

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: Математика и искусственный интеллект

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 4 года

Год набора: 2024

**Москва
2024**

Содержание

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

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 специальности 02.03.01 Математика и компьютерные науки, профиль Математика и искусственный интеллект, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Теория информации и кодирования» обеспечивает фундаментальную подготовку в области надежной и эффективной передачи информации, лежащей в основе современных телекоммуникационных и цифровых систем. Полученные знания и навыки являются ключевыми для разработки помехоустойчивых и защищённых информационных технологий, применяемых в связи, вычислительных системах и цифровой экономике.

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 Математика и искусственный интеллект и входит в обязательную часть Блока 1.

Дисциплина (модуль) изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Цель изучения дисциплины (модуля): сформировать у обучающихся системные знания и практические навыки в области теории информации и кодирования, обеспечивающие способность анализировать, проектировать и реализовывать эффективные методы передачи и защиты информации в телекоммуникационных системах.

Задачи изучения дисциплины (модуля) направлены на формирование у студентов следующих знаний, умений и навыков:

- сформировать понимание основных понятий, моделей и теорем теории информации и их роли в оценке предельных характеристик систем передачи данных;
- освоить фундаментальные методы теории кодирования и принципы построения помехоустойчивых кодов, включая сверточные, турбо- и полярные коды;
- научить анализировать эффективность схем коррекции ошибок и оценивать их характеристики в условиях шумовых каналов связи;
- сформировать умения применять алгоритмы кодирования и декодирования при решении практических задач передачи информации;
- развить навыки разработки и программной реализации алгоритмов кодовой защиты информации с использованием современных методов и технологий.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- основные понятия и теоремы теории информации;
- основные понятия и методы теории кодирования;
- принципы построения сверточных, турбо- и полярных кодов;
- современные направления развития теории кодирования;

уметь:

- анализировать эффективность схем коррекции ошибок;
- применять методы кодирования и декодирования на практике;
- решать задачи передачи информации в телекоммуникационных системах;

владеть:

- навыками разработки алгоритмов кодирования и декодирования (в т.ч. полярных кодов);
- современными методами кодовой защиты информации.

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)
ОПК-1.	Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	ОПК-1.1.	Знает основные концепции и теории в области математического анализа и смежных дисциплин; методы и подходы, используемые в различных областях математики
		ОПК-1.2.	Умеет применять математические методы для решения профессиональных задач
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт разработки и реализации математических моделей в профессиональной деятельности
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

3. Тематический план

№п/п	Основной уровень Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Контактная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
Лекции	Семинары (практические занятия)					
1	Введение	3	3		20	Домашние задания
2	Теория информации	3	3		20	Домашние задания
3	Каналы связи	3	3		20	Домашние задания
4	Кодирование	3	3		20	Домашние задания Контрольная работа
5	Линейные коды	3	3		20	Домашние задания
6	Современные коды	3	3		20	Домашние задания
7	Графовые методы	4	4		20	Домашние задания
8	Применения	4	4		21	Домашние задания
9	Обобщение	4	4		21	Домашние задания Контрольная работа
	<i>Зачет с оценкой</i>			8		
	Итого:	30	30	8	122	
	Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)	190				
	Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)			5		

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Введение	Понятие информации, энтропия Шеннона
2	Теория информации	Условная энтропия, взаимная информация Основные теоремы (Шеннона)
3	Каналы связи	Дискретные каналы без памяти Пропускная способность канала
4	Кодирование	Основы кодирования источников Сверточные коды Турбо-коды
5	Линейные коды	Блочные коды, параметры Коды БЧХ, Рида–Соломона
6	Современные коды	LDPC-коды (коды с малой плотностью проверок) Полярные коды
7	Графовые методы	Фактор-графы, алгоритм сумма–произведение
8	Применения	Коррекция ошибок в телекоммуникациях
9	Обобщение	Повторение, разбор задач

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. Выпуклая оптимизация : учебник для вузов / М. А. Горский, И. Ю. Выгодчикова, Д. А. Максимов, М. А. Халиков. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 82 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17782-4. — Текст : электронный // Образовательная

2. 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>.

3. 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 (модулю), 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
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 и контрольные работы, квизы, 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 удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия

Семинарское занятие – активное взаимодействие студентов с преподавателем и друг с другом, направленное на применение теоретических знаний на практике.

Занятие включает выполнение конкретных заданий, лабораторных работ или проектов, что способствует глубокому пониманию материала. Студенты должны заранее ознакомиться с темой занятия и подготовить необходимые материалы. В процессе работы важно активно участвовать в обсуждениях, задавать вопросы и делиться мнениями. Преподаватель предоставляет обратную связь и направляет студентов, что позволяет улучшить их навыки и углубить знания.

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 (модуля) и продемонстрировать навыки их практического применения.

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 (модулю) «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:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	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, 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.
9	Отлично	
8	Отлично	
7	Хорошо	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.
6	Хорошо	

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

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

Активность	Вес	Описание
Домашние задания	20%	Набор задач по темам недели
Контрольные работы	40%	Письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время
Зачет с оценкой	40%	Письменная или устная работа над заданием, направленным на проверку полученных знаний и навыков по дисциплине (модулю)

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Теория информации и кодирования»: $\langle 0,2 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,4 \times \text{среднее за контрольные работы} + 0,4 \times \text{зачет с оценкой} \rangle$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные домашние задания

Домашнее задание: Теория информации

1. Для совместного распределения двух случайных величин вычислить условную энтропию и взаимную информацию.
2. Доказать неотрицательность взаимной информации.
3. Рассмотреть двоичный симметричный канал и проверить выполнение неравенства Шеннона.
4. Пояснить смысл первой теоремы Шеннона о кодировании источника.

Домашнее задание: Каналы связи

1. Для двоичного симметричного канала с вероятностью ошибки p вывести выражение для пропускной способности.
2. Найти пропускную способность при $p=0.1$.
3. Исследовать зависимость пропускной способности от вероятности ошибки и

- построить график.
4. Пояснить физический смысл достижения пропускной способности.

Домашнее задание: Кодирование

1. Построить код Хаффмана для заданного распределения вероятностей и вычислить среднюю длину кода.
2. Сравнить среднюю длину с энтропией источника.
3. Для заданного сверточного кода построить решётчатую диаграмму и выполнить декодирование алгоритмом Витерби для короткой последовательности.
4. Кратко описать принцип итеративного декодирования турбо-кодов.

Домашнее задание: Современные коды

1. Для заданной разреженной проверочной матрицы построить граф Таннера.
2. Выполнить одну итерацию декодирования методом распространения доверия.
3. Для полярного кода длины $N=8$ определить информационные и замороженные биты.
4. Кратко описать принцип поляризации каналов.

Примерные задания по контрольной работе

Контрольная работа: Теория информации и кодирования

1. Энтропия источника

Для дискретного источника с алфавитом $\{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ и вероятностями $(0.4, 0.3, 0.2, 0.1)$:

1. вычислите энтропию Шеннона;
2. определите избыточность источника;
3. сравните результат с максимальной возможной энтропией.

2. Условная энтропия и взаимная информация

Дано совместное распределение случайных величин X и Y .

1. вычислите $H(X)$, $H(X|Y)$, $I(X;Y)$;
2. проверьте выполнение равенства $I(X;Y)=H(X)-H(X|Y)$;
3. сделайте вывод о степени зависимости величин.

3. Первая теорема Шеннона

Для источника из задачи 1:

1. постройте код Хаффмана;
2. вычислите среднюю длину кода;
3. сравните её с энтропией и проверьте выполнение теоремы Шеннона.

4. Пропускная способность канала

Для двоичного симметричного канала с вероятностью ошибки $p=0.15$:

1. выведите формулу пропускной способности;
2. вычислите её численное значение;
3. определите долю потерь относительно идеального канала.

5. Сверточный код

Для заданного сверточного кода с образующими многочленами:

1. постройте решётчатую диаграмму;
2. выполните декодирование полученной последовательности алгоритмом Витерби;
3. определите исправленные ошибки.

6. Линейный блочный код

Дана порождающая матрица линейного кода.

1. определите параметры (n,k,d) ;

2. постройте проверочную матрицу;
3. выполните синдромное декодирование принятого слова.

7. Код Рида–Соломона

Для кода Рида–Соломона над полем $GF(2^m)$:

1. определите число исправляемых ошибок при заданных параметрах;
2. поясните принцип построения кодовых слов;
3. приведите пример практического применения.

8. LDPC и граф Таннера

Для заданной разреженной проверочной матрицы:

1. постройте граф Таннера;
2. выполните одну итерацию алгоритма распространения доверия;
3. объясните влияние плотности матрицы на сложность декодирования.

9. Полярные коды

Для полярного кода длины $N=8$:

1. выполните процедуру поляризации каналов;
2. определите позиции замороженных битов;
3. выполните пошаговое декодирование SC-алгоритмом для короткой последовательности.

10. Комплексная задача (моделирование передачи)

Промоделируйте передачу двоичной последовательности через канал с АБГШ:

1. выполните кодирование (любой корректирующий код);
2. реализуйте передачу через шумовой канал;
3. выполните декодирование;
4. оцените вероятность битовой ошибки и выигрыш кодирования;
5. представьте выводы о влиянии отношения сигнал/шум.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1	Вычислите энтропию двоичного источника при вероятности символа 1, равной 0.5.	1 бит	ОПК-1
2	Вычислите энтропию двоичного источника при вероятности символа 1, равной 0.1 (округлить до тысячных).	0.469 бит	ОПК-1
3	При $H(X)=2$ и $H(X Y)=0.5$ вычислите взаимную информацию $I(X;Y)$.	1.5 бит	ОПК-1
4	Для двоичного симметричного канала при $p=0$ вычислите пропускную способность.	1 бит	ОПК-1
5	Для двоичного симметричного канала при $p=0.5$ вычислите пропускную способность.	0 бит	ОПК-1
6	Вычислите среднюю длину оптимального двоичного кода для источника с энтропией 2.2 бит (граница Шеннона).	3 бита	ОПК-1
7	Для линейного кода с параметрами (7,4,3) вычислите кодировочную скорость R .	0.571 скорость	ОПК-1
8	При минимальном расстоянии кода $d=5$ вычислите число исправляемых ошибок t .	2 ошибки	ОПК-1
9	Для канала с пропускной способностью 0.8 и скоростью кода 0.5 определите достижимость надёжной передачи ($C>R$).	1 достижимо	ОПК-1
10	Вычислите значение двоичной энтропийной функции $H(p)$ при $p=1$.	0 бит	ОПК-1

11	Для кода Хэмминга (7,4,3) вычислите синдром ошибки для вектора с однократной ошибкой в первой позиции (стандартная нумерация).	1 синдром	ПК-1
12	Для кода Рида–Соломона ($n=15,k=11$) вычислите число исправляемых ошибок.	2 ошибки	ПК-1
13	Для LDPC-кода с проверочной матрицей плотности 0 выполните оценку числа итераций декодирования при отсутствии ошибок.	0 итераций	ПК-1
14	Для полярного кода длины $N=8$ вычислите скорость при числе информационных бит 4.	0.5 скорость	ПК-1
15	Для гауссовского канала при $SNR=0$ вычислите пропускную способность по формуле Шеннона $\log_2(1+SNR)$.	0 бит	ПК-1
16	Для сверточного кода со скоростью $1/2$ вычислите избыточность.	0.5 избыточность	ПК-1
17	При вероятности битовой ошибки 10^{-3} и длине блока 1000 вычислите ожидаемое число ошибок.	1 ошибка	ПК-1
18	Для фактор-графа без циклов определите число локальных максимумов функции правдоподобия.	1 максимум	ПК-1
19	При кодовой скорости 0.75 и длине блока 100 вычислите число информационных бит.	75 бит	ПК-1
20	Для двоичного источника с равновероятными символами вычислите избыточность.	0 избыточность	ПК-1