеороликов или оцифрованных документов, виртуальные лаборатории и другие виды электронных ресурсов поддержки образовательного процесса с элементами дистанционных технологий [8].

Целью настоящего исследования является совершенствование научной и методической базы информационно-коммуникационных технологий для формирования единого информационного пространства на основе вэб-технологий для поддержки научной издательской деятельности.

WEB-ТЕХНОЛОГИИ ПОДДЕРЖКИ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Результаты научной деятельности исследователей находят отражение в разнообразных РОД (см., например, данные справочника DOAJ (Directory of Open Access Journals).

В 2024 г. в DOAJ проиндексированы 20 420 журналов открытого доступа в 534 предметных областях. Наибольшую долю представительства в данном списке имеют направления «Образование» и «Технологии», представленные на рис. 1[2]. Для российских исследователей существует постоянно обновляемый Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата (доктора) наук. По состоянию на 08.07.2024 года в этот перечень входят 3117 научных изданий[3].

Универсальный интерфейс между человеком и компьютером во многом определил привлекательность Web-технологий как средства доставки информации, представления и хранения информации. Веб-интерфейс, обеспечивающий доступ к интересуемой информации, интуитивно понятен или позволяет достаточно оперативно его освоить, следствием чего является широкое развитие Интернета как канала коммуникации [6].



Рис. 1. Распределение журналов открытого доступа в каталоге DOAJ (февраль 2024 г.)

Разнообразие существующих интернет-технологий вызвано решаемыми ими задачами, которые можно условно разделить на технологии:

- представления текстов (документов) в формате веб-страниц, для чего используется язык разметки гипертекста HTML (Hyper Text Markup Language);
- разработки динамических веб-страниц (возникающее меню, эффекты анимации, стилизация внешнего вида и др.), для чего используются языки семейства Java (JavaScript), CSS[4]и др.;
- для придания web-страницам элементов интерактивности (подсчет статистики посещений, интерактивный опрос пользователей, установка дополнительных ограничений на информационные ресурсы (платный контент) и ряд др.), для чего используются файлы на языке PHP-технологии (Personal Home Page tools).

Это только некоторые примеры для организации вэб-страниц или страниц прикладного приложения для экранного общения пользователя. Отдельно существуют средства формирования и управления базами данных для работы пользователей, которые обеспечивают пользователей справочной информацией, позволяют решать расчетные задачи, служат поддержкой для принятия решений (проектных, исследовательских, управленческих и др.), обеспечивая автоматическую генерацию кода на клиентской стороне, необходимого для связи с сервисом [9].

При этом РОД (институциональные хранилища данных, архивы издательств, научные библиотека, репозитории данных) позволяют организовать совместную работу, научное

[2] **Там же.**

[3] **Высшая аттестационная комиссия [сайт].** – URL: https://vak.minobrnauki.gov.ru/ (дата доступа: 31.08.2024).

[4] **Фронтенд-разработка:** ключевые технологии и понятия. URL: https://habr.com/ru/companies/otus/articles/674748/ (дата обращения: 31.08.2024).

сотрудничество в рамках единой информационной экосистемы знаний. Это согласуется с основополагающими принципами интеллектуальной свободы и доступа к информации [8], что соответствует принципам FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Re-usable)[5].

ЦИФРОВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В ФОРМАТЕ WEB-ПЛАТФОРМ

Исследования в вопросе цифровых экосистем, как точки сопряжения двух пространств — цифрового и физического, все активнее входят в нашу повседневную жизнь. При рассмотрении уже двух цифровых платформ можно говорить о цифровой экосистеме (ЦЭ). Анализ экосистемы как социально-технического концепта, включающего в себя цифровые технологии (цифровые платформы, первичные датчики – поставщики данных) и устройства-исполнители, не связанные с технологиями (потребители, продавцы, логистики и др.), демонстрирует, что пользователи являются активными участниками цифрового ландшафта [10]. Для поддержания целостной структуры ЦЭ важно учитывать цифровой формат ее элементов: субъектов – Ц-субъекты (кто?); деятельности – Ц-деятельность (что?); мотивации – Ц-мотивация (почему?); организации – Ц-организация (как?). Это позволит связать участников между собой, учитывая их и субъект-объект отношения, и активность как результаты действий.

В масштабе ЦЭ функционирует множество сервисов одной компании или нескольких участников-партнеров, что позволяет обеспечить бесшовные Web-технологии, основанные на интеграции приложений, интерфейса с интуитивно понятным управлением.

Основными элементами Web-приложений являются пользователи (объекты, клиенты), серверы[6] и базы данных. На рис. 2 представлена архитектура клиент-серверного взаимодействия. В качестве клиентов могут выступать, как отдельные физические лица, так и организации – заказчики услуг, а задача серверов – обеспечить предоставление услуг надлежащего качества. В общем случае веб-серверов может быть несколько, причем каждый из них будет выполнять свои функциональные задачи:

1. Поддержка связи с клиентом, обеспечение его запросов, организация очереди клиентов, разделение одновременного доступа к выделенному ресурсу.
2. Хранение, обработка и предоставление содержательной информации.
3. Взаимодействие с приложениями для предоставления клиенту услуг по выполнению онлайн-расчетов.
4. Возможность обеспечения адаптивности к экранам мобильных средств (смартфонов, планшетов и др.).
5. Управление безопасностью.

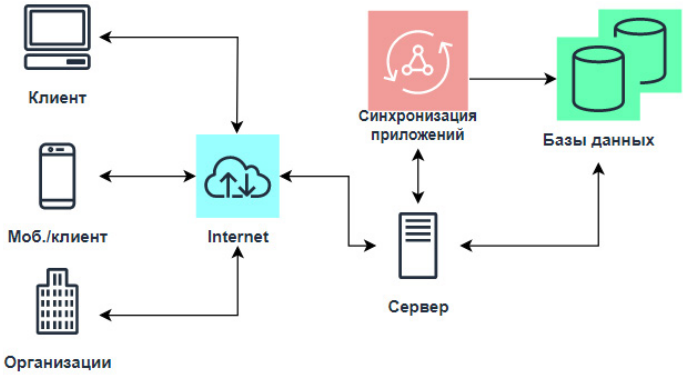


Рис. 2. Схема клиент-серверного взаимодействия

Вэб-ориентированная информационная система (ВОИС), как правило, предназначена для выхода в информационное пространство сети Интернет для решения своих целевых задач, используя ресурсы – РОД (базы данных различной направленности, коммуникации с ресурсами открытой науки и др.).

Концептуальная модель ВОИС представлена на рис. 3 (разработана с учетом [11]).

Интеграция аппаратно-программных средств и отдельных приложений, информационного обеспечения, распределенных в сети Интернет ресурсов и технологий среды клиент-сервер на уровнях доступа к данным, представления данных (в объеме, заявленном ВОИС) на функциональном уровне представляет собой сложную системно-ориентированную задачу. Применительно к веб-ориентированным издательским системам научной периодики кратко перечислим требования к таким ВОИС.

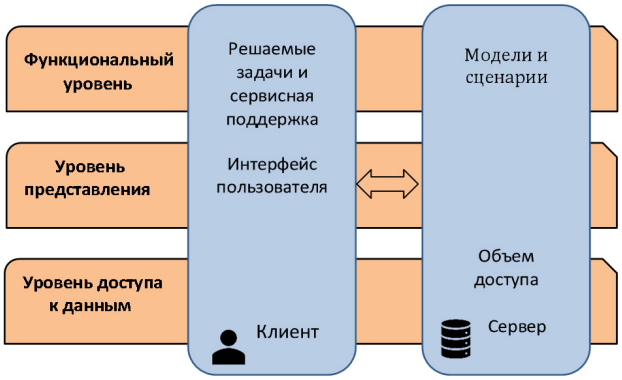


Рис. 3. Многоуровневая модель ВОИС

[5] **Findable (находимость)** – легкий поиск определенных наборов данных, **Accessible (доступность)** – удобный доступ к данным, Interoperable **(интероперабельность)** – совместимость с другими наборами данных или программным обеспечением, **Re-usable** (повторное использование) – многоразовое (повторное) использование данных в исследованиях.

[6] **Сервер** – компьютер или другое устройство, подключенное к сети и предоставляющее определенные услуги другим устройствам в сети, клиентам. (ГОСТ Р 53556.0-2009; п. 2.78).

В основе разрабатываемой ВОИС поддержки издательской деятельности лежит концепция автоматизированного комплекса, объединяющего программную платформу, реализующую основные процессы управления изданием научной электронной продукции, и информационные системы, которые обеспечивают функционирование как основных, так и дополнительных сервисов, учитывающих специфику предметной области научного журнала [3].

Состав пользователей системы: авторы, рецензенты, члены редакционной коллегии, технические редакторы.

В частности, для авторов предлагается реализовать следующие сервисы [12]:

- отображение списка статей, близких по тематике (по запросу автора) с учетом, например, анализа значимости научных публикаций и журналов, основанных на библиометрических данных [13];
- персональные рекомендации статей автору на основе данных его профиля, а также на основе научных интересов других исследователей, которые имеют профили, близкие с профилем автора;
- синтаксический и семантический поиск по формулам в математических статьях;
- проверка и рекомендация для статьи корректного кода УДК;
- построение списка актуальных научных конференций области исследований автора статьи;
- рекомендации молодым исследователям по написанию научных статей (структуры, шаблоны, методические рекомендации [14], правила для авторов);
- транслитерация списка литературы при подготовке раздела References (ссылка на сайт http://translit-online.ru/);
- методические рекомендации по управлению ссылками на основе открытых вэб-приложений Zotero, Mendeley и др. путем формирования на этих ресурсах своей библиотеки;
- интерфейс для первичного представления, а также по результатам доработок замечаний после рецензирования.

Функционал сервисов для редакторов научных журналов включает:

- проверку структуры статьи на соответствие шаблону журнала;
- автоматизированный подбор рецензентов;
- нормализацию метаданных статей;
- контроль библиографических списков статей;
- проверку статьи на плагиат (ссылка на сайт antiplagiat.ru);
- размещение готовых выпусков журнала на информационных ресурсах согласно договорной политике издательства (elibrary.ru; cyberleninka.ru; Google Scholar и др.).

В наши дни практически весь поиск осуществляется в Интернете, поэтому для обеспечения успеха крайне важно, чтобы ваши журналы и статьи были представлены в соответствующих поисковых системах. Более того, многие авторы полагаются на поиск статей через службы реферирования и индексирования (A&I), что, в свою очередь, приводит к увеличению их онлайн-трафика [3]. Когда авторы находят высококачественные статьи из определенного журнала во время поиска, они, скорее всего, посчитают этот журнал хорошим местом для публикации своих собственных рукописей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье представлен подход к организации ВОИС на основе стратегии развития открытой науки. Рассмотренные требования к подобным системам, состав функциональных задач и возможности web-технологий позволили составить перечень основных сервисов (услуг), связанных с деятельностью автора для качественного представления материалов к публикации в научном издании.

В ходе предстоящей разработки концепции и алгоритмической структуры программных модулей ВОИС следует предусмотреть автоматизацию редакционных процессов научного издания, включая проверку соблюдения правил представления материалов и рецензирования, установленных редакцией; контроль соблюдения сроков рассмотрения статей, назначение рецензентов и рассылку уведомлений; рецензирование и коллективное редактирование электронных документов.

Современные информационные системы управления электронными научными публикациями не ограничиваются сервисами удаленного представления, обработки статей авторов для окончательной публикации, а обеспечивают доступ к сформированному контенту и расширенный поиск (по автору, названию статьи, ключевым словам и др.) в электронных архивах издательства, т.е. в полном объеме обеспечивают функциональные возможности, присущие электронным библиотекам, а также отражают наукометрические показатели как научного издания, так и отдельной публикации в нем.

Сервисы, названные выше, должны составлять функционал любой информационной системы управления журналом, и их реализация в рамках цифровой инфраструктуры электронного журнала, безусловно, необходима, однако может не быть достаточной для устойчивого развития издания в современном информационном обществе. Поэтому нужен своевременный учет современных тенденций развития информационных сервисов, связанных с электронными публикациями.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Саркисян Д.Б. Глобальные соглашения в области открытой науки, искусственного интеллекта и образования – новые инициативы ЮНЕСКО // НТИ. Серия 1: Организация и методика информационной работы. 2022. № 9. С. 15–24. / Sarkisyan D.B. Globalnye soglasheniya v oblasti otkrytoj nauki, iskusstvennogo intellekta i obrazovaniya – novye iniciativy UNESCO. NTI. Series 1: Organizaciya i metodika informacionnoj raboty. 2022; 9:15–24. https://doi.org/10.36535/0548-0019-2022-09-3 (In Russ.).
2. Бурый А.С., Балванович А.В. Организационные аспекты технологий цитирования научных публикаций // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 1(53). С. 77–85. / Buryi A.S., Balvanovich A.V. Organizacionny`e aspekty texnologij citirovaniya nauchny`x publikacij. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2020; 1(53):77–85. (In Russ.).
3. Галявиева М.С., Елизаров А.М., Липачев Е.К. Цифровая инфраструктура электронного научного журнала: автоматизация редакционно-издательских процессов и система сервисов // Электронные библиотеки. 2016. Т. 19, № 5. С. 408–465. / Galyavieva M.S., Elizarov A.M., Lipachev E.K. Cifrovaya infrastruktura elektronnogo nauchnogo zhurnala: avtomatizaciya redakcionno-izdatel'skih processov i sistema servisov. Electronic libraries. 2016; 19(5):408–465. (In Russ.).
4. Система управления хранилищем электронных образовательных ресурсов / А.И. Егунова, А.А. Аббакумов, М.А. Воропаева, Ю.С. Вечканова // Образовательные технологии и общество. 2019. Т. 22, № 3. С. 145–154. / Egunova A.I., Abbakumov A.A., Voropaeva M.A., Vechkanova Y.S. Sistema upravleniya xranilishhem e`lektronny`x obrazovatel`ny`x resursov. Obrazovatel`ny`e texnologii i obshhestvo. 2019; 22(3):145–154. (In Russ.).
5. Сенченко П.В., Масляев В.С., Лазарев И.В. Веб-ориентированная автоматизированная информационная система поддержки малого и среднего бизнеса Томской области // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2015. № 1(35). С. 128–134. / Senchenko P.V., Maslyaev V.S., Lazarev I.V. Veb-orientirovannaya avtomatizirovannaya in-formacionnaya sistema podderzhki malogo i srednego biznesa Tomskoj oblasti. Doklady Tomskogo gosudarstvennogo universiteta sistem upravleniya i radioelektroniki. 2015; 1 (35): 128–134. (In Russ.).
6. Зеленко О.В., Валеева Л.Р., Климанов С.Г. Обзор современных Web-технологий // Вестник Технологического университета. 2015. Т. 18, № 2. С. 354–356. / Zelenko O.V., Valeeva L.R., Klimanov S.G. Obzor sovremennykh Web – texnologij. Vestnik Texnologicheskogo universiteta. 2015;18(2):354–356. (In Russ.).
7. Садовничий В.А. Педагогические заметки о современном образовании: избранные выступления. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2023. – 294 с. / Sadovnichy V.A. Pedagogicheskie zametki o sovremennom obrazovanii: izbrannye vystupleniya. Moscow: Moscow University Publ., 2023. 294 p. (In Russ.).
8. Редькина Н.С. Библиотека и открытая наука: векторы взаимодействия // Научные и технические библиотеки. 2022. № 3. С. 105–126. / Redkina N.S. Biblioteka i otkrytaya nauka: vektory vzaimodejstviya. Nauchnye i tekhnicheskie biblioteki. 2022; 3: 105–126. https://doi.org/10.33186/1027-3689-2022-3-105-126 (In Russ.).
9. Коршунов С.А., Павлов А.И., Николайчук О.А. Web-ориентированная оболочка продукционной экспертной системы // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2016. № 3. С. 156–163. / Korshunov S.A., Pavlov A.I., Nikolajchuk O.A. Web-orientirovannaya obolochka produkcionnoj ekspertnoj sistemy. Informacionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii. 2016; 3:156–163. (In Russ.).
10. Неборский Е.В. Цифровая экосистема как средство цифровой трансформации университета // Мир науки. Педагогика и психология, 2021. Т. 9, № 4. С. 2. / Neborsky E.V. Cifrovaya ekosistema kak sredstvo cifrovoj transformacii universiteta. Mir nauki. Pedagogika i psihologiya. 2021; 9(4):2. https://doi.org/10.15862/02PDMN421 (In Russ.).
11. Колдунова И.Д., Макаревич А.А. Web-ориентированная информационная система образовательного учреждения // Технологии в образовании – 2021: Сборник материалов Международной научно-методической конференции, Новосибирск, 21–25 апреля 2021 года / Под общ. ред. Е.В. Добровольской. – Новосибирск: Сибирский университет потребительской кооперации, 2021. – С. 23–28. / Koldunova I.D., Makarevich A.A. Web-orientirovannaya informacionnaya sistema obrazovatel'nogo uchrezhdeniya. Tekhnologii v obrazovanii – 2021: Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii, Novosibirsk, April 21–25, 2021; Edition by E.V. Dobrovolskaya. Novosibirsk: Siberian University of Consumer Cooperation, 2021, pp. 23–28. (In Russ.).
12. Невзорова О.А., Николаев К.С. Научные издательские сервисы на платформе Lobachevskii-DML // Электронные библиотеки. 2022. Т. 25, № 1. С. 42–63. / Nevzorova O.A., Nikolaev K.S. Nauchnye izdatel'skie servisy na platforme Lobachevskii-DML. Electronic libraries. 2022; 25(1):42-63. https://doi.org/10.26907/1562-5419-2022-25-1-42-63 (In Russ.).
13. Ольгина И.Г. Методика сетевого анализа научных публикаций // Электронные библиотеки. 2023. Т. 26, № 5. С. 646–672. / Olgina I.G. Metodika setevogo analiza nauchnyh publikacij. Electronic libraries. 2023; 26(5):646–672. https://doi.org/10.26907/1562-5419-2023-26-5-646-672 (In Russ.).

14. Бурый А.С., Костылева К.В. Методические рекомендации по подготовке научной статьи к публикации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 1(76). С. 63–71. / Buryi A.S., Kostyleva K.V. Metodicheskie rekomendacii po podgotovke nauchnoj stat'i k publikacii. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024; 1(76):63–71. (In Russ.).

DEVELOPMENT OF REQUIREMENTS FOR A PUBLISHING WEB APPLICATION

Buryi A.S., Doctor of Sciences in Technology, Russian Standardization Institute

Kostyleva K.V., graduate student of the Russian Standardization Institute

The role of open science in the modern digital ecosystem as an information space of scientific knowledge is considered. The directions of development of web-oriented technologies in the educational and scientific fields are analyzed.

The purpose of this study is to improve the scientific and methodological base of information and communication technologies for the formation of a unified information space based on Web technologies to support scientific publishing activities.

The concept of an automated complex combining a web-based software platform that implements the basic processes of managing the publication of scientific electronic products and information systems that ensure its operation is proposed. It is proposed to build the development and improvement of web-oriented information systems on the basis of multi-level models of client-server interaction at the stages of preparation of electronic publications.

Keywords: digital space of scientific knowledge, web application, both, web-oriented information system, open access, integration of electronic resources, publishing system.

For citation: Buryi A.S., Kostyleva K.V. Development of requirements for a publishing web application. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024; 5(80): 79–84. (In Russ.).

УДК [004.03+004.04]:004.58

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ ЦИФРОВОГО УНИВЕРСИТЕТА

Бурый А.С., д-р техн. наук, Российский институт стандартизации, г. Москва
Цаплина О. С., аспирант, Российский институт стандартизации, г. Москва

Цель работы: анализ возможностей использования средств искусственного интеллекта в образовательных программах, в развитии открытой образовательной среды и ее персональных сегментов, формируемых субъектами образовательных отношений, в процессе обучения в формате цифрового университета.

Методы: компаративного анализа научных публикаций в области развития искусственного интеллекта, технологий иммерсивного обучения, формирования персональной образовательной среды; обобщены представления о роли и функциях новых ресурсов в совершенствовании образовательного процесса.

Результаты: показано, что генеративные нейронные сети способны реализовать конструктивно-креативные, аналитические, управляющие и обучающие функции в образовательном процессе при соблюдении этики их применения; обозначена связь развития искусственного интеллекта с появлением в глобальной информационной сети виртуальных персонажей, имитирующих поведение человека, способных к коммуникации с человеком, включая образовательные цели; дана оценка перспектив применения виртуальных педагогических агентов с искусственным интеллектом в системе цифрового университета.

Ключевые слова: трансформация образования, цифровые образовательные технологии, генеративный искусственный интеллект, большие языковые модели, цифровая платформа, цифровой помощник.

Цитирование: Бурый А.С., Цаплина О.С. Генеративный искусственный интеллект цифрового университета // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024. № 5 (80). С. 85–91.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация (ЦТ) является одним из ключевых механизмов создания конкурентных преимуществ на рынке труда. Это глубокий и сложный процесс, затрагивающий все сферы общества, в том числе и образование [1]. О повышенном интересе к проблеме ЦТ образования свидетельствует развитие новой цифровой парадигмы образования как совокупности теоретических и методических разработок в области реализации возможностей цифровых технологий.

Применительно к задачам обучения в рамках университетов ЦТ следует рассматривать как стратегию, направленную на улучшение образовательных процессов, путем внесения значительных изменений, на основе интеграции информационных, вычислительных и коммуникационных технологий [2].

ЦТ в области образования сегодня все больше отождествляют с понятием «цифровой университет»[1] как инновационная форма организации деятельности университета, основанная на цифровой модели представления и применения физических и виртуальных объектов для обеспечения эффективного управления организацией на основе развития процессов ЦТ.

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 [3]. 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.

Разрабатываемые цифровые платформы должны предоставлять студентам и преподавателям удобные сервисы, помогающие организовывать учебный процесс и коммуникации, фиксировать и анализировать цифровой след, обоснованно

[1] **ГОСТ Р 59871–2021.** Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Цифровая научно-образовательная среда. (Дата введ.: 2022-02-01); п. 3.30.

выстраивать индивидуальные образовательные траектории, оперативно реагировать на возможные проблемы [4].

Обоснованный выбор и разработку цифровых обучающих платформ требуется осуществлять на основе целевых факторов, определяемых перечнем компетенций будущего специалиста – инженера, педагога или врача. Для этого может быть разработана модель цифрового университета; в частности в [5] предлагают использовать цифровых двойников, с помощью которых строить онтологию системы знаний на основании преподаваемых учебных дисциплин. Это, в свою очередь, позволит обучаемым систематизировать получаемые знания, быстрее вникать в суть изучаемой предметной области, уметь ориентироваться в междисциплинарном пространстве знаний и сформировать собственную терминосистему выпускника вуза [6], что обеспечит повышение эффективности принимаемых решений в исследуемых областях.

Необходимость систематизации знаний, их постоянное пополнение в образовательной среде диктуется ускорением процесса устаревания знаний, так средний срок актуальности новых знаний составляет всего 2 года [7], поэтому традиционная система образования не успевает за тенденциями развития новых технологий, экспериментального инструментария, «наступления» больших данных [8]. Сложившаяся ситуация требует: во-первых, цифровизации процесса создания новых знаний (курсов, программ обучения, учебно-методической литературы) и их освоения студентами; во-вторых, многовариантности предлагаемых образовательных услуг [7]. Концепция цифровой образовательной экосистемы, как современный подход к организации образовательной среды, основывается на стремительной сетивизации мирового образовательного пространства и на активном внедрении в образовательный процесс цифровых технологий.

Именно интеграция аналитики больших данных, приложений и сервисов облачных вычислений, технологий интернета вещей на базе когнитивной парадигмы в области инженерии знаний, реализуемой в рамках направления «искусственный интеллект» (ИИ)[2], «обеспечивает синергетический эффект» практически в любой целевой предметной области, включая образование [9]. Перечисленные технологии составляют суть ЦТ.

Целью работы является анализ возможностей использования средств искусственного интеллекта в образовательных программах, в развитии открытой образовательной среды и ее персональных сегментов, формируемых субъектами образовательных отношений, в процессе обучения в формате цифрового университета.

СУЩНОСТЬ КОНЦЕПЦИИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сегодня образование переживает смену парадигмы, обусловленную технологическими достижениями. Интеграция инструментов генеративного искусственного интеллекта и матриц учебного проектирования представляет собой инновационный и многообещающий подход к решению меняющихся потребностей современного образования. Используя возможности ИИ, преподаватели могут использовать персонализированный опыт обучения, адаптивную генерацию контента и поддержку в режиме реального времени для студентов. Использование матрицы учебного проектирования добавляет структуру и согласованность образовательному процессу, обеспечивая соответствие целям обучения и повышая эффективность стратегий обучения [10].

Глубокие генеративные модели широко используются во многих областях прикладного машинного обучения (МО). С их помощью анализируется существующий цифровой контент (модальность), а также генерируются изображения, текст и аудиоформаты. Более общее название данного направления – генеративный искусственный интеллект (ГИИ). В образовании ГИИ находит универсальное применение для оценки, анализа и прогнозирования успеваемости обучаемых, в интеллектуальных системах обучения и управлении обучением.

Отличительной особенностью ГИИ является объем информации, который необходим для его обучения: триллион гигабайтов мультимодальных данных, которые в большинстве случаев находятся в неструктурированном виде [11]. По прогнозам Gartner, к 2026 году более 80% компаний воспользуются моделями ГИИ и/или развернут приложения с ГИИ в производственных средах (в 2023 году их было менее 5%)[3].

Частным случаем ГИИ являются большие языковые модели (БЯМ), известные в переводной литературе как *large language models* (LLM). Большие языковые модели – это нейронные сети, специализирующиеся на задачах обработки естественного языка и обладающие способностью генерировать текст и изображения на основе входных данных, интерпретировать данные на естественном языке. Таким образом, БЯМ позволяют получать структурированные развернутые ответы на правильно составленные запросы пользователя.

На рис. 1 условно показано взаимодействие на основе данных значимых технологий ЦТ. Источниками больших дан-

[2] **ИИ** – наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ; свойство интеллектуальных систем выполнять творческие функции, которые традиционно считаются прерогативой человека; (Об утверждении методических рекомендаций для внедрения в основные общеобразовательные программы современных цифровых технологий // Распоряжение Минпросвещения России от 18.05.2020 № Р-44).

[3] **Gartner представил 10 трендов в сфере технологий в 2024 году** [Электронный ресурс]. URL: https://rb.ru/story/gartner-trends-2024/ (дата доступности: 03.09.2024).

ных являются облачные вычисления (в формате сервисов и приложений)[4], приборы и устройства Интернета Вещей, а также информационные системы и технологии различного назначения (транспортные, промышленные, образовательные, медицинские и др.).

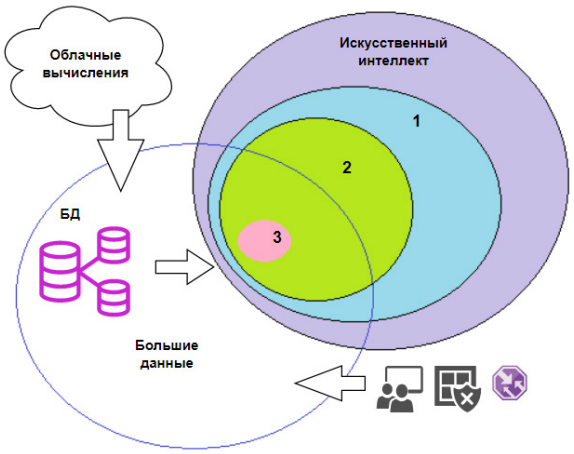


Рис. 1. Место больших языковых моделей в структуре технологий ЦТ: 1 – машинное обучение, 2 – генеративный ИИ, 3 – БЯМ, БД – базы данных

В настоящее время образовательные учреждения сталкиваются с проблемами, связанными с получением доступа к огромному количеству информации. Эта проблема усугубляется растущим количеством доступных академических документов, разбросанностью информации по различным хранилищам, а также временем и ресурсами, необходимыми для поиска и фильтрации этой информации, что создает значительную нагрузку для преподавателей и студентов.

Для решения этой проблемы могут найти применение цифровые помощники (ЦП) на базе искусственного интеллекта, интегрированные с большими языковыми моделями, оснащенные управляющей программой для реализации сервисных возможностей. Этот помощник предлагает четкие и релевантные контексту ответы, которые помогут сделать процессы поиска академической информации более эффективными. В работе предлагается помощник на базе искусственного интеллекта, который охватывает аспекты интеграции, как технологий ИИ, так и программных моделей.

В отличие от интеллектуальных агентов, осуществляющих манипуляции с информационными объектами в соответствии с заложенной адаптивной автономностью и сценариями действий [9], цифровой помощник для управления, организации учебного процесса и его проведения (в установленном объеме) представляет собой программные средства, способные автономно выполнять комплексные рабочие процессы, используя разнообразный набор навыков (функциональных компетенций). Основные учебные задачи, при решении которых могут быть привлечены ЦП, представлены в табл. 1.

Доступность цифровых технологий, мотивация человека, тяга к творчеству, требования работодателя к постоянному совершенству работников становятся причиной самообучения.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ АГЕНТ

Наиболее продвинутый тип генеративного ИИ – это мультиагентные системы, объединяющие различные агенты, каждый из которых решает ограниченный круг задач и координируется отдельными агентами для доступа к внешним ресурсам.

По сути, цифровой помощник в рамках определенной задачи обучения представляет собой объединение функций набора интеллектуальных агентов:

$$ЦП_i = \cup \{a_j\},$$

где $ЦП_i - i -$ й $(i = \overline{1,n})$ цифровой помощник (см.табл. 1); a_j – частные агенты $(j = \overline{1,m})$,выполняющие отдельные задачи (в табл. 1 значение $m = 5$).

Растущее распространение технологий ЦТ открыло путь для многих интерактивных мультимедийных приложений, ориентированных на образование. Одной из особых форм компьютерного обучения являются реалистичные педагогические агенты, которые могут брать на себя роль инструкторов, тренеров, репетиторов или коллег по обучению и общаться с пользователем на естественном языке с текстовым или речевым вводом [12]. Педагогические агенты могут с высокой точностью имитировать такие роли инструктора, как эксперт, мотиватор и наставник.

Функции/особенности педагогических агентов заключаются в добросовестном внедрении задач структуры предмета (учетного и тематического плана) в процедуры и методики преподавания и предоставлении учащимся мгновенной обратной связи в соответствии с индивидуальными ситуациями в процессе обучения. Для этого педагогические агенты должны обладать основными характеристиками и соответствующими функциями, как показано в табл. 2.

В число средств обучения сегодня начали входить программы, использующие дополненную реальность и виртуальную реальность. Эти цифровые программно-технические средства первоначально были использованы в компьютерных играх, позднее они стали основой иммерсивных технологий обучения, характерной чертой которых является полное или частичное погружение пользователя в искусственно созданную среду, взаимодействие которой

[4] **Предлагаемые сетевые технологии** (XaaS – X as a Service), где X – предлагаемые технологии: BD – база данных; I –инфраструктура; S – software; N – сеть и др.

Таблица 1

Роль цифрового помощника в образовательных технологиях

ПРЕДМЕТНАЯ ОБЛАСТЬ	ДИСЦИПЛИНЫ, РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ	МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ	РОЛЬ ЦП
Образование Задачи обучения Самообразование	Программирование	Генеративное МО, развитие навыков программирования	1, 2, 5
	Моделирование информационных процессов	Мультидисциплинарные исследования, интеграция контекста, комплексирование многомодальных данных	1, 2, 5
	Изучение иностранного языка	Качественные методы, инфографические и мультимедийные средства, технологии виртуальной реальности	1, 3–5
	Информационно-поисковые системы	Поисковые роботы; ранжирование информации; типы поиска – по любому из слов; по всем словам; точно по фразе; поисковые системы Яндекс, mail.ru, Google и др.	1, 2, 5
	Онлайн-курсы	Дистанционные технологии, синхронное и асинхронное обучение; сочетание с игровыми технологиями; иммерсивные технологии	1, 3–5
	Организация деловых игр и практических занятий	Развитие творческих способностей, критического мышления, повышение мотивации к обучению; геймификация (задания, награды, уровни); дополненная реальность	1, 3–5
	Проверка знаний, тестирование	Самоорганизация, умение оперативно применять знания, активизация возможностей памяти; формирование вариантов ответов	1, 5
	Требования компетенций на работе, применение в быту	E-learning[5] на платформе GetCourse; m-learning – с помощью мобильных устройств; электронные платежи, электронные документы	1, 3–5

[5] **E-learning (от англ. electronic learning)** – электронное обучение с помощью Интернет.

Условные обозначения функций: 1 – коммуникации; 2 – вычислительные; 3 – сценарное управление; 4 – поведенческие; 5 – голосовая поддержка, видео - и др.

Таблица 2

Особенности и функции педагогического агента ИИ

ОСОБЕННОСТИ	ФУНКЦИОНАЛ	ОБЪЯСНЕНИЕ
Обучение под руководством теорий / принципов	Понимание, примеры и применение целевых концепций	Эта функция гарантирует, что обучение основывается на надежных теориях /принципах обучения и соответствующих подходах / процедурах для повышения глубины понимания и способности применять концепции в различных контекстах
Адаптивный и персонализированный подход и программы обучения	Индивидуальное обучение и предоставление инструкций	Адаптивность pedagogical AI agent позволяет ему адаптировать свои действия для предоставления контента в соответствии с потребностями и темпом обучения пользователя.
Интерактивное обучение	Способствующее прояснению понятий и снижению когнитивной нагрузки	Привлекательный интерфейс способствует активному, поэтапному обучению, снижая когнитивную нагрузку учащихся в процессе обучения и помогая им сосредоточиться на одной концепции или навыке за раз.
Оценка и обратная связь в режиме реального времени	Оценивание результатов обучения учащихся на протяжении всего процесса и предоставление результатов оценки и персонализированной обратной связи	Мгновенная обратная связь помогает точно оценить результаты обучения учащихся и обеспечивает коррекцию и подкрепление результатов.
Соблюдение правил и контроль качества	Обеспечение того, чтобы учащиеся выполняли основные этапы обучения	Учащиеся могут быть наивными или упускать из виду некоторые ключевые моменты или существенные этапы обучения в процессе обучения. Учитель-человек не может постоянно находиться рядом с учениками во время их обучения, однако, опять же, учитель всегда рядом и готов помочь.

с пользователями может включать различные модальности – сенсорные (аудио-визуальные, тактильные и др.), аффективно-эмоциональные, рационально-интерактивные [13].

Под иммерсивной обучающей средой Г.С. Котов предлагает понимать «конструкт, отличающийся системностью характером и свойством самоорганизации, реализуемый как динамический процесс воздействия на обучающегося с привлечением разнообразных элементов моделируемого окружения» [14].

Технология виртуальной реальности позволяет не только проводить индивидуальные маршруты по залам музеев или учебных лабораторий, показывать различные технологические процессы, но и «погружать» пользователя в модельные физические пространства, объемно демонстрируя результаты компьютерного моделирования, Процедура проектирования агента педагогического ИИ. Как описано выше, педагогический агент ИИ можно представить в виде интеллектуальной обучающей системы. Проектирование педагогического агента ИИ основывается на теории (принципах) обучения и должно соответствовать процессу разработки обучения – этапов, представленных на рис. 2. Данный процесс строится по циклическому принципу постоянного анализа результатов и возможности коррекции каждого из этапов.

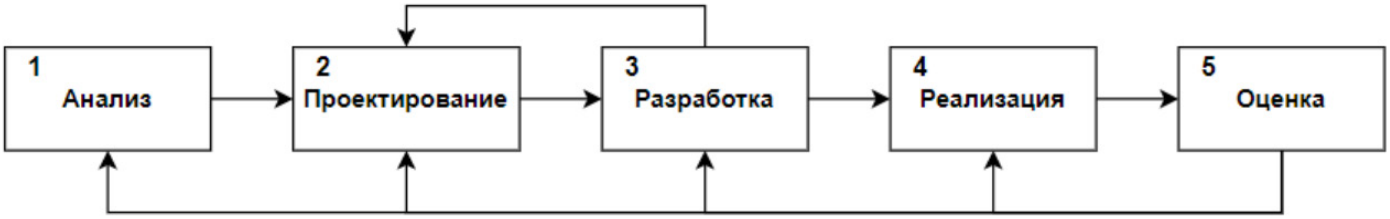


Рис. 2. Процедура проектирования педагогического агента

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Университеты – это удивительные изобретения человеческой цивилизации. Тысячу лет они неустанно, непрерывно – ибо мысль не остановить – ведут человечество вперед: раздвигают границы познания, изменяют к лучшему мир, приносят радость научного творчества и человеческого общения. В университете для нас открывается мир и человек. Университет – это звездное небо над нами и моральный закон внутри нас [15]. Цифровой университет призван продолжить эти традиции, только уже на новом уровне качества, делая процесс обучения открытым, доступным, понятным и эффективным.

Развитие современной системы образования позволяет отметить, что специфической характеристикой является включение в образовательный процесс цифровых технологий, то есть новых форм и способов генерирования, накопления, хранения, анализа, обработки, контекстуализации и контроля знаний. Следовательно, образовательную экосистему необходимо понимать не просто как площадку, на которой происходит процесс передачи знаний обучающимся, но и как платформу, на которой происходят процессы генерации, анализа и обработки знаний даже за пределами образовательной системы.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Грамбовская Л.В., Караказьян С.А. Цифровая трансформация университета с точки зрения приоритетных направлений развития // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 5-3(119). С. 59–64. https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.119.5.082 / Grambovskaya L.V., Karakazyan S.A. Cifrovaya transformaciya universiteta s tochki zreniya prioritetnyh napravlenij razvitiya. Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal, 2022; 5-3(119): 59–64. (In Russ.).
2. Kaputa V., Loučanová E., Tejerina-Gaite F.A. Digital transformation in higher education institutions as a driver of social oriented innovations. Social innovation in higher education. 2022;61:61-85. https://doi.org/10.1007/978-3-030-84044-0 (accessed: 22.08.2024). (In Russ.). / Kaputa V., Loučanová E., Tejerina-Gaite F.A. Digital transformation in higher education institutions as a driver of social oriented innovations. Social innovation in higher education. 2022;61:61-85. https://doi.org/10.1007/978-3-030-84044-0 (accessed: 22.08.2024). (In Russ.).
3. Тихомирова В.Д. Развитие и стандартизация новой модели цифрового университета // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022; 1(65):18–24. / Tihomirova V.D. Razvitie i standartizaciya novoj modeli cifrovogo universiteta. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2022; 1(65):18–24. (In Russ.).
4. Безпалова А.Г. Цифровая среда вуза - грани возможного // А-фактор: научные исследования и разработки (гуманитарные науки). 2020; 1: 4. / Bezpalova A.G. Cifrovaya sreda vuza - grani vozmozhnogo. A-faktor: nauchnye issledovaniya i razrabotki (gumanitarnye nauki). 2020; 1: 4. (In Russ.). / Bezpalova A.G. Cifrovaya sreda vuza - grani vozmozhnogo. A-faktor: nauchnye issledovaniya i razrabotki (gumanitarnye nauki). 2020; 1: 4. (In Russ.).
5. Цифровые двойники знаний и онтологии для высшего технологического образования / Ю.И. Волокитин, О.В. Гринько, В.П. Куприяновский [и др.] // International Journal of Open Information Technologies. 2021;9(1): 128–144. / Volokitin Y.I., Grinko O.V., Kupriyanovskij V.P., et. al. Cifrovye dvojniki znanij i ontologii dlya vysshego tekhnologicheskogo obrazovaniya. International Journal of Open Information Technologies. 2021;9(1): 128–144. (In Russ.).
6. Бурый А.С. Формирование терминосистем на основе онтологий // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022; 1(65): 4–11. / Buryi A.S. Formirovanie terminosistem na osnove ontologij. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2022; 1(65): 4–11. (In Russ.).
7. Сулейманкадиева А.Э., Петров М.А., Александров И.Н. Цифровая образовательная экосистема: генезис и перспективы развития онлайн-образования // Вопросы инновационной экономики. 2021; 11(3): 1273–1288. / Sulejmankadieva A.E., Petrov M.A., Aleksandrov I.N. Cifrovaya obrazovatel'naya ekosistema: genezis i perspektivy razvitiya onlajn-obrazovaniya. Voprosy innovacionnoj ekonomiki, 2021; 11(3): 1273–1288. (In Russ.).
8. Бурый А.С., Погодин И.М. Оценка качества больших данных. Часть 1. Основные понятия и метрики // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2024;3(78): 49-58. / Buryi A.S., Pogodin I.M. Evaluating the quality of big data. Part 1. Basic concepts and metrics. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024;3(78):49–58. (In Russ.).
9. Аронов И.З., Бурый А.С., Рыбакова А.М. Умная экономика замкнутого цикла: основа цифровых стратегий производственных компаний. Часть 2. Циркулярные бизнес-модели // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022;5(69): 17–26. / Aronov I.Z., Buryi A.S., Rybakova A.M. Umnaya ekonomika zamknutogo cikla: osnova cifrovyh strategij proizvodstvennyh kompanij. Part 2. Cirkulyarnye biznes-modeli. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2022;5(69):17-26. (In Russ.).
10. Ruiz-Rojas L. I. et al. Empowering education with generative artificial intelligence tools: Approach with an instructional design matrix. Sustainability. 2023;15(15): 11524. / Ruiz-Rojas L. I. et al. Empowering education with generative artificial intelligence tools: Approach with an instructional design matrix. Sustainability. 2023;15(15): 11524.
11. Арифуллин А., Маркин В. Перспективы применения генеративного искусственного интеллекта в нефтегазовой отрасли // Энергетическая политика. 2024; 5(196): 50–59. https://doi.org/10.46920/2409-5516_2024_5196_50 / Arifullin A., Markin V. Perspektivy primeneniya generativnogo iskusstvennogo intellekta v neftegazovoj otrasli. Energeticheskaya politika. 2024;5(196):50-59.Lan Y.-J., Chen N.-S. Teachers' agency in the era of LLM and generative AI: Designing pedagogical AI agents. Educational Technology & Society. 2024; 27(1): I-XVIII. https://doi.org/10.30191/ETS.202401_27(1).PP01
12. Lan Y.-J., Chen N.-S. Teachers' agency in the era of LLM and generative AI: Designing pedagogical AI agents. Educational Technology & Society. 2024; 27(1): I-XVIII. https://doi.org/10.30191/ETS.202401_27(1).PP01
13. Стародубцев В.А., Нерадовская О.Р. Искусственный интеллект и иммерсивные технологии в высшем педагогическом образовании // Открытое образование. 2024; 28(2):13-23. https://doi.org/10.21686/1818-4243-2024-2-13-23. / Starodubcev V.A., Neradovskaya O.R. Iskusstvennyj intellekt i immersivnye tekhnologii v vysshem pedagogicheskom obrazovanii. Otkrytoe obrazovanie. 2024;28(2):13–23.
14. Котов Г.С. Иммерсивный подход в образовании: возможности и проблемы реализации // Проблемы современного педагогического образования. 2021; 73, Часть 1:179–181. / Kotov G.S. Immersivnyj podhod v obrazovanii: vozmozhnosti i problemy realizacii. Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya. 2021;73, Part 1:179–181.

15. Садовничий В.А. Педагогические заметки о современном образовании: избранные выступления. – М.: Изд-во Московского ун-та, 2023. – 294 с. / Sadovnichy V.A. Pedagogicheskie zametki o sovremennom obrazovanii: izbrannye vystupleniya. Moscow: Moscow University Publ., 2023, 294 p. (In Russ.).

GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE OF A DIGITAL UNIVERSITY

Buryi A.S., Doctor of Sciences in Technology, Russian Standardization Institute

Tsaplina O.S., graduate student of the Russian Standardization Institute

Purpose of the paper: analysis of the possibilities of using artificial intelligence in educational programs, in the development of an open educational environment and its personal segments formed by subjects of educational relations, in the process of learning in the format of a digital university.

Method used: comparative analysis of scientific publications in the field of artificial intelligence development, immersive learning technologies, formation of a personal educational environment; generalized ideas about the role and functions of new resources in improving the educational process.

Results obtained: it is shown that generative neural networks are able to implement constructive, creative, analytical, controlling and teaching functions in the educational process while observing the ethics of their application; the connection between the development of artificial intelligence and the appearance in the global information network of virtual characters imitating human behavior, capable of communicating with humans, including educational goals, is indicated The prospects of using virtual pedagogical agents with artificial intelligence in the digital university system are assessed.

Keywords: transformation of education, digital educational technologies, generative artificial intelligence, large language models, digital platform, digital assistant.

For citation: Buryi A.S., Tsaplina O.S. Generative Artificial Intelligence of a Digital University. Information and Economic Aspects of Standardization and Technical Regulation. 2024; 5(80): 85–91. (In Russ.).

Журнал «Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования»

✓рекомендован Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации для публикации научных работ, отражающих основное содержание диссертаций

✓включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЯМ АСПИРАНТОВ И ДОКТОРАНТОВ

Минимальный объем подачи материала в формате краткого сообщения – 2000 слов, включая все разделы статьи, набранного в Word.

Рукопись должна содержать:

- краткую аннотацию реферат (на русском и английском языках) объемом от 100 до 150 слов, разделенную на рубрики (цель работы, методы, результаты);
- список ключевых слов – 5–8 слов (на русском и английском языках);
- перевод на английский язык названия статьи;
- перевод на английский язык фамилии, имени и отчества автора статьи, а также места работы (учебы);
- электронный адрес автора, номер телефона;
- указывается УДК (см., например, сайт https://teacode.com/online/udc/) и научная специальность (код);
- введение, отражающее состояние вопроса и задачи исследования;
- материалы и методы, результаты и их обсуждение (наименования разделов могут быть авторские);
- выводы или заключение;
- список литературы с полным названием цитируемых работ;
- иллюстративный материал (таблицы, рисунки с соответствующими заголовками и подрисуночными подписями, а также комментарии и расшифровку всех сокращений);
- библиографические ссылки в тексте статьи обозначаются номерами в квадратных скобках в соответствии с порядком их упоминания. Список в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка». Ссылки на интернет ресурсы, ГОСТы, подзаконные акты даются в виде постраничных сносок и не включаются в список литературы.

Статьи рецензируются членами редакции журнала в установленном порядке. Отрицательная рецензия является основанием для отказа в публикации работы, автору сообщается об этом в письменном виде.

Авторы передают редакции исключительное право на использование произведения следующими способами:

1) воспроизведение статьи (право на воспроизведение);
2) распространение экземпляров статьи любым способом (право на распространение);
3) перевод статьи (право на перевод).

Представление материала, поступившего в адрес редакции, является конклюдентным действием, направленным на возникновение соответствующих прав и обязанностей. Согласие автора на опубликование материала на указанных условиях, а также размещение его в электронном виде на страницах журнала предполагается.

Редакция оставляет за собой право размещать материалы и статьи журнала в электронных научных базах данных, в частности Cyberleninka.ru, Scholar Google и других, в соответствии с политикой журнала в области открытой науки. Отслеживание новых статей, цитирующих работы авторов, помогает выявить потенциальные возможности для сотрудничества, а также области, в которых могут потребоваться дополнительные исследования.

Автор может известить редакцию о своем несогласии с подобным использованием его материала при предоставлении статьи.

В случае нарушения перечисленных редакционных требований, материал может быть возвращен автору на доработку. О внесенных изменениях автор обязан сообщить редакции в письменном виде.