МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе, качеству образования – первый проректор

_____ Хагуров Т.А.
подпись

«29» мая 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.05.01 ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ

Направление подготовки 01.04.01 Математика

Направленность (профиль) Алгебраические методы защиты информации

Форма обучения Очная

Квалификация Магистр

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Помехоустойчивое кодирование составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.04.01 Математика

Программу составил(и):
А.В. Рожков, профессор, д.ф.-м.н., профессор____ _____

Рабочая программа дисциплины Помехоустойчивое кодирование утверждена на заседании кафедры функционального анализа и алгебры, протокол № 9 от «10» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой Барсукова В.Ю. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук, протокол № 2 от «30» апреля 2020 г.
Председатель УМК факультета Шмалько С.П. _____

Рецензенты:

Сутокский В.Г. к.т.н., доцент кафедры наземного транспорта и механики КубГТУ

Лазарев В.А. д.п.н., зав. кафедрой теории функций КубГУ

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Цель освоения дисциплины – рассмотрение задач информатизации и программно-аппаратных основ кодирования информации. Изучение этой дисциплины является важной составной частью современного математического образования и образования в области компьютерных наук.

1.2 Задачи дисциплины.

Получение базовых теоретических и практических сведений и навыков о структуре и алгоритмах кодирования информации. Математических основ анализа каналов связи с шумом. Основ теории кодов, исправляющих ошибки. Основ теории информации. Прежде всего алгебраических, связанных с вычислительными и числовыми вопросами алгебры и криптографии. Применение этих знаний на практике, при рассмотрении перспектив развития математических и компьютерных наук, месте и роли вычислительных приемов и методов, при решении вопросов защиты информации.

Изучение теоретических основ предмета: Информационные объекты. Компьютерная алгебра и численный анализ информационных систем. Коды Хэмминга. Теория информации по Шеннону. Алгоритмы кодирования информации жестких и съемных дисков.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Помехоустойчивое кодирование» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана и является дисциплиной по выбору Б1.В.ДВ.04.01.

Данная дисциплина, как алгоритмическая основа криптографии, призвана содействовать фундаментализации образования, укреплению правосознания и развитию системного мышления магистров. А также развитию навыков применения современных компьютерных средств для решения естественно-научных проблем.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общекультурных/общепрофессиональных/профессиональных компетенций (ПК)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ПК-4	Способен ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики; обладать способностями к эффективному применению и реализации математически сложных алгоритмов в современных	О компьютерной реализации информационных объектов. Связи компьютерной алгебры и численного анализа.	Применять основные математические методы, используемые в анализе типовых алгоритмов.	использования библиотеки алгоритмов и пакетов расширения; поиска и использования современной научно-технической литературой в области символьных вычислений.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
		программных комплексах			

В результате освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать:

об основных задачах и понятиях теории кодов;

о видах информации, подлежащей кодированию;

о классификации кодов;

о методах защиты компьютерных систем и сетей.

Уметь использовать:

коды с одной проверкой на четность;

линейные коды;

циклические коды;

групповые коды. Коды Хэмминга;

коды Боуза-Чоудхури-Хоквингемы;

основные математические методы, используемые в анализе типовых алгоритмов.

Владеть:

алгоритмами решение систем линейных уравнений по разным модулям;

методами построения генераторов псевдослучайных последовательностей;

алгоритмами построения кодов, исправляющих ошибки;

методами вычислений и построений кодов Хэмминга.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		3			
Контактная работа, в том числе:					
Аудиторные занятия (всего):	**22**	**22**			
Занятия лекционного типа	10	10	-	-	-
Лабораторные занятия	12	12	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)			-	-	-
	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)					
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
Самостоятельная работа, в том числе:					
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала	6	6	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	8	8	-	-	-
Реферат			-	-	-
Подготовка к текущему контролю			-	-	-

Контроль:						
Подготовка к экзамену		35,7	35,7			
Общая трудоемкость	**час.**	**72**	**72**	**-**	**-**	**-**
	в том числе контактная работа	**22,3**	**22,3**			
	зач. ед	**2**	**2**			

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре *(очная форма)*

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1	Блоковые и сверточные коды.		4		4	4
2	Коды Хемминга, Голея и Рида-Маллера.		2		4	4
3	Двоичные циклические коды и коды БЧХ.		2		2	4
4	Недвоичные БЧХ коды — коды Рида-Соломона.		2		2	2
	Итого по дисциплине:		**10**		**12**	**14**

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа магистра

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Блоковые и сверточные коды.	Хеммингово расстояние, Хемминговы сферы и корректирующая способность.	Р
2	Коды Хемминга, Голея и Рида-Маллера.	Двоичные коды Рида-Маллера. Групповые коды. Функция Эйлера и Мебиуса. Группы обратимых элементов в кольцах. Структура мультипликативной группы кольца вычетов. Обратимые элементы. Примитивные элементы.	Э
3	Двоичные циклические коды и коды БЧХ.	Порождающий и проверочный полиномы. Порождающий многочлен. Кодирование и декодирование двоичных циклических кодов. Проверочный полином.	Т
4	Недвоичные БЧХ коды — коды Рида-	Рекурсивные систематические сверточные коды. Свободное расстояние. Связь с блоковыми кодами.	Р

	Соломона.	Декодирование: Алгоритм Витерби в Хемминговой метрике. Декодирование по максимуму правдоподобия и метрики.	

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т).

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.			

2.3.3 Лабораторные занятия.

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1	Блоковые коды.	
2	Коды Хемминга, Голея	
3	Коды БЧХ.	
4	Коды Рида-Соломона.	

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Подготовка рефератов и научных сообщений	Рожков А.В. «Темы исследовательских работ и методические указания по их написанию», утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры, протокол № 9 от 10.04.2020 г.
2	Самостоятельное освоение теории	Рожков А.В. «Алгебра и теория чисел. Методические указания», утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры, протокол № 9 от 10.04.2020 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме с увеличенным шрифтом,
– в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями слуха:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа.
Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в печатной форме,
– в форме электронного документа,

Перечень
электронных документов, которые могут быть представлены
в печатной форме с увеличенным шрифтом

1. Рожков А.В. «Темы исследовательских работ и методические указания по их написанию», утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры, протокол № 1 от 31 августа 2017 г.
2. Рожков А.В. «Алгебра и теория чисел. Методические указания», утвержденные кафедрой функционального анализа и алгебры, протокол № 1 от 31 августа 2017 г.

3. Образовательные технологии.

Активные и интерактивные формы, лекции, лабораторные занятия, контрольные работы, реферативные доклады (по некоторым темам в виде презентации) и экзамен. В течение семестра магистры решают задачи, указанные преподавателем, к каждому лабораторному занятию. Каждый магистр готовит реферативный доклад по одной из ниже научных тем. Зачет выставляется после выполнения определенного количества (практических и теоретических) заданий контрольных работ и отчета по реферативному докладу. В случае невыполнения какого-то из приведенных требований, магистру для сдачи зачета предлагаются по усмотрению преподавателя некоторые практические и теоретические задания, подобные предложенным ниже.

К образовательным технологиям также относятся интерактивные методы обучения. Интерактивность подачи материала по дисциплине «Помехоустойчивое кодирование» предполагает не только взаимодействия вида «преподаватель - магистр» и «магистр - преподаватель», но и «магистр - магистр». Все эти виды взаимодействия хорошо достигаются при изложении материала на занятиях в ходе дискуссий, а также на лабораторных занятиях в ходе изложения магистрами реферативных докладов (возможно в виде презентации).

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Список теоретических вопросов (для подготовки к экзамену)

1. Евклидовы кольца.
2. Кольца вычетов.
3. Функция Эйлера.
4. Функция Мебиуса.
5. Теорема Ферма.
6. Китайская теорема об остатках.
7. Однонаправленные функции.
8. Сложность разложения на множители.
9. Конечные поля.
10. Алгоритм извлечения квадратных корней в конечном поле.

11. Неприводимые многочлены над полями Галуа.
12. Период многочлена.
13. Решение систем линейных уравнений по разным модулям.
14. Генераторы псевдослучайных последовательностей.
15. Определение кода, исправляющего ошибки.
16. Расстояние Хэмминга.
17. Коды Хэмминга.
18. Линейные коды.
19. Циклические коды.
20. Групповые коды.
21. Матричные модели доступа.
22. Обыкновенные графы.
23. Ориентированные графы.
24. Графы с петлями и мультиграфы.
25. Нагруженные графы.
26. Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингемы (БЧХ-коды).
27. Двоичные БЧХ-коды, исправляющие многократные ошибки.
28. Недвоичное кодирование.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.
Список типовых алгоритмов (для самостоятельных занятий и экзамена)

1. Найти период последовательности, заданной формулой .
2. Решить систему линейных уравнений по разным модулям
3. Привести пример регистра сдвига с обратной связью. Записать регистр в матричной форме. Нарисовать электронную схему регистра.
4. Привести пример кода, исправляющего 3 ошибки.
5. Найти расстояние Хэмминга между конкретными кодирующими словами.
6. Найти расстояние Хэмминга между конкретными множествами кодирующих слов.
7. Закодировать кодом Хэмминга данный набор объектов (например, слов в алфавите).
8. Привести пример линейного кода.
9. Привести пример циклического кода.
10. Привести пример кода являющего групповым и кода групповым не являющегося.
11. На примере системы с тремя ресурсами и тремя пользователями привести пример матрицы доступа.
12. Матрицы доступа, реализованные в операционных системах семейства Linux.
13. Привести пример графа частично упорядоченного множества.
14. Привести пример графа с петлями.
15. Привести пример мультиграфа.
16. Матричная запись нагруженного графа.
17. Пример конечной реляционной алгебры.
18. Примеры операций в реляционной алгебре.
19. Привести примеры коммерческих реляционных баз данных.
20. Перечислить признаки распределенных баз данных.
21. Привести примеры кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингемы (БЧХ-коды).
22. Привести пример двоичного БЧХ-коды, исправляющего 7 ошибок.
23. Привести примеры недвоичное кодирования.

Примерные темы реферативных докладов

1. 1. Линейные регистры сдвига с обратной связью (доклад на лабораторном занятии в виде презентации).

2. Коды Хэмминга и сжатие информации (отчет в письменной форме).
3. Реляционные алгебры (доклад на лабораторном занятии).
4. Коммерческие продукт, реализующие модель распределенных баз данных (отчет в письменной форме).
5. Решение квадратных уравнений в конечных полях с использованием логарифмов Якоби (доклад на лабораторном занятии в виде презентации).
6. Обзор популярных БЧХ-кодов (доклад на лабораторном занятии в виде презентации).
7. Недостатки модели Белла-ЛаПадула (отчет в письменной форме).

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Чечёта С.И. Введение в дискретную теорию информации и кодирования [Электронный ресурс]. – М.: МЦНМО, 2011. – URL: http://e.lanbook.com/view/book/9437/
2. Золотарев В.В., Зубарев Ю.Б., Овечкин Г.В. Многопороговые декодеры и оптимизационная теория кодирования. [Электронный ресурс]. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012. - URL: http://e.lanbook.com/view/book/5156/

5.2. Дополнительная литература:

1. Столов Е.Л. Цифровая обработка сигналов. Водяные знаки в аудиофайлах [Электронный ресурс]. - СПб.: Лань, 2018. - URL: https://e.lanbook.com/reader/book/106736/
2. Березкин Е.Ф. Основы теории информации и кодирования: учебное пособие 3-е изд. [Электронный ресурс]. - СПб.: Лань, 2019. – URL: https://e.lanbook.com/reader/book/115524

1.3. Периодические издания:

Не предусмотрены

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Пакет компьютерной алгебры Sage 9.1. Официальный сайт http://sagemath.org/
2. Пакет компьютерной алгебры Gap4r11p0. Официальный сайт http://www.gap-system.org/

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Согласно учебному плану дисциплины «Помехоустойчивое кодирование» итоговой формой контроля является экзамен. Для сдачи экзамена магистр должен научиться на лабораторных занятиях решать практические задания по темам разделов 1-3, выполнять домашние задания. Типы практических заданий на зачет соответствуют заданиям. Также на зачете магистрам предлагаются и теоретические задания, состоящие в письменном ответе на один из вопросов. Количество практических и теоретических заданий зависит от активности и результативности работы магистра в течение семестра.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине (модулю).

Для подготовки к ответам на теоретические вопросы в ходе контрольных работ и на зачете магистрам достаточно использовать материал лекций. Весь этот теоретический

материал содержится в учебных пособиях из списка основной литературы. Для изучения теоретического материала, необходимого для подготовки реферативного доклада, кроме основных источников литературы возможно использование дополнительных источников и Интернет-ресурса. В случае затруднений, возникающих у магистров в процессе самостоятельного изучения теории, преподаватель разъясняет сложные моменты на консультациях.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

Вычисления в пакетах компьютерной алгебры на отрытом коде GAP4.9.1 и Sage 8.2

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

а) перечень лицензионного программного обеспечения:

№	Перечень лицензионного программного обеспечения
1.	Maple Soft Maple 18
2.	Mathcad Prime3
3.	Mathcad 14
4.	Microsoft office
5.	MS Windows 10 (x64)
6.	MS Office 2013, MS
7.	Office 2010, 7Zip

в) Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

№	Перечень свободно распространяемого программного обеспечения
1.	Пакет компьютерной алгебры Sage 8.3. Официальный сайт http://sagemath.org/
2.	Пакет компьютерной алгебры Gap4r9p3. Официальный сайт http://www.gap-system.org/
3.	Пакет компьютерной алгебры PARI/GT 2.11. Официальный сайт http://pari.math.u-bordeaux.fr/
4.	Библиотека для работы с большими целыми числами GMP 6.1.2. Официальный сайт https://gmplib.org/
5.	Язык программирования Python. Официальный сайт https://www.python.org/
6.	Язык программирования Julia. Официальный сайт http://julialang.org/
7.	Язык программирования Cython. Официальный сайт http://cython.org/
8.	Компилятор PyPy, оптимизирующий код Python и Cython. Официальный сайт http://pypy.org/
9.	Python в облаке, интегрированная среда разработки Anaconda. Официальный сайт https://store.continuum.io/cshop/anaconda/
10.	Математические пакеты Python, проект SciPy. Официальный сайт http://www.scipy.org/
11.	Клиентская ОС Debian 9.5. Официальный сайт https://www.debian.org/index.ru.html
12.	Издательская система LaTeX/MiKTeX 2.9. Официальный сайт http://www.miktex.org/
13.	Утилиты Руссиновича https://technet.microsoft.com/ru-ru/library/bb545021.aspx
14.	Анализ защищенности сети Kali Linux 2018.3. https://www.kali.org/
15.	Анализ защищенности сети Snort 3.0. Официальный сайт https://www.snort.org/
16.	Серверная ОС CentOS – 7. Официальный сайт https://www.centos.org/
17.	Офисная система Apache OpenOffice 4.1.5. Официальный сайт https://www.openoffice.org/ru/

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (http://www.consultant.ru)
2. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru)/
3. Электронная библиотека http://gen.lib.rus.ec/

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»). Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).
2.	Семинарские занятия	Не предусмотрены
3.	Лабораторные занятия	Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения – компьютерами
4.	Курсовое проектирование	Не предусмотрено
5.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория для групповых занятий
6.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для групповых занятий
7.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ

Направление подготовки 01.04.01 Математика
Направленность Алгебраические методы защиты информации

Рабочая программа дисциплины Помехоустойчивое кодирование для магистров направленность «Алгебраические методы защиты информации» составлена доктором физико-математических наук, профессором кафедры функционального анализа и алгебры факультета математики и компьютерных наук Кубанского государственного университета Рожковым А.В.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.04.01 Математика. Программа одобрена на заседании кафедры функционального анализа и алгебры и на заседании учебно-методического совета факультета математики и компьютерных наук.

В рабочей программе отражено получение базовых теоретических и практических сведений и навыков о структуре и алгоритмах кодирования информации. Математических основ анализа каналов связи с шумом. Основ теории кодов, исправляющих ошибки. Основ теории информации. Прежде всего алгебраических, связанных с вычислительными и числовыми вопросами алгебры и криптографии. Применение этих знаний на практике, при рассмотрении перспектив развития математических и компьютерных наук, месте и роли вычислительных приемов и методов, при решении вопросов защиты информации.

Рабочая программа дисциплины Помехоустойчивое кодирование для магистров направленность «Алгебраические методы защиты информации» сочетает теоретическую и практические части, что способствует более глубокому усвоению материала. Предложенные задания научно-исследовательского плана направлены на развитие практических навыков решения задач по направлению защита информации.

Считаю, что рабочая программа дисциплины Помехоустойчивое кодирование для магистров направленность «Алгебраические методы защиты информации» может быть рекомендована для подготовки магистров направления подготовки 01.04.01 Математика.

Кандидат технических наук,
доцент кафедры наземного транспорта и механики
ФГБОУ ВО «КубГТУ» В.Г. Сутокский