

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

«Утверждаю»  
Заведующий кафедрой ТО и ЗИ



А.А. Сирота

«31» августа 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.51.02 Алгоритмы кодирования и сжатия информации

**1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:**

10.05.01 Компьютерная безопасность

**2. Профиль подготовки/специализации:**

Анализ безопасности компьютерных систем, Математические методы защиты информации

**3. Квалификация (степень) выпускника:** специалист

**4. Форма образования:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

Кафедра технологий обработки и защиты информации

**6. Составители программы:**

Акимов Алексей Викторович, к.ф.-м.н., ассистент

**7. Рекомендована:**

Научно-методическим советом ФКН, протокол № 7 от 31.08.2020г.

**8. Учебный год:** 2023-2024 и 2024-2025      **Семестр(ы):** 9,11

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:** углубление знаний в области теории информации, в частности теории кодирования и сжатия информации, а также в получении навыков разработки и применения соответствующих технологий в задачах передачи, преобразования и хранения информации.

Основные задачи дисциплины:

- овладение фундаментальными знаниями по теории кодирования и сжатия информации;
- овладение технологиями кодирования и сжатия, восстановления и хранения информации;
- приобретение практических навыков работы при реализации кодирующих и декодирующих алгоритмов, а также алгоритмов сжатия.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина базовой части профессионального цикла ООП (Б1).

Для успешного освоения дисциплины необходимы входные знания в области информатики и теории информации, базовые навыки программирования и знакомство с общематематическими дисциплинами.

**11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

*а) общекультурные (ОК)*

*б) общепрофессиональные (ОПК)*

- способностью использовать языки и системы программирования, инструментальные средства для решения профессиональных, исследовательских и прикладных задач (ОПК-8)

*в) профессиональные (ПК)*

*г) профессионально-специализированные (ПСК)*

- способностью учитывать в профессиональной деятельности современные тенденции развития алгоритмов кодирования и сжатия различных видов информации (ПСК-1.5);

**12. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине:**

Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ПСК-1.5	Способность учитывать в профессиональной деятельности современные тенденции развития алгоритмов кодирования и сжатия различных видов информации	главные принципы и способы кодирования и декодирования, методы исследования и их применений в ЭВМ и системах защиты информации	кодировать и декодировать сообщения источника одним из изученных кодов, оценивать его оптимальность и помехоустойчивость	практическими навыками применения и оценки алгоритмов и технологий кодирования и декодирования информации, а также сжатия и восстановления данных для различных задач передачи, преобразования и хранения информации
ОПК-8	способностью использовать языки и системы программирования, инструментальные средства для решения профессиональных, исследовательских и прикладных задач	знать особенности применения языков, систем программирования и инструментальных средств при решении задач кодирования, декодирования и сжатия ин-	применять системы программирования и инструментальные средства для решения задач кодирования, декодирования и сжатия информации	системами программирования и инструментальными средствами, используемыми при кодировании, декодировании и сжатии информации

		формации		
--	--	----------	--	--

### 13. Структура и содержание учебной дисциплины:

13.1 Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 4/144.

#### 13.2 Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		№ сем.9	№ сем. 11	....
Аудиторные занятия	54		54	54
в том числе:				
лекции	36		36	36
практические	18		18	18
лабораторные	-	-	-	-
Самостоятельная работа	54		54	54
Контроль	36		36	36
Итого:	144		144	144
Форма промежуточной аттестации	Курсовая работа, Экзамен			

#### 13.3 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
Лекционные занятия		
1	Основы теории информации и кодирования	Общефизические основы теории информации. Термодинамика и энтропия. Информация и данные. Кодирование. Цифровые коды. Понятие об экономичном кодировании. Вероятностный подход к измерению количества информации. Энтропия Шеннона. Семантическая информация. Взаимная информация и информационная дивергенция. Энтропия источников. Теоремы Шеннона об источниках.
2	Оптимальное кодирование и сжатие данных	Частотные алгоритмы. Кодирование Шеннона-Фано. Кодирование Хаффмана. Арифметическое кодирование. Адаптивные методы и алгоритмы. Шифрование подстановкой и раскрытие шифра методом частотного анализа. Словарные алгоритмы. Методы Лемпела-Зива. Сжатие с потерями. Основные идеи, методы и форматы данных. Основы методов фрактального сжатия.
3	Теоретические основы передачи данных	Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона). Математическая модель канала связи. Емкость канала. Прямая и обратная теоремы кодирования. Предельные скорости передачи данных через канал без помех/с помехами. Временные и спектральные характеристики дискретных сигналов. Преобразование Фурье и вейвлет-преобразование.
4	Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	Помехоустойчивое кодирование. Основные подходы. Неравенство Крафта-Макмиллана. Матричное кодирование. Групповые коды. Совершенные и квазисовершенные коды. Код Хемминга. Полиномиальные коды. Коды БЧХ. Коды Рида-Соломона. Циклические избыточные коды. Сверточные коды. Турбо-коды.
Практические занятия		
2	Оптимальное кодирование и сжатие данных	Шифрование подстановкой и раскрытие шифра методом частотного анализа. Кодирование методом Шеннона-Фано. Кодирование методом Хаффмана. Арифметическое кодирование. LZ-сжатие данных. Сжатие с потерями. Анализ распространенных современных форматов данных, использующих сжатие с потерями.
4	Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	Помехоустойчивое кодирование

### 13.4 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Самостоятельная работа	Контроль	Всего
1	Основы теории информации и кодирования	8	-	13		21
2	Оптимальное кодирование и сжатие данных	10	9	14		33
3	Теоретические основы передачи данных	8	-	13		21
4	Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	10	9	14		33
Итого:		36	18	54	-	108

### 14. Методические рекомендации по освоению дисциплины/модуля (форма организации самостоятельной работы)

*(работа с текстом конспекта лекции, изучение рекомендованной литературы, систематическая подготовка к практическим (семинарским) занятиям, выполнение заданий и т.д.)*

1) При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие средства:

- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- методические указания и пособия;
- контрольные задания для закрепления теоретического материала;
- электронные версии учебников и методических указаний для выполнения лабораторно - практических работ (при необходимости материалы рассылаются по электронной почте).

2) Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется проведение письменного опроса (тестирование, решение задач) студентов по материалам лекций и практических работ. Подборка вопросов для тестирования осуществляется на основе изученного теоретического материала. Такой подход позволяет повысить мотивацию студентов при конспектировании лекционного материала.

3) При проведении практических занятий обеспечивается максимальная степень соответствия с материалом лекционных занятий и осуществляется экспериментальная проверка материала, излагаемого в рамках лекций.

В ходе самостоятельной работы необходимо уделить основное внимание работе с текстом конспекта лекции, изучению рекомендованной литературы и подготовке к выполнению практических занятий.

4) При переходе на дистанционный режим обучения для создания электронных курсов, чтения лекций онлайн и проведения лабораторно- практических занятий используется информационные ресурсы Образовательного портала "Электронный университет ВГУ (<https://edu.vsu.ru>), базирующегося на системе дистанционного обучения Moodle, развернутой в университете.

5) При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения обучающиеся должны выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к онлайн - занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

*(список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)*

#### а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Кудряшов Б.Д. Теория информации / Б.Д. Кудряшов. – СПб.: Питер, 2009. – 314 с.
2	Котенко, В.В. Теория информации : учебное пособие / В.В. Котенко ; Министерство науки

	и высшего образования Российской Федерации, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 240 с. : ил. — Текст : электронный // «Университетская библиотека online»: электронно-библиотечная система. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=561095">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=561095</a> . – Библиогр.: с. 232-233. – ISBN 978-5-9275-2370-2.
--	---

**б) дополнительная литература:**

№ п/п	Источник
3	Духин А.А. Теория информации / А.А. Духин. – М.: Гелиос АРВ, 2007. – 247 с.
4	Сидельников В.М. Теория кодирования / В.М. Сидельников. – М.: Физматлит, 2008. – 289 с.
5	Лидовский В.В. Теория информации: Уч. пособие. / В.В. Лидовский. – М.: Компания Спутник+, 2003. – 109 с.
6	Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 384 с.
7	Свирид Ю.В. Основы теории информации: Курс лекций / Ю.В. Свирид. – Минск: БГУ, 2003. – 137 с.
8	Самсонов Б.Б. Теория информации и кодирование: учеб. пособие / Б.Б.Самсонов [и др.]. – Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 227 с
9	Белов П.В. Элементы теории информации и статистического кодирования: учеб. пособие для вузов / П.В.Белов. – М.: МИРЭА, 1993. – 327 с.
10	Игнатов В.А. Теория информации и передачи сигналов: учебник для вузов / В.А. Игнатов. – М.: Радио и связь, 1991. – 279 с.
11	Колесник В.Д. Курс теории информации / В.Д. Колесник, Г.Ш. Полтырев. – М.: МГТУ, 2003. – 416 с.

**в) информационные электронно-образовательные ресурсы:**

№ п/п	Источник
12	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – ( <a href="http://www.lib.vsu.ru/">http // www.lib.vsu.ru/</a> ).
13	Образовательный портал «Электронный университет ВГУ». – ( <a href="https://edu.vsu.ru/">https://edu.vsu.ru/</a> )
14	«Университетская библиотека online» - Контракт № 3010-07/33-19 от 11.11.2019 «Консультант студента» - Контракт № 3010-07/34-19 от 11.11.2019 ЭБС «Лань» - Договор 3010-04/05-20 от 26.02.2020 «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) - Договор ДС-208 от 01.02.2018 ЭБС «Юрайт» - Договор № 43/8 от 10.02.2020

**16. Учебно-методическое обеспечение для организации самостоятельной работы**

№ п/п	Источник
1	Духин А.А. Теория информации / А.А. Духин. – М.: Гелиос АРВ, 2007. – 247 с.
2	Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 384 с.

**17. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Для реализации учебного процесса используются:

1. ПО Microsoft в рамках подписки "Imagine/Azure Dev Tools for Teaching", договор №3010-16/96-18 от 29 декабря 2018г.
2. ПО MATLAB Classroom ver. 7.0, 10 конкурентных бессрочных лицензий на каждый, компоненты: Matlab, Simulink, Stateflow, 1 тулбокс, N 21127/VRN3 от 30.09.2011 (за счет проекта ЕК TEMPUS/ERAMIS).
3. ПО Матлаб в рамках подписки "Университетская лицензия на программный комплекс для ЭВМ - MathWorks, Headcount – 25 ": лицензия до 31.01.2022, сублицензионный контракт 3010-07/01-19 от 09.01.19.
4. При проведении занятий в дистанционном режиме обучения используются технические и информационные ресурсы Образовательного портала "Электронный университет ВГУ (<https://edu.vsu.ru>), базирующегося на системе дистанционного обучения Moodle, развернутой в университете, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

**18. Информационные технологии, используемые для реализации учебного процесса по дисциплине, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):**

1) Мультимедийная лекционная аудитория (корп.1а, ауд. № 292), ПК-Intel-G3420, рабочее место преподавателя: проектор, видеоконмутатор, специализированная мебель: доска меловая 1 шт., столы 31 шт., стулья 64 шт.; выход в Интернет, доступ к фондам учебно-методической документации и электронным изданиям.

2) Компьютерный класс (один из №1-4 корп. 1а, ауд. № 382-385), ПК-Intel-i3 16 шт., специализированная мебель: доска маркерная 1 шт., столы 16 шт., стулья 33 шт.; доступ к фондам учебно-методической документации и электронным изданиям, доступ к электронным библиотечным системам, выход в Интернет.

**19. Фонд оценочных средств:**

**19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения**

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПСК-1.5 способностью учитывать в профессиональной деятельности современные тенденции развития алгоритмов кодирования и сжатия различных видов информации	знать главные принципы и способы кодирования и декодирования, методы исследования кодов и их применений в ЭВМ и системах защиты информации	Разделы 2,4 Оптимальное кодирование и сжатие данных Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	Практические занятия
	уметь кодировать и декодировать сообщения источника одним из изученных кодов, оценивать его оптимальность и помехоустойчивость	Разделы 2,4 Оптимальное кодирование и сжатие данных Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	Практические занятия
	владеть практическими навыками применения и оценки алгоритмов и технологий кодирования и декодирования информации, а также сжатия и восстановления данных для различных задач передачи, преобразования и хранения информации	Разделы 2,4 Оптимальное кодирование и сжатие данных Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	Практические занятия
ОПК-8 способностью использовать языки и системы программирования, инструментальные средства для решения профессиональных, исследовательских и прикладных задач	знать особенности применения языков, систем программирования и инструментальных средств при решении задач кодирования, декодирования и сжатия информации	Разделы 2,4 Оптимальное кодирование и сжатие данных Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	Практические занятия
	применять системы программирования и инструментальные средства	Разделы 2,4 Оптимальное кодирование и	Практические занятия

	для решения задач кодирования, декодирования и сжатия информации	сжатие данных Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	
	системами программирования и инструментальными средствами, используемыми при кодировании, декодировании и сжатии информации	Разделы 2,4 Оптимальное кодирование и сжатие данных Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	Практические занятия
Промежуточная аттестация			Комплект КИМ

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие содержательные показатели (формулируется с учетом конкретных требований дисциплины):

1. знание теоретических основ учебного материала, основных определений, понятий и используемой терминологии;
2. умение проводить обоснование и представление основных теоретических и практических результатов (теорем, алгоритмов, методик) с использованием математических выкладок, блок-схем, структурных схем и стандартных описаний к ним;
3. умение связывать теорию с практикой, иллюстрировать ответ примерами, в том числе, собственными, умение выявлять и анализировать основные закономерности, полученные, в том числе, в ходе выполнения лабораторно-практических заданий;
4. умение обосновывать свои суждения и профессиональную позицию по излагаемому вопросу;
5. владение навыками программирования и экспериментирования с компьютерными моделями алгоритмов обработки информации в среде Matlab в рамках выполняемых лабораторных заданий;
6. владение навыками проведения компьютерного эксперимента, тестирования компьютерных моделей алгоритмов обработки информации.

Различные комбинации перечисленных показателей определяют критерии оценивания результатов обучения (сформированности компетенций) на государственном экзамене:

- высокий (углубленный) уровень сформированности компетенций;
- повышенный (продвинутый) уровень сформированности компетенций;
- пороговый (базовый) уровень сформированности компетенций.

Для оценивания результатов обучения на государственном экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено по результатам тестирования.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения на государственном экзамене представлено в следующей таблице.

### Критерии оценивания компетенций и шкала оценок на экзамене

Критерии оценивания компетенций	Уровень	Шкала оценок
	сформированности компетенций	

Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков по приведенным критериям свободно оперирует понятийным аппаратом и приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не полностью соответствует одному из перечисленных выше показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. При этом обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач. При этом ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки	—	Неудовлетворительно

### 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 19.3.1 Примерный перечень применяемых оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценки
1	2	3	4
1	Устный опрос	Вопросы по темам/разделам дисциплины	Шкалы оценивания приведены в разделе 19.2
2	Практические задания	Содержит задания, предусматривающие разработку, тестирование и эксплуатацию моделей и алгоритмов анализа данных с использованием различных методов обучения.	При успешно выполнении работы ставится оценка зачтено и осуществляется допуск к экзамену, в противном случае ставится оценка не зачтено и обучающийся не допускается к зачету.
3	КИМ промежуточной аттестации	Каждый контрольно-измерительный материал для проведения промежуточной аттестации включает 2 заданий вопросов для контроля знаний, умений и владений в рамках оценки уровня сформированности компетенции.	Шкалы оценивания приведены в разделе 19.2

#### 19.3.2. Примерный перечень вопросов к экзамену

№	Содержание
1	Общефизические основы теории информации. Термодинамика и энтропия.
2	Информация и данные. Кодирование.
3	Цифровые коды. Понятие об экономичном кодировании.
4	Вероятностный подход к измерению количества информации. Энтропия Шеннона.
5	Семантическая информация. Взаимная информация и информационная дивергенция.
6	Энтропия источников. Теоремы Шеннона об источниках.
7	Частотные алгоритмы. Кодирование Шеннона-Фано.
8	Кодирование Хаффмана. Арифметическое кодирование
9	Адаптивные методы и алгоритмы. Шифрование подстановкой и раскрытие шифра методом частотного анализа.



10	Словарные алгоритмы. Методы Лемпела-Зива.
11	Сжатие с потерями. Основные идеи, методы и форматы данных.
12	Основы методов фрактального сжатия.
13	Сигналы с ограниченным спектром. Теорема Котельникова (Найквиста-Шеннона).
14	Математическая модель канала связи. Емкость канала.
15	Прямая и обратная теоремы кодирования. Предельные скорости передачи данных через канал без помех/с помехами.
16	Временные и спектральные характеристики дискретных сигналов. Преобразование Фурье и вейвлетпреобразование.
17	Помехоустойчивое кодирование. Основные подходы
18	Неравенство Крафта-Макмиллана. Матричное кодирование.
19	Групповые коды. Совершенные и квазисовершенные коды.
20	Код Хемминга. Полиномиальные коды.
21	Коды БЧХ. Коды РидаСоломона.
22	Циклические избыточные коды. Сверточные коды. Турбо-коды.

### 19.3.3. Пример контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой технологий обработки и защиты информации  
\_\_\_\_\_ А.А. Сирота  
\_\_\_\_\_.\_\_\_\_.2019

Направление подготовки / специальность 10.05.01 Компьютерная безопасность  
Дисциплина Б1.Б.51.02 Алгоритмы кодирования и сжатия информации  
Форма обучения Очное  
Вид контроля Экзамен  
Вид аттестации Промежуточная

#### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Общефизические основы теории информации. Термодинамика и энтропия.
2. Основы методов фрактального сжатия.

Преподаватель \_\_\_\_\_ А.В. Акимов

### 19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа) и письменных работ (контрольные, практические занятия). При оценивании могут использоваться количественные или качественные шкалы оценок.

**Промежуточная аттестация может включать в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое (ие) задание(я), позволяющее (ие) оценить степень сформированности умений и навыков.**

При оценивании используется количественная шкала. Критерии оценивания приведены выше в таблице раздела 19.2.