

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭВОЛЮЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ

GENERAL CHARACTERISTICS OF THE EVOLUTION OF INFORMATION SYSTEMS OF ENTERPRISES

Злыднев И.М., аспирант, ФГБУ «НИЦИ МИД России»
(Москва, Россия)

В статье рассмотрена общая характеристика эволюции информационных систем предприятий. Современные предприятия решают широкий круг задач в области производственной, коммерческой, финансовой, административной, правовой, социальной, инновационной сфер деятельности. Эффективное решение этих задач немислимо без использования информационных систем. Однако в настоящее время нет единого, общепринятого подхода к определению информационных систем. В статье рассматриваются различные подходы к определению данного понятия: теоретико-множественный, системно-целевой, процессный, структурный; функциональный, нормативно-правовой, технологический, кибернетический, информационный, математический, экономический. Наиболее общим из этих подходов является теоретико-множественный, в котором рассматривают информационную систему как совокупность содержащейся в базах данных информации, а также технологий и технических средств, обеспечивающих ее обработку. Информационные системы предприятий – это, как правило, корпоративные информационные системы; приведена краткая характеристика корпоративных информационных систем, показано, что основной тенденцией развития корпоративных информационных систем предприятий является переход к распределенным, автономным и высокоинтегрированным киберфизическим системам, формирующим интеллектуальные сети и «умные» производства.

Ключевые слова: информация, информационная система, предприятие, технологии, обработка, распределенные информационные системы.

Для цитирования: Злыднев И.М. Общая характеристика эволюции информационных систем предприятий // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2026. № 2(89). С. 61–67.

ВВЕДЕНИЕ

Современное социально-экономическое развитие страны во многом определяется деятельностью основных экономических агентов – предприятий. Роль предприятия в современной рыночной экономике, являющейся ее базовой структурой, является доминирующей и определяющей вектор ценностей деятельности предприятия. Именно на

Zlydnev I.M., PhD student, Federal State Budgetary Institution «Scientific & Research Center of Informatization of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation» (Moscow, Russia)

This article examines the general characteristics of the evolution of enterprise information systems. Modern enterprises solve a wide range of problems in the production, commercial, financial, administrative, legal, social, and innovative spheres of activity. Effective solutions to these problems are unthinkable without the use of information systems. However, there is currently no single, generally accepted approach to defining information systems. The article examines various approaches to defining this concept: set-theoretical, system-target, process, structural, functional, normative-legal, and industry-specific, including technological, cybernetic, information, mathematical, and economic. The most general of these approaches is set-theoretical, which views an information system as a collection of information contained in databases, as well as the technologies and technical means that support its processing. Enterprise information systems are typically corporate information systems. A brief description of corporate information systems is provided, demonstrating that the main trend in the development of enterprise information systems is the transition to distributed, autonomous, and highly integrated cyber-physical systems that form intelligent networks and smart manufacturing.

Keywords: information, information system, enterprise, technology, processing, distributed information systems

For citation: Zlydnev I.M. General characteristics of the evolution of information systems of enterprises // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2026; 2(89):61–67.

уровне предприятий производятся необходимые товары и оказываются требуемые услуги.

Основными функциями предприятия являются следующие: «производственная, коммерческая, финансовая, административная и правовая, социальная, инновационная» [1]. Реализация данных основных функций предприятий

в настоящее время немислима без использования информационных систем (ИС).

Информационные системы играют ключевую роль в деятельности современных предприятий, обеспечивая поддержку, управление и оптимизацию различных бизнес-процессов, к которым можно отнести следующие процессы: управление данными, автоматизацию бизнес-процессов, повышение эффективности и производительности, анализ и планирование, совершенствование взаимодействия внутри и вне предприятия, поддержку и принятие решений, реализацию конкурентных преимуществ, обеспечение безопасности информации, управление различными рисками, инновационное развитие предприятия [2]. В целом роль информационных систем в условиях динамичного рынка и активного развития информационных технологий заключается в том, что они являются обязательным инструментом современных предприятий для решения задач эффективного управления и обеспечения их конкурентоспособности

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В рамках современных исследований различают несколько подходов к определению понятия «информационная система», каждый из которых подчеркивает различные аспекты структуры, целей и функций системы.

Выделяют следующие подходы к определению понятия «информационная система» [2]: теоретико-множественный, системно-целевой, процессный, структурный; функциональный, нормативно-правовой, технологический, кибернетический, информационный, математический, экономический.

В теоретико-множественном подходе рассматривают информационную систему как совокупность содержащейся в базах данных информации, а также технологий и технических средств, обеспечивающих ее обработку. Данный подход к определению информационной системы базируется на использовании понятий теории множеств: «множество», «элементы множества», «отношения на множествах». Информационная система при этом представляется как совокупность различных множеств элементов (например, пользователей, данных, процессов, программных и технических средств) и отношений между ними, которые формализуются в виде математических структур [3].

Системно-целевой (аксиологический) подход акцентирует внимание на целях, которые реализует система, учитывая структуру целей, соответствующие организационные, производственные и ИТ-структуры, методы, средства и алгоритмы. Этот подход к определению информационной системы основывается на рассмотрении системы как

организованной совокупности компонентов, взаимодействующих для достижения определенных целей организации, предприятия или пользователя, подход подчеркивает приоритет целей и задач организации, структурируя и оптимизируя все компоненты информационной системы для их достижения [4].

Процессный подход базируется на описании ИС через анализ бизнес-процессов, на выделении целей, внутренних и внешних элементов, отношений и взаимодействий, а также функций и закономерностей. Этот подход к определению информационной системы предполагает рассмотрение ИС как совокупности взаимосвязанных процессов, каждый из которых преобразует входные ресурсы (данные, информацию, оборудование, персонал) в конкретные выходные результаты, обладающие ценностью для конечного пользователя или организации. Информационная система описывается через сеть бизнес-процессов, каждый из которых имеет четко обозначенные входы, выходы, ресурсы, ответственность, показатели эффективности и границы процесса. Целью процессного подхода являются оптимизация, стандартизация и повышение прозрачности процессов, их эффективности и управляемости, а также выстраивание интегрированной целостной системы управления [5].

Наряду с сервисным подходом выделяют сервис-ориентированный подход, который используется для описания процессов, протекающих в информационных системах [6].

В рамках структурного подхода информационная система – комплекс подсистем: технической, программной, организационной, правовой, информационной и математической, каждая из которых отвечает за отдельное обеспечение функционирования системы. Этот подход к определению информационной системы основывается на ее декомпозиции – разбиении на функциональные подсистемы и подфункции, которые далее подразделяются на задачи и конкретные процедуры, при этом сохраняется целостное представление системы с взаимосвязанными компонентами. Структурный подход обеспечивает системное, иерархическое представление информационной системы через функции и структуры, что способствует эффективному проектированию, анализу и сопровождению систем, сохраняя их целостность и согласованность [7].

В функциональном подходе ИС определяют как организационно-техническую систему, предназначенную для выполнения информационно-вычислительных работ или предоставления соответствующих услуг пользователям, ориентируясь на потребности систем управления и их пользователей. Этот подход к определению информационной системы основан на рассмотрении информационной системы как совокупности взаимосвязанных функций, которые она выполняет для достижения целей организации или пользователя. Основное внимание при этом уде-

ляется именно функциям системы — сбору, хранению, обработке и выдаче информации, которые используются для поддержки принятия решений и управленческих процессов. Функциональный подход позволяет выделять в составе информационной системы различные подсистемы и компоненты по признаку выполняемых ими функций, что упрощает анализ, проектирование и внедрение ИС. Подход позволяет определить, какие функции должна выполнять информационная система в рамках конкретного бизнеса или организации, обеспечить своевременную выдачу достоверной информации и организовать информационные потоки для поддержки решения управленческих задач и достижения целей организации [8].

Нормативно-правовой подход к определению информационной системы основан на юридической дефиниции и регулировании информационных систем через законы и нормативные акты. Согласно этому подходу информационная система рассматривается как совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств. В российском законодательстве, например в статье 2 Федерального закона «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», информационная система определяется именно так. Суть нормативно-правового подхода заключается в том, что информационные системы рассматриваются как объекты права, на которые распространяются определенные юридические нормы, регулирующие создание, использование, эксплуатацию и защиту таких систем. Этот подход предполагает выделение в структуре информационной системы трех основных компонентов: информационное наполнение (базы данных), технологии обработки информации (программные и технические средства) и субъекты, участвующие в информационных процессах [9].

Можно также выделить отраслевой подход к определению информационной системы, который включает: технологический, кибернетический, информационный и математический и другие, например экономический.

Технологический или технико-технологический подход к определению информационной системы рассматривает ИС как совокупность технических средств и технологических процессов, обеспечивающих сбор, передачу, хранение, обработку и выдачу информации. Основой этого подхода является техническое обеспечение системы, включающее аппаратное оборудование (компьютеры, серверы, коммуникационные устройства, периферийные устройства) и программное обеспечение, обеспечивающее работу ИС [9].

Кибернетический подход к определению информационной системы рассматривает ИС как управляемую динамическую систему, в которой процессы обмена и обработки информации служат обеспечению целенаправленного

управления объектом. В основе этого подхода лежат принципы кибернетики — науки об общих законах управления в живых организмах, машинах и социальных системах. В данном подходе информационная система — это комплекс, обеспечивающий управление объектом с помощью информационных потоков, основанный на принципах обратной связи и алгоритмах принятия решений, что позволяет достигать заданных целей и поддерживать необходимое состояние системы в условиях внешних и внутренних возмущений [10, 11].

Информационный подход к определению информационной системы рассматривает ИС как взаимосвязанную совокупность средств, методов и персонала, предназначенную для сбора, хранения, обработки и выдачи информации с целью поддержки принятия решений и достижения поставленных целей. Этот подход акцентирует внимание на информационных потоках и их управлении, подчеркивая ключевую роль информации как основного объекта в системе.

Согласно информационному подходу информационная система включает не только технические и программные средства, но и организационные, методологические компоненты и человеческий фактор. Важной частью является информационное обеспечение, которое обеспечивает формирование, классификацию, кодирование и своевременную выдачу достоверной информации для решения управленческих и прикладных задач [4].

Математический подход к определению информационной системы базируется на построении формальных моделей, которые описывают структуру, функции и процессы системы с помощью математических методов и алгоритмов. В данном подходе информационная система рассматривается как объект, свойства и поведение которого отображаются с помощью математических моделей, обеспечивающих формальное описание процессов обработки и управления информацией.

Основная цель математического подхода — создание моделей, которые позволяют анализировать, прогнозировать и оптимизировать работу информационных систем. К таким моделям относятся функциональные модели, уравнения, алгоритмы, теории множеств, графы, логические и статистические методы. С помощью этих моделей можно формализовать взаимодействие компонентов ИС, информационные потоки, а также процессы принятия решений и управления [12].

Экономический подход к определению информационной системы предполагает рассмотрение ее как совокупности средств, методов и специалистов, предназначенных для сбора, хранения, обработки и выдачи информации, необходимой для управления экономическим объектом

или процессом, с учетом эффективности и экономических выгод использования [13, 14].

Понятие «информационная система» определено в национальных и межгосударственных, международных стандартах:

- в международном стандарте ISO 2382:2015 «Information Technologies – Vocabulary», в межгосударственном стандарте ГОСТ 33707–2016 «Информационные технологии. Словарь» (модифицирован по отношению к предыдущему международному стандарту) – «система, организующая обработку информации о предметной области и ее хранение»¹.

Все приведенные подходы к определению информационной системы в значительной степени совпадают, однако общепринятого определения понятия «информационная система» не выработано.

Различают понятие информационной системы в узком и в широком смысле.

В широком смысле согласно Федеральному закону от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» «информационная система – совокупность содержащейся в базах данных информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий и технических средств».

В узком смысле под информационной системой понимают «программно-аппаратную систему, предназначенную для автоматизации целенаправленной деятельности конечных пользователей, обеспечивающую в соответствии с заложенной в нее логикой обработки возможность получения, модификации и хранения информации» [15].

В работе [16] отмечается: «Информационной системой, по существу, называют определенное и конкретизированное подмножество компонентов ИС из широкого представления: базы данных, системы управления ими (СУБД), общесистемное и специальное программное обеспечение (ОПО и СПО), техническое обеспечение».

Зачастую в определении информационной системы совмещают ее толкование в узком и одновременном в широком смысле. Например, в работе [17] приводится следующее определение информационной системы: «Информационная система – совокупность информации, экономико-математических методов и моделей, технических, программных, других технологических средств и специалистов, предназначенная для обработки информации и принятия управленческих решений».

Каждая информационная система предприятия является системой управления или информационной системой управления.

Основные задачи информационной системы управления предприятием включают обеспечение сбора, хранения, обработки и предоставления достоверных данных для поддержки управленческих решений, автоматизацию бизнес-процессов, а также повышение эффективности и прозрачности деятельности компании.

КОРПОРАТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Информационные системы предприятий – это, как правило, корпоративные информационные системы (КИС). «КИС – это информационная система, в которой в автоматизированном режиме решается значительная часть как обеспечивающих и вспомогательных задач, так и целевых задач, определяющих основные виды деятельности объекта управления» [18].

Современная КИС включает комплекс программных и аппаратных средств, универсальных и специализированных приложений, а также организационно-нормативные компоненты, которые обеспечивают интеграцию и автоматизацию всех ключевых бизнес-процессов организации.

Основные компоненты современной КИС [19, 20]:

- программные модули для автоматизации управления производством, логистикой, финансами, персоналом, продажами и отношениями с клиентами (ERP, CRM, SCM и другие специализированные системы);
- единое хранилище данных и интегрированные базы (централизованные БД, обработка и синхронизация информации для всех подразделений);
- подсистемы управления документооборотом, включая электронное хранение документов, автоматизированную обработку и защиту информации;
- аппаратно-техническая база: серверы, рабочие станции, периферия, сети передачи данных, облачные и локальные инфраструктуры;
- система поддержки принятия решений: средства аналитики, бизнес-аналитика, генераторы отчетов и показатели эффективности;
- организационно-нормативные элементы: регламенты, правила доступа, инструкции и политики безопасности, кадровые ресурсы для поддержки и развития системы;

¹ ГОСТ 33707–2016 Информационные технологии. Словарь. – М.: Стандартинформ, 2016; (п. 4.452).

- инструменты интеграции с внешними и внутренними системами: встраивание с ERP, CRM, облачными сервисами, обеспечение единого информационного потока;
- система защиты и контроля: обеспечение безопасности информации, контроль пользователей и защита от несанкционированного доступа.

В работах [18, 21–23] утверждается, что «в общем случае процесс функционирования КИС включает в себя ряд этапов: синтез и передача информации и управляющих сигналов средствами КИС; обработка данных, необходимых для выполнения задач, поставленных перед сложным техническим объектом (СТО) и КИС; анализ поставленных перед СТО и КИС задач; оценка обстановки; многовариантное оценивание путей выполнения задач; оценивание возможного ресурсопотребления СТО и КИС; синтез управления СТО соответствующими средствами КИС; планирование использования элементов и подсистем СТО и средств КИС; выбор наиболее предпочтительных программ управления СТО средствами КИС; контроль доведения и выполнения программ по управлению СТО средствами КИС; оперативное управление СТО средствами КИС».

При этом в работах [18, 21] отмечается: одной из главных особенностей процесса функционирования КИС является то, что КИС, ее элементы и подсистемы подвержены физическому и моральному старению, что предполагает модернизацию КИС.

ИС являются сложными техническими системами со всеми присущими сложным системам свойствами: иерархичностью построения, сложностью, динамичностью, функционированием в условиях существенной неопределенности, целостностью и эмерджентностью [18, 21].

Современные информационные системы предприятий прошли путь от классических корпоративных информационных систем к современным киберфизическим системам, которые интегрируют физические процессы с цифровыми технологиями и обеспечивают высокий уровень автоматизации и адаптивности.

Впервые термин «киберфизическая система» (КФС, Cyber-physical system, CPS) был введен сотрудницей Национального научного фонда США (National Science Foundation в США) Эллен Гилл для обозначения распределенной системы, в которой обработка информации происходит непосредственно в ее физических элементах [24, 25].

Основные этапы эволюции корпоративных информационных систем:

- в 1960-70-х гг. появились первые системы планирования ресурсов (MRP, MRP II), ориентированные

на управление производственными процессами и ресурсами предприятия;

- в 1990-х гг. сформировались ERP-системы, которые объединили функции управления ресурсами всего предприятия и интегрировали бизнес-процессы внутренние и внешние;
- в 2000-х гг. внедрение веб-технологий и сервис-ориентированных архитектур позволило расширить функциональность и создать облачные решения, делающие ИС более гибкими и масштабируемыми;
- далее появились CRM-системы для управления взаимоотношениями с клиентами, SCM (управление цепочками поставок) и другие специализированные системы, обеспечивающие более глубокую интеграцию бизнес-процессов.

Киберфизические системы объединяют информационные технологии и физические компоненты, включая датчики, исполнительные устройства, коммуникационные сети и вычислительные ресурсы, что позволяет контролировать и управлять физическими процессами в реальном времени. Информационные системы предприятий развиваются в сторону интеграции физических процессов с цифровыми технологиями, что ведет к повышению конкурентоспособности и устойчивости бизнеса.

Киберфизические системы обеспечивают новые возможности для автоматизации, контроля, прогнозирования и оптимизации, что становится решающим преимуществом в условиях динамичного рынка и цифровой трансформации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей статье рассмотрена общая характеристика эволюции, рассмотрены основные подходы к определению информационных систем: теоретико-множественный, системно-целевой, процессный, структурный, функциональный, нормативно-правовой, технологический, кибернетический, информационный, математический, экономический; представлены особенности каждого подхода. Дана краткая характеристика корпоративных информационных систем, показано, что основной тенденцией развития корпоративных информационных систем предприятий явля-

ется переход к распределённым, автономным и высокоинтегрированным киберфизическим системам, формирующим интеллектуальные сети и «умные» производства.

Рецензент: Ломакин Михаил Иванович, доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник ГНЦ РФ ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, Российская Федерация. E-mail: lomakin@vniigochs.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4191-1348>

Список литературы

1. Экономика предприятия / Под общей редакцией С.П. Кирильчук. – М.: Издательство Юрайт, 2023. – 458 с.
2. Дацун Н.Н. Теоретические основы информационных систем. – Пермь: ПГНИУ, 2019. – 100 с.
3. Антонов В.В., Куликов Г.Г., Антонов Д.В. Теоретические и прикладные аспекты построения моделей информационных систем. – Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, 2011. – 134 с.
4. Горлушкина Н.Н. Системный анализ и моделирование информационных процессов и систем. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 120 с.
5. Синева М.Н. Процессная методология оценки эффективности внедрения и использования информационных систем // Российское предпринимательство. 2009. Т. 10, № 4. С. 78–84.
6. Яковлев В.П. Корпоративные информационные системы: конспект лекций. – СПб.: СПбГТУРП, 2015. – 117 с.
7. Золотов С.Ю. Проектирование информационных систем. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2023. – 61 с.
8. Резник В.Г. Проектирование информационных систем. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2022. – 180 с.
9. Метельков А.Н. Понятие информационной системы: технические и нормативно-правовые аспекты Правовая информатика. 2025. № 2. С. 112–118.
10. Информационные системы и технологии / Под ред. Тельнова Ю.Ф. – М.: Юнити, 2017. – 544 с.
11. Boyes H. A security framework for cyber-physical systems, WMG CSC WorkingPaper, Coventry, University of Warwick, 2017.
12. Звягин Л.С. Математические методы системного анализа // Молодой ученый. 2014. № 18 (77). С. 1–5.
13. Информатика для экономистов. Практикум: учеб. пособие для бакалавров / Под ред. В.П. Полякова, В.П. Косарева. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 343 с.
14. Информационные системы в экономике: учебник для вузов / В.Н. Волкова, В.Н. Юрьев, С.В. Широкова, А.В. Логинова; под редакцией В.Н. Волковой, В.Н. Юрьева. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 402 с.
15. Грекул В.И., Коровкина Н.Л., Левочкина Г.А. Проектирование информационных систем. – М.: Издательство Юрайт, 2026. 404 с.

References

1. The economy of the enterprise / Edited by S.P. Kirilchuk. Moscow: Yurait Publishing House, 2023. 458 p.
2. Datsun N.N. Theoretical foundations of information systems. – Perm: PGNIU, 2019. – 100 p.
3. Antonov V.V., Kulikov G.G., Antonov D.V. Theoretical and applied aspects of building models of information systems. – Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co.KG, 2011. – 134 p.
4. Gorkushkina N.N. System analysis and modeling of information processes and systems. St. Petersburg: ITMO University, 2016. 120 p.
5. Sineva M.N. Process methodology for evaluating the effectiveness of the implementation and use of information systems // Russian entrepreneurship. 2009. Vol. 10, No. 4. Pp. 78–84.
6. Yakovlev V.P. Corporate information systems: lecture notes. – St. Petersburg, SPbGTURP. 2015. – 117 p.
7. Zolotov, S.Y. Designing information systems / S.Y. Zolotov. Tomsk: Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics, 2023. 61 p.
8. Reznik V.G. Designing information systems. Tomsk: Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics, 2022, 180 p.
9. Metelkov A.N. The concept of an information system: technical and regulatory aspects of Legal informatics. 2025. No. 2. Pp. 112–118.
10. Information systems and technologies / Edited by Telnova Yu.F. – M.: Unity, 2017. 544 p.
11. Boyes H. A security framework for cyber-physical systems, WMG CSC WorkingPaper, Coventry, University of Warwick, 2017.
12. Zvyagin L.S. Mathematical methods of system analysis // Young Scientist. 2014. No. 18 (77). Pp. 1–5.
13. Computer science for economists. Practicum: study. Bachelor's Manual / Edited by V.P. Polyakov, V.P. Kosarev. Moscow: Yurait Publishing House, 2013. 343 p.
14. Information systems in economics : a textbook for universities / V.N. Volkova, V.N. Yuryev, S.V. Shirokova, A.V. Loginova ; edited by V. N. Volkova, V.N. Yuryev. Moscow: Yurait Publishing House, 2024. 402 p.
15. Grekul V.I., Korovkina N.L., Lyovochkina G.A. Designing information systems. Moscow: Yurait Publishing House, 2026. 404 p.

16. Лебедев Р.В. Метод управления ресурсами в клиент-серверных информационных системах на основе доверия: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Лебедев Роман Владимирович. – Красноярск, 2021. – 146 с.
17. Кононыхин С.А. Методика обоснования вариантов модернизации составных частей наследуемых прикладных распределенных информационных систем: дис. ... канд. техн. наук: 05.25.05 / Кононыхин Сергей Александрович. – Москва, 2012. – 208 с.
18. Потрясаев С.А. Синтез технологий и комплексных планов управления информационными процессами в промышленном интернете: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.11 / Потрясаев Семен Алексеевич. – СПб., 2020. – 312 с.
19. Дубенецкий В.А., Советов Б.Я., Цехановский В.В. Проектирование корпоративных информационных систем. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. – 191 с.
20. Лисецкий Ю.М. Модели сопровождения информационных систем предприятия по этапам жизненного цикла // Программные продукты и системы. 2018. №3. С. 455–460.
21. Захаров В.В. Модели и алгоритмы планирования функционирования и модернизации корпоративной информационной системы на основе сервис-ориентированного подхода: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01 / Захаров Валерий Вячеславович. – СПб., 2021. – 172 с.
22. Асадуллаев Р.Г., Ломакин В.В. Интегрированная модель поддержки жизненного цикла проектов автоматизированных систем // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2018. № 2. С. 5–9.
23. Иконникова А.В., Петрова И.А., Потрясаев С.А., Соколов Б.В. Динамическая модель комплексного планирования модернизации и функционирования информационной системы // Приборостроение. 2008. №11. С. 62–69.
24. Lee E.A., Seshia S.A. Introduction to embedded systems: A cyber-physical systems approach. London: MIT Press, 2016.
25. Ватаманюк И.В., Яковлев Р.Н. Обобщенные теоретические модели киберфизических систем // Известия Юго-Западного государственного университета. 2019. Т. 23, № 6. С. 161–175.
16. Lebedev R.V. Resource management method in client-server information systems based on trust: dis. ... Candidate of Technical Sciences: 05.13.01 / Lebedev Roman Vladimirovich. – Krasnoyarsk, 2021. – 146 p.
17. Kononikhin S.A. Methodology of substantiation of modernization options for components of inherited applied distributed information systems: dis. ... Candidate of Technical Sciences: 05.25.05 / Kononikhin Sergey Alexandrovich. – Moscow, 2012. – 208 p.
18. Shockaev S.A. Synthesis of technologies and integrated information process management plans in the industrial Internet: dis. ... Doctor of Technical Sciences: 05.13.11 / Shock Semen Alekseevich. – St. Petersburg, 2020. – 312 p.
19. Dubenetsky V.A., Sovetov B.Ya., Tsekhanovsky V.V. Designing corporate information systems. St. Petersburg: Publishing House of SPbSETU «LETI», 2013. 191 p.
20. Lisetsky Yu. M. Models of maintenance of enterprise information systems by stages of the life cycle // Software products and systems. 2018. No. 3. Pp. 455–460.
21. Zakharov V.V. Models and algorithms for planning the functioning and modernization of a corporate information system based on a service-oriented approach: dis. ... Candidate of Technical Sciences: 05.13.01 / Valery V. Zakharov, St. Petersburg, 2021, 172 p.
22. Asadullaev R.G., Lomakin V.V. Integrated life cycle support model for automated systems projects // Scientific Bulletin of Belgorod State University. Series: Economics. Computer science. 2018. No. 2. Pp. 5–9.
23. Ikonnikova A.V., Petrova I.A., Shoshenaev S.A., Sokolov B.V. Dynamic model of integrated planning of modernization and functioning of the information system // Instrument engineering. 2008. No.11. Pp. 62–69.
24. Lee E.A., Seshia S.A. Introduction to embedded systems: A cyber-physical systems approach. London: MIT Press, 2016.
25. Vatamanyuk I.V., Yakovlev R.N. Generalized theoretical models of cyberphysical systems // Proceedings of the Southwestern State University. 2019;23(6):161–175.