

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

Государственное научное учреждение
«Объединенный институт проблем информатики
Национальной академии наук Беларуси»

Объект авторского права
УДК 004.7; 004:510.67

КОЧИН
Виктор Павлович

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора технических наук

по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка
информации

Минск 2025

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

Работа выполнена в Белорусском государственном университете

Научный консультант

КУРБАЦКИЙ Александр Николаевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки, заведующий кафедрой технологий программирования Белорусского государственного университета.

Официальные оппоненты:

Конявский Валерий Аркадьевич, доктор технических наук, заведующий кафедрой защиты информации федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт»;

Листопад Николай Измайлович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных радиотехнологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники;

Сморodin Виктор Сергеевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой математических проблем управления и информатики Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины.

Оппонирующая организация

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»

Защита состоится 27 марта 2025 года в 14³⁰ часов на заседании совета по защите диссертаций Д 01.04.01 при государственном научном учреждении «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси» по адресу: 220012, Минск, ул. Сурганова, 6, зал заседаний. Телефон ученого секретаря: (+375 17) 378-11-46, e-mail: eduard.snezhko@gmail.com.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке государственного научного учреждения «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси»

Автореферат разослан «25» февраля 2025 года.

Ученый секретарь
совета по защите диссертаций
кандидат технических наук



Э.В.Снежко

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время сложно переоценить важность цифровизации ключевых процессов любого государства. Цифровые технологии позволяют оптимизировать многие управленческие процессы в экономике, здравоохранении, образовании, промышленности. Развитие современной экономики во многом базируется на процессах цифровой трансформации. Цифровые технологии в настоящее время необходимы для работы, обучения, развлечений, общения, покупок и доступа ко всему, от медицинских услуг до культуры.

Вместе с тем, цифровизация и цифровая трансформация повышают зависимость государства, экономики и общества от информационно-коммуникационных технологий (далее – ИКТ). При этом речь идет не только об технологических уязвимостях, которые приводят к нарушению кибербезопасности и состояния защищенности информации.

Одним из важнейших приоритетов многие страны определили цифровизацию государственного сектора, развитию цифровых отраслевых платформ и сервисов. По мере развития данного направления увеличиваются размеры и сложность информационных платформ и сервисов. При этом в настоящее время владельцы корпоративных, отраслевых и станových платформ сталкиваются с проблемой наличия множества разнородных платформ и сервисов, которые достаточно слабо интегрированы между собой. Это приводит к снижению эффективности деятельности цифровизации государственных организаций и органов.

Существующие подходы к проектированию сложных информационных систем предназначены для управления различными бизнес-процессами. Как правило, такие системы позволяют управлять отдельными процессами, но при этом имеют интерфейсы взаимодействия с другими системами. Несмотря на это, такой подход является фрагментарным и не позволяет создавать комплексные интегрированные системы управления бизнес-процессами. При небольших размерах системы существующие подходы позволяют достаточно эффективно осуществлять цифровую трансформацию бизнес-процессов. При этом, по мере роста размеров системы, фрагментарность методов проектирования не позволяет проектировать сложные интегрированные системы, которые позволяют на системной основе оптимизировать цифровизацию бизнес-процессов.

Таким образом, разработка новых подходов, методов и алгоритмов проектирования сложных информационных систем и сервисов является актуальной государственной задачей.

В настоящее время в Республике Беларусь уже созданы различные отраслевые и корпоративные цифровые платформы, созданы отдельные элементы электронного правительства. Но уровень развития цифровых платформ в различ-

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

ных сферах экономики и общества, различных регионах может сильно отличаться. В связи с этим необходимо разработать новые подходы, которые смогут учитывать и встраивать в общую стратегию цифровой трансформации государства уже созданные и функционирующие платформы и сервисы, а также создать условия для дальнейшего развития отраслевых, страновых и надстрановых систем и сервисов как единого целого. В качестве такого похода предлагается рассматривать все процессы цифровизации государства и общества как сложные интегрированные системы. Главным акцентом при разработке методов и алгоритмов проектирования сложных интегрированных систем выделить интеграционные процессы информационных систем.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами и темами

Тема диссертации соответствует направлению:

«Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства» Перечня приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021-2025 годы, утвержденного Указом Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 № 156.

Пунктам:

- «развитие информационного общества, электронного государства и цифровой экономики»;
- «математика и моделирование сложных функциональных систем (технологических, биологических, социальных)»;
- «информационно-управляющие системы»;
- «технологии больших данных»;
- «искусственный интеллект и робототехника».

Исследования по теме диссертации проводились в рамках выполнения работ по заданиям госпрограмм, мероприятий Перечней ГСНТИ, инновационным и отдельным проектам с организациями и предприятиями Республики Беларусь.

ГПНИ «Информатика, космос и безопасность», 2016–2020 годы. Выполнение работ по заданиям:

- 1.4.07 «Разработка технологий и архитектурных решений предоставления облачных образовательных сервисов на базе единой научно-информационной компьютерной сети (НИКС) Республики Беларусь и БГУ», № госрегистрации 20161417;

- 1.6.08 «Разработка прототипа системы распределенной обработки данных большого объема», № госрегистрации 20190646.

ГПНИ «Цифровые и космические технологии, безопасность человека, общества и государства», 2021–2025 годы. Выполнение работ по заданию:

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

– 1.9.1 «Технологии и системы распределённой и защищённой обработки больших данных», НИР 2 «Методы, алгоритмы и программные средства распределенной обработки данных большого объема для мониторинга и управления сетевой инфраструктурой ВУЗа», № госрегистрации 20211225.

Перечень научных исследований и разработок по развитию государственной системы научно-технической информации Республики Беларусь на 2016 – 2018 годы и на перспективу до 2020, утвержден Приказом Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь от 12 июля 2016 г. №144 с изменениями, внесенными приказами ГКНТ 02.07.2019 № 197, от 22.11.2019 № 337. Выполнение НИОКР по мероприятиям Перечня:

– 1.2 «Разработать технологии аутентификации и авторизации пользователей в образовательных сетях на базе смарт-карт» в рамках договора на выполнение НИОКР от 12.07.2016 № 056/94 между Министерством образования Республики Беларусь и БГУ, № госрегистрации 20163472;

– 1.4 «Разработать технологии и типовые политики безопасности корпоративных сетей учреждений образования Республики Беларусь» в рамках договора на выполнение НИОКР от 01.06.2017 № 112/94 между Министерством образования Республики Беларусь и БГУ, № госрегистрации 20171378;

– 1.5 «Разработать технологии создания беспроводной виртуальной сетевой инфраструктуры учреждений образования и науки Республики Беларусь» в рамках договора на выполнение НИОКР от 22.02.2018 № 144/94 между Министерством образования Республики Беларусь и БГУ, № госрегистрации 20180331;

– 2.121 «Разработать поисковую информационно-аналитическую систему для учреждений образования и науки» в рамках договора от 28.11.2019 № 276/94 между Министерством образования Республики Беларусь и БГУ, № госрегистрации 20193070;

– 2.122 «Разработать автоматизированную информационную систему защищенного облачного репозитория письменных работ обучающихся и работников учреждений образования и научных организаций Республики Беларусь» в рамках договора на выполнение НИОКР от 28.11.2019 № 275/94 между Министерством образования Республики Беларусь и БГУ, № госрегистрации 20193069.

Перечень научных исследований и разработок по развитию государственной системы научно-технической информации Республики Беларусь на 2021 - 2025 годы, утвержденный Приказом Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь 05.02.2021 № 26 в редакции приказов Госкомитета по науке и технологиям от 15.12.2021 № 414. Выполнение работ по мероприятиям Перечня:

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

– 1.1 «Разработать опытный образец системы для создания виртуального рабочего места обучающегося и сотрудника в целях устойчивого функционирования системы дистанционного обучения в условиях повышенной нагрузки» в рамках договора на выполнение НИОКР от 26.01.2022 № 360/94 между Министерством образования Республики Беларусь и БГУ, № госрегистрации 20220314;

– 1.2 «Разработать информационную систему подачи, хранения, обработки и анализа научно-технической документации» в рамках договора на выполнение НИОКР от 26.01.2022 № 359/94 между Министерством образования Республики Беларусь и БГУ, № госрегистрации 20220313.

Государственная программа развития цифровой экономики и информационного общества на 2016-2020 годы, подпрограмма 3 «Цифровая трансформация» мероприятие 20 «Создание информационно-образовательного пространства для формирования личности, адаптированной к жизни в информационном обществе (проект «Электронная школа»):

– НИОКР «Разработка программно-методического обеспечения Республиканской информационно-образовательной среды» в рамках договора от 10.05.2019 № 228/94 между учреждением «Главный информационно-аналитический центр Министерства образования Республики Беларусь» и БГУ, № госрегистрации 20191562.

Отдельные и инновационные проекты с организациями и предприятиями Республики Беларусь:

– НИОКР «Разработка специализированной системы управления контентом официального Интернет-сайта Конституционного Суда Республики Беларусь» в рамках договора от 30.07.2019 № 267/94 между Государственным учреждением «Главное хозяйственное управление» Управления делами Президента Республики Беларусь и БГУ, № госрегистрации 20192371;

– НИОКР «Разработка информационной системы в составе комплекса средств автоматизации зала проведения заседаний палаты представителей национального собрания Республики Беларусь» в рамках договора от 10.02.2020 № 281/94 между Государственным учреждением «Главное хозяйственное управление» Управления делами Президента Республики Беларусь и БГУ, № госрегистрации 20200348;

– НИОКР «Разработка WYSIWIG модуля для отправки служебных сообщений на рабочие места и научно-методическое сопровождение информационной системы в составе комплекса средств автоматизации зала проведения заседаний Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь» в рамках договора от 01.03.2021 № 362/94 между Государственным учреждением

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

«Главное хозяйственное управление» Управления делами Президента Республики Беларусь и БГУ, № госрегистрации 20211055;

– НИОКР «Разработка системы построения аналитических отчетов на основании публичных данных заседаний Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь» в рамках договора от 24.01.2022 № 014/94 между Государственным учреждением «Главное хозяйственное управление» Управления делами Президента Республики Беларусь и БГУ, № госрегистрации 20220379.

Цель, задачи, объект и предмет исследования

Целью исследования является разработка новых методов и алгоритмов проектирования сложных информационных систем.

Для достижения поставленной цели были решены следующие основные **задачи**:

- 1) Концептуально обосновано и разработано новое направление – проектирование сложных интегрированных систем.
- 2) Разработана модель сложных интегрированных систем.
- 3) Разработана методика проектирования сложных интегрированных систем.
- 4) На основе разработанных решений спроектированы и разработаны сложные интегрированные системы отраслевого и ведомственного уровней.
- 5) Спроектированы и разработаны модули сложной интегрированной системы, в том числе с использованием технологий искусственного интеллекта.
- 6) Проведена апробация предложенных решений.

Объектом исследования в диссертационной работе являлись сложные информационные системы.

Предмет исследования – методы, модели и программные средства проектирования сложных информационных систем.

Научная новизна

1) Предложено и научно обосновано новое концептуальное направление - проектирование сложных интегрированных систем. Предложенный подход позволяет проектировать сложные информационные системы различного уровня и размера с учетом интеграционных процессов на техническом, правовом, организационном уровнях как в условиях интеграции с существующими системами и их элементами, так и с нуля. Предложено новое свойство сложных систем – интегрированность.

2) Разработана модель сложных интегрированных систем. Данная модель основана на методах нечеткой логики и теории графов, учитывает интеграционные связи как между элементами сложной интегрированной системы, так и между различными уровнями элементов. Степень вхождения элементов в сложную интегрированную систему определяется функцией принадлежности.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

3) Разработана методика проектирования сложных интегрированных систем, которая является двухуровневой. Методика позволяет проектировать сложные интегрированные системы как с нуля, так и с учетом уже существующих подсистем и элементов. В рамках разработанной методики предложен новый способ задания функции принадлежности на основе интеграционных связей элементов сложной интегрированной системы.

4) Разработаны концептуальные основы проектирования и создания Республиканской информационно-образовательной среды. Разработанные решения позволяют создать государственную цифровую платформу уровня отрасли образования и обеспечивают интеграцию как с различными республиканскими платформами и сервисами, так и с информационными системами уровня ВУЗа, школы, детского сада.

5) Разработаны архитектура, методика и программные решения проектирования интегрированной системы управления учреждением высшего образования Республики Беларусь. Приведен практический опыт реализации предложенных решений. Разработаны программные решения интегрированной системы управления университетом с учетом ее интеграции с внутренними и внешними информационными системами как на программно-техническом уровне, так и на организационно-правовом.

6) Разработана двухуровневая методика и программные средства проектирования облачного отказоустойчивого хранилища цифровых данных учреждения высшего образования с учетом интеграции с интегрированной системой управления университетом. Данная методика предполагает создание виртуальной сетевой инфраструктуры учреждения образования, на основе которой создано облачное отказоустойчивое хранилище цифровых данных.

7) Разработаны методика и программные средства проектирования Wi-Fi сети учреждения образования с использованием искусственного интеллекта. Предложенные решения позволяют проектировать беспроводные сегменты сети ВУЗа с учетом особенностей организации учебного процесса, а также определять минимально необходимое количество точек доступа на стадии проектирования сети.

Положения, выносимые на защиту

1) Модель сложных интегрированных систем, основанная на методах нечеткой логики и теории графов, учитывающая интеграционные связи как между элементами сложной интегрированной системы, так и между различными уровнями элементов. Для этого разработанная модель определяет степень вхождения элементов сложной интегрированной системы с помощью функции принадлежности.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

2) Методика проектирования сложных интегрированных систем, позволяющая проектировать сложные интегрированные системы как с нуля, так и с учетом уже существующих подсистем и элементов. Методика использует разработанный новый способ задания функции принадлежности на основе интеграционных связей.

3) Методика концептуального проектирования и создания Республиканской информационно-образовательной среды. Разработанные решения позволяют создать государственную цифровую платформу уровня отрасли образования и включают в себя интеграцию как с различными республиканскими платформами и сервисами, так и с информационными системами уровня ВУЗа, школы, детского сада.

4) Методика проектирования сложной интегрированной системы управления учреждением высшего образования Республики Беларусь, которая включает в себя алгоритм проектирования, архитектурное решение, типовые алгоритмы и программные решения интегрированной системы управления учреждением высшего образования. Разработанные решения позволяют разрабатывать сложную интегрированную систему управления учреждением высшего образования как с нуля, так и с учетом текущего состояния отдельных модулей.

5) Методика и программные средства проектирования и создания облачного отказоустойчивого хранилища цифровых данных учреждения образования с учетом его интеграции с интегрированной системой управления университетом.

6) Методика и программные средства проектирования Wi-Fi сети учреждения образования с использованием искусственного интеллекта, обеспечивающие интеграцию со сложной интегрированной системой управления ВУЗа.

Личный вклад соискателя ученой степени

Результаты диссертационной работы, сформулированные в защищаемых положениях и выводах, отражают личный вклад соискателя. Из совместно опубликованных работ в диссертацию вошли результаты, полученные автором лично. Научный консультант принимал участие в выборе темы, постановке задач и обсуждении полученных результатов. Приведенные результаты проектирования Республиканской информационно-образовательной среды и сложной системой управления ВУЗом анализировались совместно с Воротницким Ю.И. Основные подходы к созданию облачного отказоустойчивого хранилища обсуждены с Жерело А.В.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Основные результаты диссертации докладывались на следующих научных конференциях: развитие информатизации и государственной системы научно-

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

технической информации (РИНТИ-2015): материалы XIV Международной конференции, Минск, 19 ноября 2015 г.; международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии (CSIST 16): Материалы международного научного конгресса, Минск, 24-27 октября 2016 г.; развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2019): материалы XIX Международной конференции, Минск, 21 ноября 2019 г.; управление информационными ресурсами: материалы XVI Международной научно-практической конференции, Минск, 26 февраля 2020 г.; развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2020): материалы XIX Международной конференции, Минск, 19 ноября 2020 г.; управление информационными ресурсами: материалы XVII Международной научно-практической конференции, Минск, 12 марта 2021 г.; комплексная защита информации: материалы XXVI Международной научно-практической конференции, Минск, 25-27 мая 2021 г.; информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (икт-2022): материалы II Международной научно-практической конференции, Полоцк, 30-31 марта 2022 г.; военное образование и наука в условиях цифровой трансформации знаний: материалы Международной научной конференции учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь», Минск, 20-21 апреля 2022 г.; computer data analysis and modeling: stochastics and data science: Proceedings of the XII International Conference, Minsk, September 6-10, 2022; международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии (CSIST 2022): Материалы международного научного конгресса, Минск, 26-29 октября 2022 г.; управление информационными ресурсами: материалы XIX Международной научно-практической конференции, Минск, 22 марта 2023 г.; комплексная защита информации: материалы XXVIII Международной научно-практической конференции, Гомель, 23-25 мая 2023 г.; наука и технологии: материалы VIII Международной научно-практической конференции, Алматы, Казахстан, 31 января 2024 г.; Компьютерные технологии и анализ данных (CTDA'2024): материалы IV Международной научно-практической конференции, Минск, 25–26 апр. 2024 г.; комплексная защита информации: материалы XXIX Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 15-17 мая 2024 г.

Разработанные модели и методики использовались при проектировании и создании:

- информационной системы проведения заседаний Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь;
- информационной системы обработки нормативных документов Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь на основании правил, описанных в нормативных проектах, с использованием методов морфологической обработки текста;

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

- информационной системы сайта Конституционного суда в части реализации сервиса «Электронное обращение»;
- информационной системы анализа и составления аналитических отчетов по материалам средств массовой информации для Секретариата Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь.

С использованием полученных результатов разработана Концепция создания Республиканской информационно-образовательной среды Республики Беларусь.

Полученные результаты позволили спроектировать и разработать информационную систему «Студенты» для автоматизации процессов Белорусского государственного медицинского университета, связанных с управлением учебным процессом и контингентом обучающихся с учетом интеграции с другими информационными системами ВУЗа.

Полученные результаты легли в основу обоснования концептуальных научно-обоснованных предложений в проект концепции национального суверенитета Республики Беларусь в сфере цифрового развития, а также концептуальных научно-обоснованных предложений в проект дорожной карты реализации Концепции национального суверенитета Республики Беларусь в сфере цифрового развития на пятилетний период в части достижения цифрового суверенитета отрасли образования.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс на факультете радиофизики и компьютерных технологий БГУ и используются при выполнении лабораторного практикума, курсовых, дипломных, магистерских работ для решения задач проектирования сложных информационных систем и сервисов.

Полученные результаты позволили модернизировать информационную систему «АСОД» для автоматизации процессов сбора и обработки данных обучающихся учреждений образования Республики Беларусь с учетом интеграции с другими информационными системами.

Опубликование результатов диссертации

Основные результаты диссертации опубликованы в 49 научных работах, в числе которых 1 монография, 17 статей в научных журналах в соответствии с пунктом 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь (общим объемом 9,1 авторского листа), 25 статей в сборниках материалов научных конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из перечня условных обозначений, введения, общей характеристики работы, семи глав, заключения, библиографического списка. Полный объем диссертации составляет 239 страниц, из них 20 страниц занимают 33 рисунка, на 2 страницах приведено 3 таблицы. Библиографический список

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

состоит из 207 наименований (на 22 страницах), из которых 49 – публикации соискателя.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Во введении описана проблемная область и обоснована актуальность темы диссертационного исследования.

В первой главе проанализированы основные подходы к цифровой трансформации государственного сектора стран с высоким уровнем цифровизации государства. В настоящее время можно выделить следующие основные подходы к цифровой трансформации государства: американский, европейский, южнокорейский, российский, китайский.

В США в 2002 году был создан офис электронного правительства и информационных технологий при Администрации президента. Данный офис обладал самыми широкими полномочиями в области цифровизации страны. В полномочия офиса входят вопросы, связанные с созданием, сопровождением, поддержкой государственных информационных систем. Под руководством офиса электронного правительства и информационных технологий офиса была разработана и принята долгосрочная стратегия цифровой трансформации государственного сектора США, в рамках которой была предложена федеральная архитектура предприятия (FEA). Данная архитектура представляет собой эталонную бизнес-ориентированную модель государственного учреждения.

Основной особенностью цифровой трансформации Евросоюза является то, что основные усилия направлены не на создание единого цифрового правительства, а на создание условий для реализации интеграционных процессов всех участников.

Цифровую трансформацию государственного сектора Южной Кореи можно считать эталонной. Это обусловлено тем, что в Южной Корее изначально вопросам информатизации уделялось большое внимание со стороны государства. Цифровая трансформация страны реализовывалась на протяжении пяти последовательных этапов. Для сопровождения процессов цифровизации и цифровой трансформации государственного сектора при администрации премьер-министра было создано Национальное агентство развития информационного общества (NIA). При этом реализация проектов по электронному правительству осуществлялась Министерством информации и связи. В 2008 году функции Министерства информации и связи были перераспределены. Внедрением и разработкой различных компонент электронного правительства занималось Министерство государственного управления и безопасности, в состав которого вошло Национальное агентство развития информационного общества. При этом был создан совет головного офиса по информатизации, в который вошли помощники

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

Полученные результаты легли в основу обоснования концептуальных научно-обоснованных предложений в проект концепции национального суверенитета Республики Беларусь в сфере цифрового развития, а также концептуальных научно обоснованных предложений в проект дорожной карты реализации Концепции национального суверенитета Республики Беларусь в сфере цифрового развития на пятилетний период в части достижения цифрового суверенитета отрасли образования.

Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс на факультете радиофизики и компьютерных технологий БГУ и используются при выполнении лабораторного практикума, курсовых, дипломных, магистерских работ для решения задач проектирования сложных информационных систем и сервисов.

Полученные результаты позволили модернизировать информационную систему «АСОД» для автоматизации процессов сбора и обработки данных обучающихся учреждений образования Республики Беларусь с учетом интеграции с другими информационными системами.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Монография

1-А) Кочин, В.П. Проектирование и обеспечение безопасности интегрированных образовательных информационно-коммуникационных систем / В.П. Кочин, Ю.И. Воротницкий – Минск: БГУ, 2022. - 167 с.

Статьи в научных журналах в соответствии с п.18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь

2-А) Кочин, В.П. Оптимальное проектирование беспроводной сетевой инфраструктуры в учреждениях образования / В.П. Кочин // Электроника инфо. – 2016. – № 8. – С.55-57.

3-А) Кочин, В.П. Виртуализация сетевой инфраструктуры учреждений образования / В.П. Кочин, Ю.И. Воротницкий, А.В. Жерело // Цифровая трансформация. – 2020. – № 1(10). – С. 51–56.

4-А) Кочин, В.П. Виртуализация сетевой инфраструктуры Белорусского государственного университета / В.П. Кочин, А.В. Жерело // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2020. - № 8. – С. 45-52.

5-А) Курбацкий, А.Н. Использование многофункциональных идентификационных карт в системе образования Республики Беларусь / А.Н. Курбацкий, Ю.И. Воротницкий, В.П. Кочин, А.В. Решетняк, В.И. Дравица // Цифровая трансформация. – 2021. – № 1(14). – С. 46-52.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

6-А) Курбацкий, А.Н. Проектирование и автоматизация работы облачной кластерной системы с учетом интеграции с внешними информационными системами / А.Н. Курбацкий, В.П. Кочин, О.В. Слесаренко // Веснік сувязі. – 2021. – № 2. – С. 56–61.

7-А) Кочин, В.П. Проблемы проектирования комплексной системы защиты информации облачных ресурсов в Республике Беларусь / В.П. Кочин, А.В. Шанцов // Цифровая трансформация. – 2021. – № 3(16). – С. 34-39.

8-А) Kochyn, V.P. Designing a secure fail-safe cloud repository of paperworks of students and employees of educational institutions / V.P. Kochyn, A.V. Zherelo // Journal of the Belarusian State University. Mathematics and Informatics. – 2021. - № 3. – P. 104-108.

9-А) Кочин, В.П. Разработка образовательного защищенного облачного хранилища данных, интегрированного в инфраструктуру Белорусского государственного университета / В.П. Кочин, А.В. Жерело // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2022. - № 6. – С. 21-28.

10-А) Курбацкий, А.Н. Мировой опыт цифровой трансформации государства. Основные факторы успеха / А.Н. Курбацкий, В.П. Кочин // Веснік сувязі. – 2022. – № 4. – С. 37–43.

11-А) Кочин, В.П. Методика создания и структура корпоративного подразделения информационной безопасности / В.П.Кочин, А.В. Шанцов // Цифровая трансформация. – 2022. – № 3. – С. 65-72.

12-А) Кочин, В.П. Проектирование сложных интегрированных систем как основа успешной реализации стратегии цифровой трансформации / В.П. Кочин // Веснік сувязі. – 2022. – № 5. – С. 41–47.

13-А) Kochyn, V. Conceptual design of complex integrated systems / V. Kochyn, A. Kourbatski // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем: Сборник научных трудов, Минск, 2023 г. / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники; ред-кол.: В. В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. — Минск, 2023. — Вып. 7 – С. 33-38.

14-А) Sobol, A. Mathematical methods for assessing information security risks / A. Sobol, V. Kochyn, N. Grakova // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем: Сборник научных трудов, Минск, 2023 г. / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники; ред-кол.: В. В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. — Минск, 2023. — Вып. 7 – С. 317-322.

15-А) Кочин, В.П. Методика проектирования сложных интегрированных систем / В.П. Кочин, А.Н.Курбацкий // Веснік сувязі. – 2023. – № 6. – С. 60–63.

16-А) Кочин, В.П. Модель сложных интегрированных систем / В.П. Кочин // Журнал Белорусского государственного университета. Серия математика, информатика. – 2024. - № 1. – С. 71-78.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

17-А) Кочин, В.П. Методология проектирования беспроводной сети ВУЗа на основе искусственного интеллекта. / В.П.Кочин // Веснік сувязі. – 2024. – № 1. – С. 51-56.

18-А) Sobol, A. Modeling the state of information security of a smart campus / A. Sobol, V. Kochyn // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем: Сборник научных трудов, Минск, 2024 г. / Белорус. гос. ун-т информатики и радиоэлектроники; ред-кол.: В. В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. — Минск, 2024. — Вып. 8 – С. 353-358.

Статьи в научных журналах

19-А) Кочин, В.П. Где «ключи» идентификации жителей умного города / В.П. Кочин, А.В. Решетняк // Веснік сувязі. – 2021. – № 12. – С. 26 – 29.

20-А) Король, А.Д. Дистанция в образовании: от методологии к практике / А.Д. Король, Ю.И. Воротницкий, В.П. Кочин // Наука и инновации. – 2020. - № 6 (208). – С. 22-29.

21-А) Котенко, И.В. Проблема применения мобильных роботизированных устройств для мониторинга помещений: анализ исследований и подход к решению / И.В.Котенко, И.Б.Саенко, А.А.Чечулин, Д.С.Левшун, С.М.Босняков, В.П.Кочин // Информатизация и связь. – 2022. - № 2. – С.64-71.

22-А) Котенко, И.В. Система аналитической обработки событий кибербезопасности на основе суперкомпьютерных вычислений: концепция построения / И.В.Котенко, И.Б.Саенко, В.П.Кочин // Информатизация и связь. – 2022. - № 4. – С.24-28.

23-А) Лапина М.А., Мовзалевская В.В., Токмакова М.Е., Бабенко М.Г., Кочин В.П. Интеллектуальные алгоритмы обнаружения атак в веб-среде. Труды Института системного программирования РАН, том 36, вып. 4, 2024, стр. 99-116. DOI: 10.15514/ISPRAS-2024-36(4)-8.

24-А) Кочин, В.П. Методы и алгоритмы проектирования беспроводной wi-fi сети с использованием методов искусственного интеллекта / В.П. Кочин // Международной научно-практический журнал «Endless Light in Science» – Алматы, 2024. – № 1 – С.10-18.

Статьи в материалах научных конференций

25-А) Абламейко, С.В. Основные направления и технологии развития беспроводной инфраструктуры научно-образовательных сетей / С.В. Абламейко, Ю.И. Воротницкий, В.П. Кочин / Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2015): материалы XIV Международной конференции, Минск, 19 ноября 2015 г./ ОИПИ НАН Беларуси; ред-кол.: А.В. Тузиков [и др.]. – Минск, 2015. – С.17-25.

26-А) Кочин, В.П. Облачный сервис PaaS для управления программными проектами пользователей суперкомпьютера СКИФ-БГУ / В.П. Кочин, А.В. Жерело // Международный конгресс по информатике: информационные системы

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

и технологии (CSIST 16): Материалы международного научного конгресса, Минск, 24-27 октября 2016 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: С. В. Абламейко [и др.]. – Минск, 2016. – С.869-872.

27-А) Курбацкий, А.Н. О концепции создания и развития республиканской информационно-образовательной среды / А.Н. Курбацкий, Ю.И. Воротницкий, В.П. Кочин, М.Г. Зеков / Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2019): материалы XIX Международной конференции, Минск, 21 ноября 2019 г./ ОИПИ НАН Беларуси; редкол.: А.В. Тузиков [и др.]. – Минск, 2019. – С.19-23.

28-А) Кочин, В.П. Виртуализация сетевой инфраструктуры учреждений образования / В.П. Кочин, А.В. Жерело // Управление информационными ресурсами: материалы XVI Международной научно-практической конференции, Минск, 26 февраля 2020 г. / Акад. упр. При Президенте Республики Беларусь : редкол.: Н.Л. Бондаренко [и др.]. – Минск, 2020. – С.66-68.

29-А) Кочин, В.П. Основные тенденции применения смарт-карт для идентификации и аутентификации пользователей и опыт внедрения в системе образования Беларуси / В.П. Кочин, А.В. Решетняк / Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2020): материалы XIX Международной конференции, Минск, 19 ноября 2020 г./ ОИПИ НАН Беларуси; редкол.: А.В. Тузиков [и др.]. – Минск, 2020. – С.258-263.

30-А) Король, А.Д. Информационно-коммуникационные технологии дистанционного и онлайн-обучения / А. Д. Король, Ю. И. Воротницкий, В. П. Кочин / Развитие информатизации и государственной системы научно-технической информации (РИНТИ-2020): материалы XIX Международной конференции, Минск, 19 ноября 2020 г./ ОИПИ НАН Беларуси; редкол.: А.В. Тузиков [и др.]. – Минск, 2020. – С.22-29.

31-А) Кочин, В.П. Проектирование информационной системы защищенного облачного репозитория письменных работ обучающихся и работников БГУ / В.П. Кочин, А.В. Жерело // Управление информационными ресурсами: материалы XVII Международной научно-практической конференции, Минск, 12 марта 2021 г. / Акад. упр. При Президенте Республики Беларусь : редкол.: А.С. Лаптенков [и др.]. – Минск, 2021. – С.88-90.

32-А) Кочин, В.П. Проблемы защиты информационных ресурсов при переходе к облачным вычислениям / В.П. Кочин, А.В. Шанцов // Управление информационными ресурсами: материалы XVII Международной научно-практической конференции, Минск, 12 марта 2021 г. / Акад. упр. При Президенте Республики Беларусь: редкол.: А.С. Лаптенков [и др.]. – Минск, 2021. – С.215-217.

33-А) Кочин, В.П. Проектирование многослойной отказоустойчивой системы онлайн обучения в условиях повышенной нагрузки / В.П. Кочин, А.В. Жерело // Комплексная защита информации: материалы XXVI Международной

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

научно-практической конференции, Минск, 25-27 мая 2021 г. / Научно-исследовательский институт технической защиты информации – Минск, 2021. – С.329-331.

34-А) Кочин, В.П. Комплексная система защита информации облачных ресурсов / В.П. Кочин, А.В. Шанцов // Комплексная защита информации: материалы XXVI Международной научно-практической конференции, Минск, 25-27 мая 2021 г. / Научно-исследовательский институт технической защиты информации – Минск, 2021. – С.332-334.

35-А) Кочин, В.П. Гибридный режим функционирования облачных платформ / А.В.Шанцов, В.П.Кочин // Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (икт-2022): материалы II Международной научно-практической конференции, Полоцк, 30-31 марта 2022 г. / Полоцкий государственный университет – Полоцк, 2022. – С.189-193.

36-А) Воротницкий, Ю.И. Технологии дистанционного и онлайн-обучения / Ю.И. Воротницкий, В.П. Кочин / Военное образование и наука в условиях цифровой трансформации знаний: материалы Международной научной конференции учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь», Минск, 20-21 апреля 2022 г. / Военная академия Республики Беларусь – Минск, 2022. – С. 8.

37-А) Kochyn, V.P. Design of complex integrated systems / V.P. Kochyn // Computer data analysis and modeling: stochastics and data science: Proceedings of the XII International Conference, Minsk, September 6-10, 2022 – p.69-73.

38-А) Кочин, В.П. Структура и состав корпоративных подразделений информационной безопасности / В.П. Кочин, А.В. Шанцов // Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии (CSIST 2022): Материалы международного научного конгресса, Минск, 26-29 октября 2022 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: С. В. Абламейко [и др.]. – Минск, 2022. – С.63-74.

39-А) Кочин, В.П. Интеграция образования со сторонними информационными системами – основное условие развития цифровых услуг / В.П. Кочин, А.В. Решетняк // Международный конгресс по информатике: информационные системы и технологии (CSIST 2022): Материалы международного научного конгресса, Минск, 26-29 октября 2022 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: С. В. Абламейко [и др.]. – Минск, 2022. – С.117-121.

40-А) Кочин, В.П. Концептуальное проектирование сложных интегрированных систем / В.П. Кочин // Управление информационными ресурсами: материалы XIX Международной научно-практической конференции, Минск, 22 марта 2023 г. / Акад. упр. При Президенте Республики Беларусь : редкол.: О.Н. Солдатова [и др.]. – Минск, 2023. – С.344-345.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

41-А) Соболев, А.М. Архитектуры информационной безопасности компаний / А.М. Соболев, В.П. Кочин // Управление информационными ресурсами: материалы XIX Международной научно-практической конференции, Минск, 22 марта 2023 г. / Акад. упр. При Президенте Республики Беларусь: редкол.: .Н. Солдатова [и др.]. – Минск, 2023. – С.255-256.

42-А) Кочин, В.П. Разработка модели нарушителя облачных ресурсов / В.П. Кочин, А.В. Шанцов // Управление информационными ресурсами: материалы XIX Международной научно-практической конференции, Минск, 22 марта 2023 г. / Акад. упр. При Президенте Республики Беларусь: редкол.: .Н. Солдатова [и др.]. – Минск, 2023. – С.244-245.

43-А) Кочин, В.П. Алгоритмы разработки системы защиты информации облачных ресурсов / В.П. Кочин, А.В. Шанцов // Комплексная защита информации: материалы XXVIII Международной научно-практической конференции, Гомель, 23-25 мая 2023 г. / Научно-исследовательский институт технической защиты информации – Гомель, 2023. – С.237-240.

44-А) Кочин, В.П. Двухуровневая методика и алгоритмы проектирования сложных интегрированных систем / В.П. Кочин // Наука и технологии: материалы VIII Международной научно-практической конференции, Алматы, Казахстан, 31 января 2024 г. / Международный исследовательский центр «Endless Light in Science» – Алматы, 2024. – С.88-97.

45-А) Кочин, В.П. Концептуальная модель и проектирование сложных интегрированных систем / В.П. Кочин // Компьютерные технологии и анализ данных (СТДА'2024): материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 25–26 апр. 2024 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: В. В. Скакун (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2024. Стр. 172-175.

46-А) V. Kochyn, "Conceptual Model of Complex Integrated Systems," 2024 International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon), Sochi, Russian Federation, 2024, pp. 740-745, doi: 10.1109/SmartIndustryCon61328.2024.10516134.

47-А) A. Sobol, V. Kochyn and A. Huk, "Information Security System Models in Smart Campuses," 2024 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), Sochi, Russian Federation, 2024, pp. 750-754, doi: 10.1109/ICIEAM60818.2024.10553706.

48-А) Соболев, А.М. Инфраструктура умного кампуса / А.М. Соболев, В.П. Кочин // Компьютерные технологии и анализ данных (СТДА'2024): материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 25–26 апр. 2024 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: В. В. Скакун (отв. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2024. Стр. 118-120.

49-А) Котенко И.В., Саенко И.Б., Паращук И.Б., Кочин В.П. Обнаружение вредоносной активности в инфраструктуре умного города на основе гибридных интеллектуальных систем с компонентами объяснимого глубокого обуче-

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

ния: российско-белорусский проект // Сборник материалов XXIX научно-практической конференции «КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ» Санкт-Петербург, 15–17 мая 2024 года / Санкт-Петербург – с. 90-95.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

РЕЗЮМЕ

Кочин Виктор Павлович

Методологические основы и практика проектирования сложных интегрированных систем

Ключевые слова: сложные интегрированные системы, цифровая трансформация, нечеткие множества, искусственный интеллект.

Цель работы: разработка новых подходов, методов и алгоритмов проектирования сложных информационных систем.

Методы исследования: теория нечетких множеств, теория графов, искусственный интеллект, программное обеспечение на основе свободно распространяемого кода.

Полученные результаты и их новизна: предложено и научно обосновано новое концептуальное направление проектирования сложных информационных систем – проектирование сложных интегрированных систем. Предложенный подход позволяет проектировать сложные информационные системы различного уровня и размера с учетом интеграционных процессов на техническом, правовом, организационном уровнях как с учетом существующих систем, так и проектировать с нуля. Разработаны методы, архитектуры и программные средства различных сложных интегрированных систем уровня ВУЗа и отрасли.

Степень использования: результаты диссертационных исследований внедрены в следующие организации: Палата представителей Национального собрания Республики Беларусь, Управление делами Президента Республики Беларусь, Министерство образования Республики Беларусь, Министерство связи и информатизации Республики Беларусь, БГУ, БГМУ, ЦИРК БГУ.

Область применения: предложенный подход позволяет проектировать и разрабатывать сложные интегрированные системы и платформы различного уровня. Отдельные результаты могут использоваться в различных предприятиях государственного сектора Республики Беларусь, повышая эффективность управленческих и производственных процессов. Использование результатов диссертационной работы позволит решать задачу цифрового суверенитета Республики Беларусь.

ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

РЕЗЮМЭ

Кочын Віктар Паўлавіч

Метадалагічныя асновы і практыка праектавання складаных інтэграваных сістэм

Ключавыя словы: складаныя інтэграваныя сістэмы, лічбавая трансфармацыя, недакладныя мноства, штучны інтэлект.

Мэта працы: распрацоўка новых падыходаў, метадаў і алгарытмаў праектавання складаных інфармацыйных сістэм.

Метады даследавання: тэорыя недакладных мностваў, тэорыя графаў, штучны інтэлект, праграмнае забеспячэнне на аснове свабодна распаўсюджваецца кода.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: прапанавана і навукова абгрунтавана новае канцэптуальнае кірунак праектавання складаных інфармацыйных сістэм-праектаванне складаных інтэграваных сістэм. Прапанаваны падыход дазваляе праектаваць складаныя інфармацыйныя сістэмы рознага ўзроўню і памеру з улікам інтэграцыйных працэсаў на тэхнічным, прававым, арганізацыйным узроўнях як з улікам існуючых сістэм, так і праектаваць з нуля. Распрацаваны метады, архітэктуры і праграмныя сродкі розных складаных інтэграваных сістэм ўзроўню ВНУ і галіны.

Ступень выкарыстання: вынікі дысертацыйных даследаванняў внед-рэны ў наступныя арганізацыі: Палата прадстаўнікоў Нацыянальнага САХРа-ня Рэспублікі Беларусь, Упраўленне справамі Прэзідэнта Рэспублікі Беларусь, Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь, Міністэрства сувязі і інфарматызацыі Рэспублікі Беларусь, БДУ, БДМУ, ЦЫРК БДУ.

Вобласць ужывання: прапанаваны падыход дазваляе праектаваць і распрацоўваць складаныя інтэграваныя сістэмы і платформы рознага ўзроўню. Асобныя вынікі могуць выкарыстоўвацца ў розных прадпрыемствах дзяржаўнага сектара Рэспублікі Беларусь, павялічваючы эфектыўнасць кіраўнічых і вытворчых працэсаў. Выкарыстанне вынікаў дысертацыйнай працы дазволіць вырашаць задачу лічбавага суверэнітэту Рэспублікі Беларусь.

SUMMARY

Victar Pavlovich Kochyn

Methodological foundations and practice of designing complex integrated systems

Keywords: complex integrated systems, digital transformation, fuzzy sets, artificial intelligence.

The aim of the work: develop new approaches, methods and algorithms for designing complex information systems.

Research methods: fuzzy set theory, graph theory, artificial intelligence, software based on freely distributed code.

Obtained results and their novelty: a new conceptual direction of designing complex information systems – the design of complex integrated systems - has been proposed and scientifically substantiated. The proposed approach makes it possible to design complex information systems of various levels and sizes, taking into account integration processes at the technical, legal, and organizational levels, both taking into account existing systems and designing from scratch. Methods, architectures and software tools of various complex integrated systems at the university and industry levels have been developed.

Usage: the results of dissertation research have been implemented in the following organizations: the House of Representatives of the National Assembly of the Republic of Belarus, the Office of the President of the Republic of Belarus, the Ministry of Education of the Republic of Belarus, the Ministry of Communications and Informatization of the Republic of Belarus, BSU, BSMU, BSU CIRCUS.

Scope: the proposed approach makes it possible to design and develop complex integrated systems and platforms at various levels. Individual results can be used in various enterprises of the public sector of the Republic of Belarus, increasing the efficiency of management and production processes. The use of the results of the dissertation work will allow solving the problem of digital sovereignty of the Republic of Belarus.



ОЗНАКОМИТЕЛЬНЫЙ ФРАГМЕНТ

Подписано в печать 14.02.2025. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.
Цифровая печать. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 3,0.
Тираж 60 экз. Заказ 21.

Отпечатано с оригинала-макета заказчика
в республиканском унитарном предприятии
«Издательский центр Белорусского государственного университета».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/63 от 19.03.2014.
Ул. Красноармейская, 6, 220030, Минск.