

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины
Теория кодирования Б1.В.ДВ.10

Направление подготовки: 02.03.01 - Математика и компьютерные науки

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Насрутдинов М.Ф. , Тронин С.Н.

Рецензент(ы):

Зубков М.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тронин С. Н.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института математики и механики им. Н.И. Лобачевского :

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No

Казань
2019

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заместитель директора по образовательной деятельности Насрутдинов М.Ф. Высшая школа информационных технологий и интеллектуальных систем КФУ , Marat.Nasrutdinov@kpfu.ru ; профессор, д.н. (доцент) Тронин С.Н. кафедра компьютерной математики и информатики отделение педагогического образования , Serge.Tronin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Должен знать:

Основные принципы, согласно которым строятся коды, исправляющие ошибки. Теоретические основы построения линейных и циклических кодов, исправляющих ошибки. Примеры линейных кодов, в частности - коды Хэмминга. Основы теории конечных полей, необходимые для построения кодов, исправляющих ошибки. Способ построения кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингема. Примеры кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингема, в частности, коды Рида-Соломона. Методы декодирования линейных кодов, в частности - кодов Рида-Соломона.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.10 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 02.03.01 Математика и компьютерные науки и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Данная учебная дисциплина является курсом по выбору. Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к самостоятельной научно-исследовательской работе
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью находить, анализировать, реализовывать программно и использовать на практике математические алгоритмы, в том числе с применением современных вычислительных систем
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью строго доказать утверждение, сформулировать результат, увидеть следствия полученного результата
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженной в терминах предметной области изучавшегося явления
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью использовать методы математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Основные принципы, согласно которым строятся коды, исправляющие ошибки. Теоретические основы построения линейных и циклических кодов, исправляющих ошибки. Примеры линейных кодов, в частности - коды Хэмминга. Основы теории конечных полей, необходимые для построения кодов, исправляющих ошибки. Способ построения кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингема. Примеры кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингема, в частности, коды Рида-Соломона. Методы декодирования линейных кодов, в частности - кодов Рида-Соломона.

2. должен уметь:

Строить новые примеры кодов, исходя из общих конструкций, изложенных в лекционном курсе. Самостоятельно изучать новые сведения по теории кодирования, используя специальную литературу.

3. должен владеть:

Техникой вычислений в конечных полях. Методами построения новых кодов, исправляющих ошибки.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Расширять область своих знаний в теории кодирования.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Предмет алгебраической теории кодирования	8	1	2	2	0	Контрольная работа
2.	Тема 2. Линейные коды. Общие свойства	8	2-4	10	8	0	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Элементы теории конечных полей.	8	5-7	8	8	0	Контрольная работа
4.	Тема 4. Циклические коды и их обобщения	8	8-11	8	8	0	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Экзамен

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
Итого				28	26	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Предмет алгебраической теории кодирования

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Общие сведения о кодировании Расстояние (метрика) Хэмминга. Три эквивалентных определения кодов, исправляющих ошибки. Граница сферической упаковки. Скорость передачи информации и надежность кода. Декодирование по максимуму правдоподобия. Обзор подходов в алгебраической теории кодирования. Примеры кодов.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Вычислить минимальное расстояние кода. Исправление ошибок в кодах.

Тема 2. Линейные коды. Общие свойства

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Линейные коды. Вес Хэмминга. Порождающая и проверочная матрица. Неравенство Синглтона. Двойственные (дуальные) коды. Коды Хэмминга. Полиномиальная форма линейных кодов. Общий метод декодирования линейных кодов. Эквивалентность линейных кодов. Конструирование новых кодов, исходя из уже имеющихся. Примеры.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Вычисление порождающей и проверочной матриц. Нахождение минимального расстояния. Нахождение синдрома кода.

Тема 3. Элементы теории конечных полей.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Основы теории конечных полей. Характеристика поля. Примеры конечных полей. Количество элементов в конечном поле. Примитивные элементы поля и их существование. Описание всех конечных полей. Минимальные многочлены элементов конечного поля. Корни многочленов над конечными полями. Существование и единственность конечного поля заданной характеристики с заданным количеством элементов. Существование поля, в котором данный многочлен раскладывается в произведение линейных множителей.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Нахождение неприводимых многочленов. Нахождение примитивных элементов. Построение конечных полей.

Тема 4. Циклические коды и их обобщения

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Два определения циклических кодов и их эквивалентность. Порождающие и проверочные матрицы циклических кодов. Примеры циклических кодов. Двойственный код для циклического кода. Теоремы о существовании кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингема. Примеры таких кодов. Коды Рида-Соломона, их свойства, и методы их декодирования. Коды Рида-Маллера

практическое занятие (8 часа(ов)):

Построение кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингема. Построение кодов Рида-Соломона, их свойства, и методы их декодирования.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Предмет алгебраической теории кодирования	8	1	подготовка к контрольной работе	4	Контрольная работа
2.	Тема 2. Линейные коды. Общие свойства	8	2-4	подготовка домашнего задания	6	Письменное домашнее задание
3.	Тема 3. Элементы теории конечных полей.	8	5-7	подготовка к контрольной работе	4	Контрольная работа
4.	Тема 4. Циклические коды и их обобщения	8	8-11	подготовка к контрольной работе	4	Контрольная работа
	Итого				18	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Решение задач, в том числе с применением компьютеров для построения кодов. Подготовка презентаций для докладов по темам, вынесенным на самостоятельное изучение.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение. Предмет алгебраической теории кодирования

Контрольная работа, примерные вопросы:

1. Сколько ошибок может исправить групповой двоичный код с кодовым расстоянием 5? Сколько ошибок он гарантированно устанавливает? 2. Какова вероятность ошибочной дешифровки в ситуации из предыдущей задачи, если вероятность единичной ошибки равна 0.01? 3. Постройте оптимальный (2,4) код. 4. Докажите, что элементарные преобразования строк кодирующей матрицы двоичного линейного кода приводят к матрице эквивалентного кода.

Тема 2. Линейные коды. Общие свойства

Письменное домашнее задание, примерные вопросы:

1. Линейный код задан своей проверочной матрицей найти минимальное расстояние кода 2. Линейный код задан своей проверочной матрицей найти порождающую матрицу кода 3. Постройте БЧХ код с исправлением двойных ошибок и кодовыми словами длины 15. 4. Построить 31-разрядный код БЧХ, исправляющий три ошибки в кодовой комбинации 5. Построить 16-ричный (15,11,5) код Рида - Соломона 6. Построить (7,4) код Хемминга

Тема 3. Элементы теории конечных полей.

Контрольная работа, примерные вопросы:

1. Построить поле из 9 элементов. 2. Найти все неприводимые многочлены степени 2 и 3 над полем \mathbb{Z}_3 3. Найти примитивный элемент поля из 9 элементов.

Тема 4. Циклические коды и их обобщения

Контрольная работа, примерные вопросы:

1. Циклический код задан своим порождающим многочленом. Найти минимальное расстояние кода 2. Построить циклический код с заданными параметрами. 3. Найти все неприводимые многочлены степени 2 и 3 над полем \mathbb{Z}_3 4. Для заданного кода БЧХ и принятого сообщения найти локатор ошибок. 5. Построить код Рида-Соломона по заданным параметрам.

Итоговая форма контроля

экзамен (в 8 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:

1. Метрика Хэмминга
2. Эквивалентные определения для кода, исправляющего ошибки.
3. Граница сферической упаковки
4. Вес Хэмминга и его свойства.
5. Линейные коды. Порождающие и проверочные матрицы.
6. Неравенство Синглтона
7. Коды Хэмминга.
8. Эквивалентность кодов.
9. Метод декодирования линейных кодов.
10. Построение новых кодов по уже имеющимся.
11. Конечные поля. Характеристика. Примеры.
12. Прimitивные элементы и их существование. Описание всех конечных полей.
13. Корни многочленов над конечными полями.
14. Существование и единственность конечного поля с заданной характеристикой и с заданным количеством элементов.
15. Существование поля, в котором данный многочлен раскладывается на линейные множители.
16. Основные теоремы о существовании кодов БЧХ.
17. Определение и примеры кодов БЧХ.
18. Коды Рида-Соломона.
19. Метод декодирования кодов Рида-Соломона.
20. Алгебра булевых функций и ее свойства.

7.1. Основная литература:

Тронин С.Н. Краткий конспект лекций по теории кодирования: учебно-методическое пособие/С.Н. Тронин. - Казань: КФУ, 2017. - 36 с. - Режим доступа:

https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/110893/Tronin_Kratkij_konspekt_lekcij_po_teorii_kodirovaniya

Чечёта, С.И. Введение в дискретную теорию информации и кодирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Чечёта. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2011. - 224 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/9437>. - Загл. с экрана.

Сидельников, В.М. Теория кодирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Сидельников. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2008. - 324 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2311>. - Загл. с экрана.

7.2. Дополнительная литература:

Штарьков, Ю.М. Универсальное кодирование. Теория и алгоритмы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.М. Штарьков. - Электрон. дан. - Москва : Физматлит, 2013. - 288 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59667>. - Загл. с экрана.

Кельберт, М.Я. Вероятность и статистика в примерах и задачах. Т.3: Теория информации и кодирования [Электронный ресурс] / М.Я. Кельберт, Ю.М. Сухов. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2016. - 567 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/80125>. - Загл. с экрана

Верещагин, Н.К. Информация, кодирование и предсказание [Электронный ресурс] : монография / Н.К. Верещагин, Е.В. Щепин. - Электрон. дан. - Москва : МЦНМО, 2012. - 236 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71863>. - Загл. с экрана.

7.3. Интернет-ресурсы:

Заметки по теории кодирования (А.Ромашенко,А.Румянцев,А.Шень) -

<https://www.mccme.ru/~anromash/courses/coding-theory-05-2016.pdf>

Лекториум - <https://www.lektorium.tv>

Национальный Открытый Университет - <http://www.intuit.ru>

Теория кодирования -

https://www.youtube.com/playlist?list=PL-_cKNuVAYAVK136j7cxAw8P0x_AM95LV

Теория кодирования на Лекториуме - <https://www.lektorium.tv/lecture/13665>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теория кодирования" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента" , доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

-

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" и профилю подготовки Математическое и компьютерное моделирование .

Автор(ы):

Насрутдинов М.Ф. _____

Тронин С.Н. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Зубков М.В. _____

"__" _____ 201__ г.