

Минобрнауки России

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой



Сирота Александр Анатольевич

Кафедра технологий обработки и защиты информации

25.06.2021

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.53.02 Алгоритмы кодирования и сжатия информации

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

10.05.01 Компьютерная безопасность

**2. Профиль подготовки/специализация:** Анализ безопасности компьютерных систем

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

Специалитет

**4. Форма обучения:**

Очная

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

Кафедра технологий обработки и защиты информации

**6. Составители программы:**

Акимов Алексей Викторович, к.ф.-м.н., старший преподаватель

**7. Рекомендована:**

протокол НМС ФКН №5 от 10.03.21

**8. Учебный год:**

2025-2026

**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. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки),соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) и индикаторами их достижения:**

Код и название компетенции	Код и название индикатора компетенции	Знания, умения, навыки
ОПК-1.2 Способен оценивать корректность программных реализаций алгоритмов защиты информации	ОПК-1.2.2 Знает теоретические основы устранения избыточности данных	знать главные принципы и способы кодирования и декодирования, методы исследования кодов и их применений в ЭВМ и системах защиты информации
ОПК-1.2 Способен оценивать корректность программных реализаций алгоритмов защиты информации	ОПК-1.2.3 Знает основные алгоритмы кодирования данных и сжатия текстовой, графической, аудио- и видеоинформации.	уметь кодировать и декодировать сообщения источника одним из изученных кодов, оценивать его оптимальность и помехоустойчивость
ОПК-1.2 Способен оценивать корректность программных реализаций алгоритмов защиты информации	ОПК-1.2.4 Умеет проводить анализ программ и алгоритмов сжатия данных на предмет соответствия требованиям защиты информации	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

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:**

5/180

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Семестр 9	Семестр 11	Всего
Аудиторные занятия	0	60	60
Лекционные занятия		30	30
Практические занятия		30	30
Лабораторные занятия			0
Самостоятельная работа	0	84	84
Курсовая работа			0

Промежуточная аттестация	0	36	36
Часы на контроль		36	36
Всего	0	180	180

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
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.	
п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
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			
1	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.	

2	Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	Помехоустойчивое кодирование	
---	--	------------------------------	--

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
1	Основы теории информации и кодирования	6			18	24
2	Оптимальное кодирование и сжатие данных	8	15		22	45
№ п/п	Наименование темы (раздела)	Лекционные занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Всего
3	Теоретические основы передачи данных	8			22	30
4	Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	8	15		22	45
		30	30	0	84	144

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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 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 используются 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**

№ п/п	Источник
1	Крыжановская Ю.А. Шифрование. Кодирование. Архивация [Электронный ресурс] : учебно методическое пособие для вузов : / Воронеж. гос. ун-т ; сост. Ю.А. Крыжановская .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013
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.
3	Попов, И. Ю. Теория информации : учебник / И. Ю. Попов, И. В. Блинова. — СанктПетербург : Лань, 2020. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-4204-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/126940">https://e.lanbook.com/book/126940</a>

**б) дополнительная литература:**

№ п/п	Источник
1	Сидельников В.М. Теория кодирования / В.М. Сидельников. – М.: Физматлит, 2008. – 289 с.
2	Духин А.А. Теория информации / А.А. Духин. – М.: Гелиос АРВ, 2007. – 247 с.
3	Кудряшов Б.Д. Теория информации / Б.Д. Кудряшов. – СПб.: Питер, 2009. – 314 с.

4	Лидовский В.В. Теория информации: Уч. пособие. / В.В. Лидовский. – М.: Компания Спутник+, 2003. – 109 с.
5	Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 384 с.
6	Свирид Ю.В. Основы теории информации: Курс лекций / Ю.В. Свирид. – Минск: БГУ, 2003. – 137 с.
7	Самсонов Б.Б. Теория информации и кодирование: учеб. пособие / Б.Б.Самсонов [и др.]. – Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 227 с
8	Белов П.В. Элементы теории информации и статистического кодирования: учеб. пособие для вузов / П.В.Белов. – М.: МИРЭА, 1993. – 327 с.
№ п/п	Источник
9	Игнатов В.А. Теория информации и передачи сигналов: учебник для вузов / В.А. Игнатов. – М.: Радио и связь, 1991. – 279 с.
10	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
1	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – ( <a href="http://www.lib.vsu.ru/">http // www.lib.vsu.ru/</a> ).
2	Образовательный портал «Электронный университет ВГУ».– ( <a href="https://edu.vsu.ru/">https://edu.vsu.ru/</a> )
3	«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. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**

№ п/п	Источник
-------	----------

1	Крыжановская Ю.А. Шифрование. Кодирование. Архивация [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов : / Воронеж. гос. ун-т ; сост. Ю.А. Крыжановская .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013
2	Духин А.А. Теория информации / А.А. Духин. – М.: Гелиос АРВ, 2007. – 247 с.
3	Ватолин Д., Ратушняк А., Смирнов М., Юкин В. Методы сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 384 с.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

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. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

- 1) Мультимедийная лекционная аудитория (корп.1а, ауд. № 292), ПК-Intel-G3420, рабочее место преподавателя: проектор, видеокоммутатор, 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. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Разделы дисциплины (модули)	Код компетенции	Код индикатора	Оценочные средства для текущей аттестации

1	Разделы 2,4 Оптимальное кодирование и сжатие данных Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	ОПК-1.2	ОПК-1.2.2	Практические занятия
2	Разделы 2,4 Оптимальное кодирование и сжатие данных Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	ОПК-1.2	ОПК-1.2.3	Практические занятия
3	Разделы 2,4 Оптимальное кодирование и сжатие данных Помехоустойчивое кодирование и контроль ошибок	ОПК-1.2	ОПК-1.2.4	Практические занятия

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Экзамен

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Комплект КИМ

## **20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

### **20.1 Текущий контроль успеваемости**

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

- Устный опрос на практических занятиях
- Контрольная работа по теоретической части курса

#### **20.1.1 Примерный перечень применяемых оценочных средств**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Представление оценочного средства в фонде</b>	<b>Критерии оценки</b>
1	Устный опрос на практических занятиях	Вопросы по темам/разделам дисциплины	Шкала оценивания соответствует приведенной в разделе 20.2.3
2	Контрольная работа по разделам дисциплины	Теоретические вопросы по темам/разделам дисциплины	Шкала оценивания соответствует приведенной в разделе 20.2.3

### **20.2 Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация может включать в себя проверку теоретических вопросов, а также, при необходимости (в случае невыполнения в течение семестра), проверку выполнения установленного перечня

лабораторных заданий, позволяющих оценить уровень полученных знаний и/или практическое (ие) задание(я), позволяющее (ие) оценить степень сформированности умений и навыков.

Для оценки теоретических знаний используется перечень контрольно-измерительных материалов. Каждый контрольно-измерительный материал для проведения промежуточной аттестации включает два задания - вопросов для контроля знаний, умений и владений в рамках оценки уровня сформированности компетенции. При оценивании используется количественная шкала. Критерии оценивания приведены ниже в таблице раздела 20.2.3.

### 20.2.1 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.

### 20.2.2 Пример контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой технологий обработки и защиты информации

Направление подготовки / специальность 10.05.01 Компьютерная безопасность

Дисциплина Б1.О.53.02 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

#### 20.2.3 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 связывать теорию с практикой, умение выявлять и анализировать основные закономерности, полученные, в том числе, в ходе выполнения практических заданий;
3. умение обосновывать свои суждения и профессиональную позицию по излагаемому вопросу;
4. владение навыками программирования в рамках выполняемых практических заданий;
5. владение навыками проведения компьютерного эксперимента, тестирования 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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок

<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков по приведенным критериям свободно оперирует понятийным аппаратом и приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем.</p>	<p>Повышенный уровень</p>	<p>Отлично</p>
<p>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. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем.</p>	<p>Базовый уровень</p>	<p>Хорошо</p>
<p>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. Успешно выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем.</p>	<p>Пороговый уровень</p>	<p>Удовлетворительно</p>
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки. Не выполнены лабораторные работы в соответствии с установленным перечнем.</p>	<p>—</p>	<p>Неудовлетворительно</p>