ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«07» марта 2024 г.
Протокол №1

Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Теория информации и кодирования»

Направление подготовки: *02.03.01 Математика и компьютерные науки*

Направленность (профиль) подготовки: *Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика»*

Квалификация (степень) выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная*

Срок освоения программы: *4 года*

Год набора: *2024*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0215B0C000D1B3FEB44A37EE631E0C27D4
Владелец: Ивашкевич Евгений Васильевич
Действителен: с 13.01.2026 до 13.04.2027

Электронный документ

Москва
2024

Содержание

1. **Краткая характеристика дисциплины (модуля)** 3
2. **Перечень планируемых результатов обучения** 3
3. **Тематический план** 7
4. **Содержание дисциплины (модуля)** 8
5. **Учебно-методическое обеспечение** 10
6. **Материально-техническое обеспечение** 10
7. **Методические и оценочные материалы** 12

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Теория информации и кодирования» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Теория информации и кодирования» обеспечивает глубокое понимание стохастических процессов, которые лежат в основе современных математических моделей, используемых для анализа неопределённости и случайности в сложных системах. Эта дисциплина способствует развитию навыков компьютерного моделирования и симуляции случайных явлений, что критично для применения в областях, таких как финансовый анализ, машинное обучение, оптимизация алгоритмов и обеспечение информационной безопасности, где точные предсказания и управление рисками невозможны без учёта стохастических факторов.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика» и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений, как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) доступна для изучения на 3 или 4 курсе в 6, 7, 8 семестрах на выбор после успешного освоения дисциплин (модулей): «Математический анализ. Часть 1», «Математический анализ. Часть 2» и «Линейная алгебра и геометрия. Часть 1», «Линейная алгебра и геометрия. Часть 2» или «Математический анализ. Продвинутый уровень. Часть 1», «Математический анализ. Продвинутый уровень. Часть 2» и «Линейная алгебра и геометрия. Продвинутый уровень. Часть 1», «Линейная алгебра и геометрия. Продвинутый уровень. Часть 2» или «Язык программирования Python. Основной».

Цель изучения дисциплины (модуля): формирование у студентов системного понимания математических основ теории информации, методов кодирования и их применения для эффективной обработки, передачи и защиты данных в компьютерных системах.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

— овладеть основными концепциями теории информации, включая энтропию, взаимную информацию и пропускную способность канала, для оценки информационных потоков;

— освоить разработку и исследование разнообразных кодов (таких как блочные, сверточные и арифметические), направленных на снижение ошибок при передаче и улучшение сжатия данных;

— анализировать использования методов кодирования в актуальных технологиях, например, для исправления ошибок в коммуникационных сетях и криптографических систем, с акцентом на практическое моделирование через математические вычисления и программную реализацию;

— сформировать умения для решения практических проблем информационной защиты и совершенствования алгоритмов в компьютерных приложениях.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

— основные понятия и фундаментальные теоремы теории информации (энтропия, пропускная способность, теоремы Шеннона);

— основные понятия, конструкции и свойства классических блочных кодов (линейные, циклические, БЧХ, Рида-Соломона, Рида-Маллера);

— основные элементы и принципы работы современных кодов (Турбо-коды, LDPC-коды);

— основы построения, кодирования и декодирования полярных кодов;

— современные направления развития теории кодирования и их роль в телекоммуникациях;

уметь:

— рассчитывать информационные характеристики источников и каналов (энтропия, пропускная способность);

— анализировать параметры и исправляющую способность блочных кодов (расстояние, границы);

— применять базовые алгоритмы декодирования для изученных классов кодов (синдромное декодирование, декодирование кодов Рида-Соломона);

— анализировать эффективность изученных схем коррекции ошибок (скорость передачи, помехоустойчивость, вычислительная сложность);

— выбирать подходящие методы кодирования для типовых задач передачи данных;

владеть:

— навыками применения аппарата теории информации для оценки предельных возможностей систем передачи данных;

— методологией синтеза и анализа алгоритмов кодирования и декодирования для полярных кодов;

— методами практического применения современных методов кодирования (Турбо-коды, LDPC-коды, Полярные коды);

— навыками анализа и сравнения помехоустойчивых свойств различных классов кодов;

— пониманием принципов работы алгоритмов декодирования на графах (алгоритм "Сумма-Произведение"/Belief Propagation).

2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
УК-1.	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1.	Знает методы поиска и анализа информации в области искусственного интеллекта, основные принципы критической оценки источников информации и их релевантности.
		УК-1.2.	Умеет критически оценивать источники информации и синтезировать данные из различных источников для решения задач, применять системный подход к анализу и решению комплексных проблем
		УК-1.3.	Имеет практический опыт работы с современными инструментами и технологиями для обработки информации, формулировании и структурировании задач на основе полученной информации
УК-2.	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1.	Знает действующие правовые нормы, регулирующие деятельность в области решения задач, основные методы и подходы к определению круга задач
		УК-2.2.	Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения задач, учитывая имеющиеся ресурсы и ограничения
		УК-2.3.	Имеет практический опыт применения знаний о правовых нормах и ресурсах в реальных ситуациях, разработки и реализации решений в соответствии с установленными ограничениями
ОПК-1.	Способен находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы прикладной и компьютерной математики	ОПК-1.1.	Знает основные методы и подходы к решению задач прикладной и компьютерной математики, включая алгоритмы, математическое моделирование и теорию оптимизации, а также современные инструменты и технологии, используемые в этой области
		ОПК-1.2.	Умеет анализировать и формулировать математические

			задачи, применять соответствующие методы и алгоритмы для их решения, а также интерпретировать и представлять результаты в понятной и доступной форме
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт работы над проектами или исследованиями в области прикладной и компьютерной математики, включая участие в конкурсах, олимпиадах или научных публикациях, где были решены актуальные и значимые задачи
ПК-1.	Способен формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные результаты в области математики и компьютерных наук	ПК-1.1.	Знает методы и подходы к формулированию задач, а также основные принципы математического доказательства и анализа результатов.
		ПК-1.2.	Умеет корректно ставить и формулировать математические задачи, применять строгие методы доказательства и анализировать полученные результаты.
		ПК-1.3.	Имеет опыт работы с задачами в области математики и компьютерных наук, включая применение математических методов для решения практических задач
ПК-2.	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности в области искусственного интеллекта, опираясь на информационную и библиографическую культуру, используя информационно-коммуникационные технологии и учитывая основные требования информационной безопасности	ПК-2.1.	Знает основы информационной и библиографической культуры, а также принципы информационной безопасности и применения информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности
		ПК-2.2.	Умеет эффективно использовать информационно-коммуникационные технологии для решения стандартных задач профессиональной деятельности, учитывая требования информационной безопасности
		ПК-2.3.	Имеет опыт работы с информационными ресурсами и технологиями в области искусственного интеллекта, включая соблюдение норм информационной безопасности

3. Тематический план

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
		Лекции	Семинары			
1	Энтропия и основы кодирования дискретных источников	10	10	2	30	Домашнее задание, Коллоквиум
2	Непрерывная теория информации и вариационные методы	6	6	2	30	Домашнее задание, Коллоквиум
3	Теория помехоустойчивого кодирования: базовые понятия и линейные коды	4	4		30	Домашнее задание
4	Циклические коды и коды БЧХ	10	10	2	30	Домашнее задание, Контрольная работа
	Зачет с оценкой			4		Итоговая работа
	Итого:	***30***	***30***	***10***	***120***	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		***190***				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		***5***				

Электронный документ

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Энтропия и основы кодирования дискретных источников	Количество информации в сообщении. Энтропия как количество собственной информации. Энтропия стационарного источника: первая и вторая теоремы о пределе энтропии. Задача кодирования равномерными кодами: понятие кода, мощность, побуквенное и словарное кодирование, однозначная декодируемость, скорость кодирования, прямые и обратные теоремы Высоковероятные множества для дискретного источника без памяти. Прямая и обратная теоремы кодирования стационарных источников без памяти равномерными кодами Определение эргодического источника. Количество информации, порождаемое эргодическим источником: лемма Мак-Миллана, прямая и обратная теоремы кодирования Префиксные и суффиксные коды. Неравенство Крафта. Оптимальные коды: прямая и обратная теоремы. Методы Шеннона-Фано и Хаффмена.
2	Непрерывная теория информации и вариационные методы	Дифференциальная энтропия. f-дивергенции и их свойства. Взаимная информация в непрерывном случае: цепное правило, неравенство обработки информации, инвариантность. Дивергенции и проверка гипотез. Неравенство Фано: связь взаимной информации с ошибкой классификации; связь взаимной информации со средней квадратичной ошибкой в задаче регрессии. Вариационная форма Донскера–Варадхана для дивергенции Кульбака–Лейблера, связь с моделями, основанными на энергии. Дуальность f-дивергенций, f-генеративная состязательная сеть. Нейросетевые оценки взаимной информации в формах Донскера-Варадхана (MINE-DV) и Нгуена-Уэйнрайта-Джордана (MINE-NWJ); устранение смещения в градиенте. Принцип информационного бутылочного горлышка. Оценка обобщающей способности через взаимную информацию между весами модели и обучающей выборкой. Deep InfoMax. Автокодировщики как максимизаторы взаимной информации. Контрастивные методы (InfoNCE) как нижняя оценка взаимной информации. Что говорит теория информации о проекционных головах. Согласование распределений через максимизацию взаимной информации. Обобщенные модели, основанные на энергии. Диффузия как обращение марковского ядра, теорема Гирсанова. Оценка взаимной информации через диффузию (MINDE). Проекционная взаимная информация и Максимальная проекционная зависимая информация: проверка случайных величин на независимость.
3	Теория помехоустойчивого кодирования: базовые понятия и линейные коды	Двоичный симметричный канал и теорема Шеннона Пропускная способность канала. Блоковые и линейные коды. Порождающая матрица. Декодирование по максимуму правдоподобия. Прямая теорема Шеннона. Стандартное расположение. Лидеры смежного класса. Кодовое расстояние и исправляющая способность. Совершенные и квазисовершенные коды. Проверочная матрица. Дуальный код, самодуальные коды. Синдром вектора. Декодирование по синдрому. Код, исправляющий одну ошибку. Код Хэмминга: кодирование и декодирование. Границы Хэмминга, Варшамова–Гильберта (алгебраический аналог обратной теоремы Шеннона), Синглтона.

4	Циклические коды и коды БЧХ	Код, исправляющий две ошибки. Циклические коды. Минимальные многочлены и циклотомические классы. Цикличность кода Хэмминга. Коды БЧХ. Локаторы ошибок, многочлен локаторов. Линейная сложность последовательности. Теорема Месси. Алгоритм Берлекемпа–Месси для декодирования.

5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Основная литература:

1. Осокин, А. Н. Теория информации : учебник для вузов / А. Н. Осокин, А. Н. Мальчуков. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 208 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16333-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/561389.

2. Круглов, В. М. Случайные процессы в 2 ч. Часть 1. Основы общей теории : учебник для вузов / В. М. Круглов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01748-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/536889.

3. Осокин, А. Н. Теория информации : учебник для вузов / А. Н. Осокин, А. Н. Мальчуков. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 208 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16333-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/561389.

4. Кудряшов, Б. Д. Основы теории кодирования: Учебное пособие / Кудряшов Б.Д. - СПб:БХВ-Петербург, 2016. - 400 с.ISBN 978-5-9775-3527-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/944069.

Дополнительная литература:

1. Нестерова, Л. Ю. Теория чисел : учебник и практикум для вузов / Л. Ю. Нестерова, С. В. Напалков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 152 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20057-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/568090.

2. Гисин, В. Б. Дискретная математика : учебник и практикум для вузов / В. Б. Гисин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 428 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16763-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/577329.

6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной

мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

— столами и стульями;
— компьютерной техникой;
— механическими калькуляторами;
— специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование"	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модуле), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое

Электронный документ

Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
Системы управления базами данных:		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
Пакеты программных средств и библиотек:		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

7. Методические и оценочные материалы

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Теория информации и кодирования» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, контрольная работа, коллоквиум, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удается, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

Семинар – это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой

занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

Контрольная работа – письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время.

Цель контрольной работы – получить специальные знания по одной или нескольким темам дисциплины и продемонстрировать навыки их практического применения.

Коллоквиум – устные ответы на вопросы, список которых известен студенту заранее.

В процессе подготовки к коллоквиуму необходимо проанализировать учебные материалы, ознакомившись с лекциями, учебниками и дополнительными источниками, акцентируя внимание на ключевых темах. Рекомендуется создать структурированные конспекты, выделяя основные идеи, термины и формулы.

Самостоятельная работа – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модуле) «Теория информации и кодирования»

Оценивание уровня учебных достижений, обучающихся по дисциплине (модулю), осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в форме ***зачета с оценкой***, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

Десятибалльная оценка	**Пятибалльная оценка**	**Оценка за зачет**	**Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)**
10	Отлично	Зачтено	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать,
9	Отлично	Зачтено	
8	Отлично	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
			классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
7	Хорошо	Зачтено	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	Зачтено	
5	Удовлетворительно	Зачтено	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен
4	Удовлетворительно	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
			решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
3	Не сдан	Не зачтено	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	Не зачтено	
1	Не сдан	Не зачтено	

Дисциплина (модуль) «Теория информации и кодирования» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	5%	4	Набор задач по темам недели
Контрольная работа	20%	1	Письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время
Коллоквиум	50%	2	Устные ответы на вопросы, список которых известен студенту заранее
Зачет с оценкой	25%	1	Итоговая работа

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Теория информации и кодирования»: «0,05 × среднее за домашние задания + 0,2 × контрольная работа+ 0,5 × коллоквиум + 0,25 × зачет с оценкой».

В рамках изучения дисциплины (модуля) возможно получение бонусных баллов.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модуле)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1

1. Рассчитайте энтропию Шеннона для источника информации с тремя символами, имеющими вероятности 0.6, 0.3 и 0.1. Объясните, что означает полученное значение с точки зрения неопределенности источника.
2. Для дискретного источника с алфавитом {A, B, C} и вероятностями {0.5, 0.25, 0.25} постройте оптимальный код по Шеннону-Фано. Вычислите среднюю длину кода и сравните её с энтропией источника.
3. Объясните теорему Шеннона о кодировании источника без шума. Приведите пример, как она применяется для сжатия текстовых данных, и рассчитайте предельную скорость сжатия для источника с энтропией 2.5 бита/символ.
4. Рассчитайте пропускную способность бинарного симметричного канала с вероятностью ошибки 0.05. Используйте формулу Шеннона и постройте график зависимости ёмкости от вероятности ошибки для значений от 0 до 0.5.
5. Проанализируйте реальный пример: рассчитайте энтропию английского текста (используйте частоты букв: e=12.7%, t=9.1%, a=8.2%, остальные по стандартным данным). Предложите, как минимизировать избыточность для сжатия файла.

Домашнее задание 2

6. Постройте порождающую матрицу G для линейного кода (7,4) Хэмминга. Закодируйте сообщение [1,0,1,1] и вычислите кодовое слово.

7. Для кода с проверочной матрицей H = [[1,1,0,1,0,0,0], [1,0,1,1,1,0,0], [0,1,1,1,0,1,0]] определите минимальное расстояние кода и способность к коррекции ошибок. Проверьте, является ли вектор [1,0,1,0,1,0,1] кодовым словом.

8. Объясните принцип работы кодов Хэмминга. Постройте проверочную матрицу для расширенного кода Хэмминга (8,4) и рассчитайте синдром для полученного слова [1,1,0,1,0,0,1,0] с одной ошибкой.

9. Создайте простой линейный код (5,2) с порождающей матрицей G = [[1,0,1,1,0], [0,1,0,1,1]]. Закодируйте два сообщения и вычислите вес каждого кодового слова. Определите минимальное расстояние.

10. В практическом задании: реализуйте в Python (или на бумаге) алгоритм кодирования и декодирования для кода Хэмминга (7,4). Протестируйте на сообщении с введенной ошибкой и покажите, как синдром выявляет позицию ошибки.

Примерные задания для контрольной работы

1. Рассчитайте энтропию Шеннона для дискретного источника с алфавитом из четырех символов, вероятности которых равны 0.4, 0.3, 0.2 и 0.1. Объясните, как изменится энтропия, если вероятности станут равномерными.

2. Для бинарного симметричного канала с вероятностью ошибки p = 0.1 рассчитайте пропускную способность. Приведите теорему Шеннона и объясните её значение для передачи данных.

3. Опишите принцип работы широковещательного канала. Приведите пример его использования в реальной сети (например, Wi-Fi) и проанализируйте преимущества и недостатки по сравнению с каналом точка-точка.

4. Постройте порождающую матрицу G для кода Хэмминга (7,4). Закодируйте сообщение [1,0,1,0] и получите кодовое слово. Определите минимальное расстояние этого кода.

5. Объясните алгебраические основы циклических кодов на примере кода БЧХ. Постройте простой циклический код (7,4) с генераторным полиномом x^3 + x + 1 и закодируйте вектор [1,0,1,0].

6. Опишите построение кодов Рида-Соломона над конечным полем GF(8). Приведите пример применения в системах хранения данных (например, CD-ROM) и объясните, как они исправляют пакеты ошибок.

7. Нарисуйте решетчатую диаграмму для сверточного кодера с генераторными полиномами (1, 1+D) и памятью 1. Закодируйте последовательность [1,0,1] и объясните, как применяется алгоритм Витерби для декодирования.

8. Объясните принцип перемежения в турбо-кодах. Приведите пример их применения в стандарте LTE и опишите, как итеративное декодирование повышает помехоустойчивость.

9. Опишите граф Таннера для простого LDPC-кода. Объясните алгоритм "Сумма-Произведение" и его роль в декодировании. Как LDPC-коды сравниваются с турбо-кодами по сложности и эффективности?

10. Объясните процесс поляризации каналов в полярных кодах. Постройте полярный код для n=4 и рассчитайте ёмкости подканалов. Приведите практический пример их использования в современных системах связи.

Примерные задания для коллоквиума

1. Что такое энтропия Шеннона и как она измеряется?
2. Как рассчитать энтропию источника с дискретным алфавитом на примере монеты?

3. Что такое взаимная информация и как она отличается от энтропии?
4. Объясните теорему Шеннона о кодировании источника без шума.
5. Как определить пропускную способность канала связи?
6. Рассчитайте энтропию для источника с вероятностями символов 0.5, 0.3, 0.2.
7. Что такое избыточность информации и как её минимизировать?
8. Приведите пример применения теоремы Шеннона в сжатии данных.
9. Как рассчитать среднюю длину кода по Шеннону-Фано?
10. Что такое условная энтропия и её роль в теории информации?
11. Объясните теорему Шеннона о кодировании канала с шумом.
12. Вычислите пропускную способность бинарного симметричного канала с вероятностью ошибки 0.1.
13. Как энтропия связана с эффективностью кодирования?
14. Приведите практический пример расчёта информационных характеристик текста.
15. Какие ограничения накладывает теорема Шеннона на передачу данных?

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1	Рассчитайте энтропию Шеннона для дискретного источника с алфавитом из трех символов, вероятности которых равны 0.5, 0.3 и 0.2.	1.485	УК-1
2	Определите пропускную способность бинарного симметричного канала с вероятностью ошибки 0.1.	0.531	УК-1
3	Назовите тип канала, где один передатчик передает данные нескольким приемникам одновременно.	Широковещательный	УК-1
4	Рассчитайте минимальное расстояние кода Хэмминга (7,4).	3	УК-1
5	Определите порядок конечного поля для кода Рида-Соломона, способного исправлять 2 ошибки в 7-символьном блоке.	8	УК-2
6	Назовите метод декодирования, используемый в турбо-кодах для итеративного исправления ошибок.	Итеративное декодирование	УК-2
7	Рассчитайте ёмкость полярного подканала для n=2 и вероятности ошибки 0.1 в первом подканале.	0.531	УК-2
8	Назовите алгоритм декодирования, применяемый для LDPC-кодов на основе графа Таннера.	Сумма-Произведение	УК-2
9	Определите количество исправляемых ошибок в коде Рида-Маллера RM(1,3).	1	ОПК-1
10	Рассчитайте скорость сверточного кода с генераторными полиномами (1, 1+D) и памятью 1.	0.5	ОПК-1
11	Назовите основное применение кодов Рида-Соломона в системах хранения данных.	Исправление пакетов ошибок	ОПК-1
12	Определите минимальное расстояние циклического кода БЧХ (15,7).	5	ОПК-1
13	Назовите принцип, лежащий в основе поляризации каналов в полярных кодах.	Поляризация	ПК-1
14	Рассчитайте энтропию для равномерного распределения четырех символов.	2	ПК-1
15	Назовите тип декодирования, используемый в полярных кодах для последовательного принятия решений.	SC-декодирование	ПК-1
16	Определите стандарт связи, где применяются турбо-коды для повышения помехоустойчивости.	LTE	ПК-2
17	Назовите технологию, где используются LDPC-коды для защиты данных в сетях 5G.	5G	ПК-2

Электронный документ

18	Рассчитайте пропускную способность канала без шума для алфавита из 2 символов.	1	ПК-2
19	Назовите метод оптимизации кодов, учитывающий компромисс между скоростью и помехоустойчивостью.	Анализ сложности	ПК-2
20	Определите количество подканалов в полярном коде для n=8.	8	ПК-2