

Приложение

УТВЕРЖДЕНА
приказом ФГБУ «Институт
стандартизации»
от 10.01.2024 № 4

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

2.3.8 «Информатика и информационные процессы»

по техническим наукам

Москва, 2024

Программа-минимум кандидатского экзамена по научной специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы» составлена на основании Паспорта научной специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы» номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени, утвержденной приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24 февраля 2021 г. №118.

Программа-минимум кандидатского экзамена разработана рабочей группой в составе:

д-р техн. наук, профессор Фролов В.А.

д-р техн. наук Бурый А.С.

Руководитель рабочей группы д-р техн. наук Бурый А.С.

Программа-минимум кандидатского экзамена обсуждена и утверждена на заседании НТС ФГБУ «Институт стандартизации» протокол № 2 от 24 апреля 2023 г.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ	6
ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ.....	6
1. Основы информатики.....	6
2. Хранение, обработка и анализ информации.....	8
3. Информационные системы и технологии	9
4. Программное и техническое обеспечение информационных систем и процессов.....	11
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	12

ВВЕДЕНИЕ

Программа-минимум кандидатского экзамена разработана в соответствии с *Паспортом научной специальности 2.3.8 «Информатика и информационные процессы»*.

Область науки: 2. Технические науки.

Группа научных специальностей: 2.3. Информационные технологии и телекоммуникации.

Освоение программы направлено на формирование необходимого набора знаний, умений и навыков у соискателей степени кандидата наук, выполняющих исследования по указанным ниже направлениям¹:

1. Разработка компьютерных методов и моделей описания, оценки и оптимизации информационных процессов и ресурсов, а также средств анализа и выявления закономерностей на основе обмена информацией пользователями и возможностей используемого программно-аппаратного обеспечения.
2. Техническое обеспечение информационных систем и процессов, в том числе новые технические средства сбора, хранения, передачи и представления информации. Комплексы технических средств, обеспечивающих функционирование информационных систем и процессов, накопления и оптимального использования информационных ресурсов.
3. Разработка методов и алгоритмов кодирования, сжатия и размещения информации для повышения эффективности и надежности функционирования инфокоммуникационных систем при ее хранении и передаче.
4. Разработка методов и технологий цифровой обработки аудиовизуальной информации с целью обнаружения закономерностей в данных, включая обработку текстовых и иных изображений, видео контента. Разработка методов и моделей распознавания, понимания и синтеза речи, принципов и методов извлечения требуемой информации из текстов.
5. Лингвистическое обеспечение информационных систем и процессов. Методы и средства проектирования словарей данных, словарей индексирования и поиска информации, тезаурусов и иных лексических комплексов. Методы семантического, синтаксического и прагматического анализа текстовой информации для представления в базах данных и организации интерфейсов информационных систем с пользователями.
6. Обеспечение информационных систем и процессов, применения информационных технологий и систем в принятии решений на различных уровнях управления. Общие принципы и основы организации информационных служб и электронных библиотек.
7. Разработка методов обработки, группировки и аннотирования информации, в том числе, извлеченной из сети интернет, для систем поддержки принятия решений, интеллектуального поиска и анализа.

¹ Заимствовано из паспорта научной специальности 2.3.8.

8. Разработка систем принятия решения на основе баз данных и знаний, реализующих имитационные модели прогнозирования изменения материальных процессов и событий.
9. Разработка архитектур программно-аппаратных комплексов поддержки цифровых технологий сбора, хранения и передачи информации в инфокоммуникационных системах, в том числе, с использованием «облачных» интернет-технологий и оценка их эффективности.
10. Исследования и разработка требований к программно-техническим средствам современных телекоммуникационных систем на базе вычислительной техники.
11. Разработка принципов организации и технологий реализации систем управления базами данных и знаний, создание специализированных информационных систем управления текстовыми, графическими и мультимедийными базами данных. Создание языков описания данных, языков манипулирования данными, языков запросов.
12. Разработка технологий извлечения и анализа информации в больших базах данных, в том числе, с использованием концепции многомерного представления (OLAP) и интеллектуального анализа данных (Data Mining) статического и в реальном масштабе времени, реализация моделей баз знаний.
13. Разработка и применение методов распознавания образов, кластерного анализа, нейросетевых и нечетких технологий, решающих правил, мягких вычислений при анализе разнородной информации в базах данных.
14. Разработка и исследование принципов организации и функционирования распределенных информационных систем и баз данных, прикладных протоколов информационных сетей, форматов представления данных и языков информационного поиска в распределенных информационных ресурсах.
15. Разработка новых интернет-технологий, включая средства поиска, анализа и фильтрации информации, в том числе методы и технологии, обеспечивающие безопасный интернет.
16. Автоматизированные информационные системы, ресурсы и технологии по областям применения (научные, технические, экономические, образовательные, гуманитарные сферы деятельности), форматам обрабатываемой, хранимой информации. Системы принятия групповых решений, системы проектирования объектов и процессов, экспертные системы и др.
17. Разработка методов обеспечения надежной обработки информации и обеспечения помехоустойчивости информационных коммуникаций для целей передачи, хранения и защиты информации; разработка основ теории надежности и безопасности использования информационных технологий.
18. Разработка инфокоммуникационных технологий реализации концепции интернет-вещей.

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины:

- основы информатики;
- информационные системы и технологии;
- системы управления базами данных;
- основы программирования;
- системный анализ;

- теория и методы принятия решений;
- теория управления;
- методы искусственного интеллекта;
- экспертные системы.

СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

Разделы	Темы	Литература
1. Основы информатики	Тема 1.1. Основные понятия и определения информатики	[1, 10, 21, 25, 16]
	Тема 1.2. Представление и кодирование информации	[27, 28, 22]
	Тема 1.3. Информационные процессы и ресурсы	[8, 29, 14, 16]
2. Хранение, обработка и анализ информации	Тема 2.1. Основные понятия и методы хранения, сбора и анализа информации	[12, 11, 3, 30]
	Тема 2.2. Технологии обработки и анализа данных	[12, 3, 24, 30]
3. Информационные системы и технологии	Тема 3.1. Основные понятия и определения информационных систем	[7, 6, 5, 8, 26]
	Тема 3.2. Информационные технологии	[8, 7, 15, 18, 17]
	Тема 3.3. Методы и средства разработки информационных систем	[13, 23, 2, 9]
4. Программное и техническое обеспечение информационных систем и процессов	Тема 4.1. Вычислительные системы и технологии	[4, 20]
	Тема 4.1. Программные системы и технологии	[4, 8, 20]
	Тема 4.1. Инфокоммуникационные средства и технологии	[19]

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ

1. Основы информатики

ТЕМА 1.1. Основные понятия и определения информатики.

Информатика как наука, место и роль информатики в системе наук, задачи информатики [1, с. 3–5]. Понятия информации, данных, сообщений, знаний [10, с. 20–25; 21, с. 27–34]. Понятие и значение больших данных (Big Data) [25, с. 12–20]. Основные понятия и показатели качества информации, свойства информации [10, с. 37–55]. Количество информации и классификация ее мер, единицы измерения информации [10, с. 56–70]. Основные понятия классификации и структурирования информации [16, с. 31–43].

Контрольные вопросы к теме 1.1

1. Опишите предмет изучения, место и роль информатики в системе наук, перечислите и охарактеризуйте основные задачи информатики. Дайте определения понятиям: информация, данные, знания. Перечислите виды знаний.
2. Опишите сущность понятия больших данных (Big data). Укажите место и значение больших данных в современном мире.
3. Перечислите и охарактеризуйте основные показатели качества информации.
4. Перечислите основные свойства информации. Охарактеризуйте перечисленные свойства информации.
5. Опишите способы решения задачи определения количества и меры информации в структурной, статистической и семантической теории информации.
6. Дайте определения понятий: классификация, объект, классификационный признак, классификация объектов. Перечислите и охарактеризуйте системы классификации информации. Укажите, по каким признакам можно классифицировать информацию.

ТЕМА 1.2. Представление и кодирование информации.

Информация, энтропия, неопределенность [27, с. 24–32]. Основные понятия и виды кодирования информации, избыточность кодов [28, с. 4–10]. Эффективное кодирование [28, с. 10–24]. Помехоустойчивое (корректирующее) кодирование: блочное кодирование, самокорректирующееся кодирование [28, с. 24–48]. Кодирование как средство защиты информации от несанкционированного доступа [28, с. 48–58]. Модели представления знаний: продукционные модели [22, с. 7–29], семантические сети и фреймовые модели [22, с. 40–59], байесовские и нечеткие модели [22, с. 113–138].

Контрольные вопросы к теме 1.2

1. Опишите, каким образом связаны понятия информации, неопределенности и энтропии. Опишите понятие и свойства энтропии.
2. Опишите принципы, виды и алгоритмы эффективного кодирования. Перечислите недостатки эффективного кодирования.
3. Раскройте содержание понятия и приведите принципы помехоустойчивого кодирования. Опишите понятие качества корректирующего кода.
4. Опишите методы блочного помехоустойчивого кодирования.
5. Раскройте содержание понятия и приведите принципы помехоустойчивого самокорректирующегося кодирования.
6. Раскройте содержание понятия и приведите принципы кодирования как средства защиты информации от несанкционированного доступа. Приведите примеры шифров.
7. Опишите семантические сети, фреймовые, продукционные, байесовские и нечеткие модели представления знаний.

ТЕМА 1.3. Информационные процессы и ресурсы.

Понятие, логическая модель и виды информационных процессов [8, с. 98–99]. Процессы генерирования информации, восприятия информации, сбора и регистрации

информации, передачи информации, обработки информации, хранения информации, поиска информации [8, с. 99–129; 2, с. 9–27]. Моделирование и исследование информационных процессов [29, с. 28–33; 14, с. 56–82]. Информационные ресурсы, продукты и услуги [16, с. 57–62].

Контрольные вопросы к теме 1.3

1. Дайте определение понятию информационного процесса. Перечислите и кратко охарактеризуйте виды информационных процессов.
2. Опишите процессы генерирования и восприятия информации. Приведите примеры.
3. Опишите процессы передачи и обработки информации. Приведите примеры.
4. Опишите процессы хранения и поиска информации. Приведите примеры.
5. Опишите и охарактеризуйте 5. Опишите и охарактеризуйте методы и модели исследования информационных процессов и систем. Приведите примеры.
6. Расскажите о видах информационных ресурсов. Раскройте содержание понятий: информационный ресурс, информационный продукт, информационная услуга. Приведите примеры.

2. Хранение, обработка и анализ информации

ТЕМА 2.1. Основные понятия и методы хранения, сбора и анализа информации.

Виды и типы данных, операции над данными, методология обработки данных [12, с. 13–29]. Принципы построения систем, ориентированных на анализ данных [12, с. 41–100]. Алгоритмы поиска информации [12, с. 61–88]. Знания, онтологии, искусственный интеллект (ИИ), модели знаний [12, с. 127–140, 173–211]. Нечеткие множества и нечеткая логика [12, с. 254–290; 11, с. 7–22]. Хранилище данных [12, с. 41–60]. Классификация и регрессия [3, с. 102–139]. Кластеризация [3, с. 159–191].

Контрольные вопросы к теме 2.1

1. Перечислите виды и типы данных, операции над данными. Опишите методологию обработки данных, включая теоретические основы обработки данных.
2. Опишите методы и технологии цифровой обработки лингвистической, аудиовизуальной информации для повышения эффективности и надежности функционирования инфокоммуникационных систем.
3. Перечислите и опишите алгоритмы поиска при обработке лингвистической, аудиовизуальной информации, кодирования, сжатия и размещения информации для повышения эффективности и надежности функционирования инфокоммуникационных систем.
4. Дайте определения знания, онтологии, искусственный интеллект, модели знаний. Перечислите основные методы указанных разделов.
5. Дайте основные определения нечеткие множества и нечеткая логика. Поясните что такое нечеткие продукции, нечеткие выводы и нечеткая импликация.
6. Изложите концепцию хранилищ данных, их свойства. Опишите архитектуру и принципы организации хранилищ данных.

7. Дайте описание методов обработки, группировки и аннотирования информации, в том числе, извлеченной из сети интернет, для систем поддержки принятия решений, интеллектуального поиска, анализа.

ТЕМА 2.2. Технологии обработки и анализа данных.

Разработка компьютерных методов и моделей описания, оценки и оптимизации информационных процессов и ресурсов с использованием концепций систем операционной обработки (OLTP) и многомерного представления (OLAP) данных. [12, с. 30–60]. Интеллектуальный анализ данных (Data Mining) [3, с. 68–101]. Визуальный анализ данных (Visual Mining) [3, с. 192–210]. Анализ текстовой информации (Text Mining) [3, с. 211–241]. Анализ речевой информации [24]. Средства анализа процессов (Process Mining) [3, с. 382–435].

Контрольные вопросы к теме 2.2

1. Опишите технологию обработки данных, дайте определения и поясните суть этапов: консолидация, трансформация, очистка, хранение, визуализация.
2. Перечислите и охарактеризуйте известные технологии анализа информации.
3. Приведите классификацию методов и технологий цифровой обработки аудиовизуальной информации с целью обнаружения закономерностей в данных, включая обработку текстовых и иных изображений, видео контента.
4. Перечислите основные свойства обнаруживаемых при интеллектуальном анализе данных (Data Mining) знаний.
5. Приведите характеристики средств и методы визуального анализа данных (Visual Mining).
6. Приведите задачи и методы анализа текстовой информации.
7. Опишите предметную область, основные применения и задачи цифровой обработки речевых сигналов.
8. Опишите задачи и методы проведения анализа процессов (Process Mining).

3. Информационные системы и технологии

ТЕМА 3.1. Основные понятия и определения информационных систем.

Основные понятия и определения информационных систем [7, с. 62–64]. Состав и структура информационной системы [7, с. 66–73]. Информационные компоненты в системах управления [7, с. 75–82]. Классификация информационных систем [7, с. 64–66]. Разработка принципов организации и технологий реализации систем управления базами данных и знаний [6, с. 34–56]. Автоматизированные информационно-поисковые системы [5, с. 50–52]. Системы принятия решений [8, с. 240–245]. Экспертные системы. [8, с. 247–250]. Моделирование информационных систем [26, с. 92–131].

Контрольные вопросы к теме 3.1

1. Дайте определение информационной системе. Укажите функции, которые выполняют автоматизированные информационные системы. Перечислите виды информационных систем.
2. Дайте определение базы данных. Укажите место базы данных в информационной системе. Опишите назначение систем управления базами данных.

3. Определите различие между данными и метаданными. Дайте определение словарю данных и укажите его назначение.
4. Дайте определение системе принятия решений. Приведите примеры.
5. Дайте определение экспертной системы. Приведите примеры использования экспертных систем в различных областях человеческой деятельности.
6. Опишите основные подходы к моделированию информационных систем.

ТЕМА 3.2. Информационные технологии.

Информационная технология: понятийная и структурная характеристики [8, с. 10–39]. Классификация информационных технологий [8, с. 41–58]. Лингвистическое обеспечение информационных систем и процессов [7, с. 201–242]. Модели тезаурусов и иных лексических комплексов в информационном поиске [15, с. 155–160]. Реляционные базы данных [18, с. 35–51]. Словари индексирования и поиска информации [18, с. 144–168]. Обеспечение информационных систем и процессов, применения информационных технологий и систем в принятии решений на различных уровнях управления [17, с. 402–423]. Общие принципы и основы организации информационных служб и электронных библиотек [17, с. 424–428].

Контрольные вопросы к теме 3.2

1. Опишите понятийные и структурные характеристики информационной технологии.
2. Перечислите основные признаки информационной технологии. Укажите типы информационных технологий.
3. Опишите принципы организации баз данных.
4. Опишите состав лингвистического обеспечения информационных систем и процессов.
5. Назовите основные методы и средства проектирования словарей данных.
6. Укажите в чем особенность словарей индексирования и поиска информации.
7. Назовите основные модели тезаурусов и иных лексических комплексов.
8. Опишите роль информационных технологий в принятии решений на различных уровнях управления.
9. Охарактеризуйте общие принципы и основы организации информационных служб и электронных библиотек.

ТЕМА 3.3. Методы и средства разработки информационных систем.

Основные понятия технологии проектирования информационных систем [13, с. 9–38]. Методы проектирования информационных систем [13, с. 38–45]. Организация проектирования информационных систем [13, с. 46–61]. Разработка технологий реализации концепции интернет-вещей. [23, с. 5–30]. Разработка систем принятия решения на основе баз данных и знаний, реализующих имитационные модели прогнозирования изменения материальных процессов и событий [2, с. 14–20]. Принципы организации и функционирования распределенных информационных систем и баз данных [9, с. 5–64].

Контрольные вопросы к теме 3.3

1. Назовите этапы технологии проектирования информационных систем.

2. Охарактеризуйте методы проектирования информационных систем.
3. Опишите концепцию интернет-вещей. Укажите роль инфокоммуникационных технологий в реализации концепции интернет-вещей.
4. Опишите состав системы принятия решения на основе баз данных и знаний.
5. Раскройте актуальность организации распределенной обработки данных. Дайте определение понятию распределенной обработки данных. Назовите основные идеи, лежащие в основе распределенных автоматизированных информационных систем.
6. Перечислите основные принципы создания и функционирования распределенных баз данных. Опишите способы реализации распределенной обработки данных.

4. Программное и техническое обеспечение информационных систем и процессов

ТЕМА 4.1. Вычислительные системы и технологии.

Архитектура вычислительных систем [4, с. 20–28]. Информационно-логические основы построения вычислительных машин [4, с. 56–80]. Системы телекоммуникаций [4, с. 437–449]. Качество и эффективность систем [4, с. 491–540]. Облачные технологии [20, с. 576–602].

Контрольные вопросы к теме 4.1

1. Перечислите основные элементы вычислительных систем. Покажите взаимосвязи между ними. Охарактеризуйте каждый элемент.
2. Дайте определение информационной системы и сформулируйте необходимость в вычислительных средствах.
3. Охарактеризуйте особенности архитектуры многомашинных, многопроцессорных вычислительных систем.
4. Дайте характеристику форм представления информации в вычислительных системах и технологиях.
5. Охарактеризуйте показатели эффективности информационных систем.
6. Дайте определение понятия «облачные технологии», перечислите характеристики облачных технологий.

ТЕМА 4.2. Программные системы и технологии.

Программное управление [4, с. 273–296]. Технология создания программных систем [8, с. 85–97]. Организация процесса разработки [20, с. 20–51]. Формирование и анализ требований к программному обеспечению [20, с. 131–148]. Проектирование программных систем [20, с. 149–185].

Контрольные вопросы к теме 4.2

1. Назовите основные режимы работы компьютеров и дайте им краткую характеристику.
2. Охарактеризуйте технологию проектирования информационных систем. Определите, каким образом они связаны с программными системами.
3. Опишите жизненный цикл создания программной системы. Поясните основную идею выделения видов основной деятельности для бизнес-процессов.

4. Дайте характеристику процессов формирования требований и анализа требований. Приведите различия требований заказчика и требований разработчика.
5. Опишите, что такое модели данных, модели архитектуры, модели подсистем применительно к программным системам.

ТЕМА 4.3. Инфокоммуникационные средства и технологии.

Основы сетей передачи данных [19, с.39–75]. Архитектура и стандартизация сетей [19, с.108–136]. Качество Обслуживания в сетях передачи данных [19, с.184–224]. Беспроводная передача данных [19, с.284–309]. Сетевые службы [19, с.794–827].

Контрольные вопросы к теме 4.3

1. Перечислите основные элементы сетей передачи данных. Приведите элементы, которые относятся к инфокоммуникационным средствам и технологиям.
2. Охарактеризуйте модель открытых систем. Перечислите уровни и охарактеризуйте, каким образом производится сборка пакетов.
3. Охарактеризуйте технологию беспроводной передачи информации по сравнению с проводной.
4. Дайте характеристику возникновению очередей в сетях с коммутацией пакетов. Укажите характеристики, которые влияют на очередь.
5. Охарактеризуйте сетевые службы: электронная почта, веб-служба, IP-телефония, протокол передачи данных.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаменко Ю.В. Информатика. Базовый курс: учеб. пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та. – 2017. – 166 с.
2. Аксенов К.А. Моделирование и принятие решений в организационно-технических системах. Часть 1. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. – 2015. – 104 с.
3. Барсегян А.А., Куприков М.С., Холод И.И., Тесс М.Д., Елизаров С.И. Анализ данных и процессов: учеб. пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 512 с.
4. Бройдо В.Л., Ильина О.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб: Питер. – 2011. – 560 с.
5. Бурцева И.П. и др. Информационные системы. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та. – 2009. – 128 с.
6. Гайдамакин Н.А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных. Вводный курс. – М.: Гелиос АРВ. – 2002. – 368 с.
7. Голицына О.Л. и др. Информационные системы. – М.: ФОРУМ. – 2007. – 496 с.
8. Громов Ю.Ю. и др. Информационные технологии: учебник. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – 2015. – 260 с.
9. Демина А.В., Алексенцева О.Н. Распределенные системы. – Саратов: Саратовский социально-экономический институт. – 2018. – 108 с.
10. Еременко В.Т., Минаев В.А., Фисун А.П., Константинов И.С., Коськин А.В., Белевская Ю.А., Дворянкин С.В., Рытов М.Ю., Павлинов И.А. Теория информации и информационных процессов: учебник для вузов. – Орел: Госуниверситет – УНПК. – 2015. – 443 с.

11. Заде Л.А. Нечеткие множества // Нечеткие системы и мягкие вычисления. – 2015. – Т. 10. – Вып. 1. – С. 7–22.
12. Корнеев В.В., Гареев С.В., Васютин С.В., Райх В.В. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации. – М.: «Нолидж», 2000. – 352 с.
13. Коцюба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Основы проектирования информационных систем. – СПб: Университет ИТ-МО. – 2015. – 206 с.
14. Лисицин Л.А., Катыхин А.И., Халин Ю.А. Теоретические основы и методы исследования информационных процессов и систем: учебное пособие. – Курск: ЮЗГУ. – 2017. – 126 с.
15. Лукашевич Н.В. Тезаурусы в задачах информационного поиска. – М. – 2010. – 396 с.
16. Макарова Н.В., Волков В.Б. Информатика: Учебник для вузов. – СПб.: Питер. – 2011. – 576 с.
17. Максимов Н.В., Партыка Т.Л., Попов И.И. Современные информационные технологии. – М.: ФОРУМ. – 2008. – 512 с.
18. Мамедли Р.Э. Системы управления базами данных: Учебное пособие. – Нижневартовск: Изд-во Нижневартовского государственного университета. – 2021. – 214 с.
19. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб: Питер. – 2010. – 944 с.
20. Орлов С.А. Программная инженерия: Учебник для вузов, 5-е изд. – 2016. – СПб: Питер. – 640 с.
21. Остроух А.В., Суркова М. Интеллектуальные информационные системы и технологии: Монография. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2015. – 370 с.
22. Родзин С.И., Родзина О.Н. Модели представления знаний. Практикум по курсу «Системы искусственного интеллекта»: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ЮФУ. – 2014. – 150 с.
23. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю. Интернет вещей: учебное пособие. – Самара: ПГУТИ. – 2015. – 200 с.
24. Столбов М.Б. Основы анализа и обработки речевых сигналов – СПб.: НИУ ИТМО. – 2021. – 101 с.
25. Тесленко И.Б. и др. Big Data = Большие данные: учеб. пособие. – Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ. – 2021. – 123 с.
26. Федорова Г.Н. Информационные системы. – М.: Издательский центр «Академия». – 2013. – 208 с.
27. Чернецова Е.А. Теория информации и кодирования. Практикум. – СПб.: РГГМУ. – 2021. – 172 с.
28. Шавенько Н.К. Основы теории кодирования и сжатия сообщений: учебно-методическое пособие. – М: МИИГАиК. – 2020. – 87 с.
29. Шагова Г.В., Топчиев И.Н. Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий: учебное пособие. – Ставрополь: Изд-во СКФУ. – 2016. – 180 с.
30. Москвитин А.А. Данные, информация, знания: методология, теория, технологии: Монография. – СПб.: Издательство «Лань». – 2022. – 236 с.