Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт информационных и электронных систем
Кафедра прикладной математики и информатики

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭИС
Б.И. Селезнев
«26» 06 2014 г.

ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ И КОДИРОВАНИЯ

Учебная дисцилина по направлению подготовки
010400.62 – прикладная математика и информатика

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебного отдела
_____ О.Б. Широколобова
«26» 06 2014 г.

РАЗРАБОТАЛ:

Доцент кафедры ПМИ
_____ Т.В. Жгун
«09» апреля 2014 г.

Принято на заседании кафедры ПМИ
«7» 09.04 2014 г.

Заведующий кафедрой ПМИ
_____ А.В. Колногоров

1 Цели и задачи учебного модуля

Целью учебного модуля (УМ) является освоение студентами методологии оценки количественных характеристик, определяющих информационные свойства систем, сравнения информационных измерительных систем между собой и согласования их характеристик с характеристиками объекта управления; формирование компетентности студентов в области помехоустойчивого кодирования, способствующей становлению их готовности к решению задач профессиональной деятельности; раскрытие сущности и значения методов помехоустойчивого кодирования, определение методологических и математических основ различных аспектов защиты информации и связи между ними.

Основными **задачами** УМ являются:

- определение базовых понятий теории информации и помехоустойчивого кодирования;
- освоение фундаментальных положений теории информации, различных аспектов количественной меры информации объектов с дискретным множеством состояний; освоение информационных характеристик источников информации и каналов связи;
- освоение методов и средств кодирования информации как основы решения теоретических проблем создания автоматизированных систем обработки информации и управления;
- формирование понимания студентами значимости знаний и умений в области эффективного и помехоустойчивого кодирования в процессе профессиональной деятельности;
- формирование системы знаний *о* проблемах измерения количества информации, изучение свойств информации, исследование взаимодействия систем и элементов систем методами теории информации, решение задач прикладного характера;
- формирование понимания студентами значимости важности оптимального использования информационных характеристик источников сообщений и каналов связи для построения кодов, обеспечивающих заданную достоверность передаваемой информации с максимально возможной скоростью и минимально возможной стоимостью передачи сообщений*;*
- формирование системы знаний о методах теории информации, эффективного и помехоустойчивого кодирования, позволяющим в будущем выстраивать на научной основе процессы профессиональной деятельности;
- подготовка студентов к профессиональной деятельности, связанной с выполнением проектов на основе современных вычислительных технологий.

Ведущие идеи учебного модуля:

– понимание особенностей применения методов эффективнорго и помехоустойчивого кодирования является важнейшей частью компетентности специалиста в сфере профессиональной деятельности;

– эффективные решения в профессиональной сфере основываются на анализе количественных характеристик, определяющих информационные свойства систем, сравнении информационных измерительных систем между собой и согласования их характеристик с характеристиками объекта управления.

2 Место учебного модуля в структуре ООП направления подготовки

Учебный модуль относится к вариативной части профессионального цикла, читается в 7 семестре.

Для изучения необходимы знания и умения, полученные при изучении модулей «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Информатика» и «Алгоритмические языки», «Дискретная математика».

Дисциплина должна фундаментом для последующего изучения дисциплины «Методы и средства защиты информации». Знания и умения, полученные при изучении данного модуля, используются при прохождении производственной практики и при подготовке выпускной квалификационной работы.

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

- **ПК-5** способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности:

- (способность изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности;
- **ОК-5** Способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны:
- сознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества.

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Код компетенции	Уровень освоения компетенции	Знать	Уметь	Владеть
ПК-5	базовый	методику определения проблем для исследований в области теории информации и теории кодирования; методику деятельности по разработке решения или выполнению полного проекта	собирать и анализировать данные для принятия обоснованных решений; осуществлять рефлексию собственной деятельности; применять имеющиеся знания для создания новых идей, продуктов или процессов	Навыками планирования и управления деятельностью по разработке решения или выполнению полного проекта; методиками оценки адекватности получаемых решений
Код компетенции	Уровень освоения компетенци	Знать	Уметь	Владеть
ОК5	базовый	математические модели сигналов как средства передачи сообщений, способы оценки количества информации, информационные характеристики источников информации и каналов связи, теоретическое обоснование принципиальной возможности кодирования и декодирования сообщений, обеспечивающих предельно допустимую скорость передачи сообщений по каналу связи при отсутствии, и при наличии помех, существующие методы и средства кодирования информации	рассчитать энтропию как меру неопределенности выбора источником информации определенного состояния, определить количество информации, формируемое источником и передаваемое по каналу связи, рассчитать характеристики источника информации и канала связи, применить необходимые методы эффективного и помехоустойчивого кодирования информации	навыками и приемами использования основных понятий курса для анализа информационных систем и процессов и оптимизации детерминированных и случайных информационных систем и процессов, опытом использования методов теории информации для постановки и решения прикладных задач при осуществлении математической защиты информации

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам		Коды формируемых компетенций
			7 сем	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕ)	5		5	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	180		180	ПК2,
- лекции	27		27	
-практические занятия	45		45	
-лабораторные работы				ПК5
- аудиторная СРС	24		24	
- внеаудиторная СРС в том числе курсовая работа	72		72	
Аттестация: Экзамен	36		36	

4.2 Содержание и структура разделов учебного модуля

1. Введение. Модели системы передачи сигналов.
2. Теория передачи информации. Количественная оценка информации. Аксиомы количества информации. Энтропия. Ее свойства. Энтропия источника независимых сообщений Свойства взаимной информации.
3. Эффективное кодирование дискретных сообщений.Избыточность. Причины ее появления. Способы сокращения избыточности. Теорема Шеннона для канала без помех.
4. Основы теории кодирования. Назначение и классификация кодов. Неравномерные эффективные коды. Код Шеннона - Фэно. Линейное пространство бинарных последовательностей В. Алгебраические структуры в В.
5. Принципы помехоустойчивого кодирования. Связь исправляющей способности кода с кодовым расстояниям. Построение кодов с заданной исправляющей способностью. Геометрический смысл минимального расстояния.

6. Классификация кодов.
7. Линейные коды. Матричное описание линейных кодов. Систематические коды.
8. Групповые коды. Стандартное расположение группового кода. Улучшение стандартного расположения. Коды Хемминга. Расширение кодов Хэмминга.
9. Конечные поля.Конечные поля, основанные на кольцах целых чисел. Конечные поля, основанные на кольцах многочленов. Примитивные элементы. Структура конечного поля.
10. Циклические коды.Полиномиальное описание циклических кодов. Исправление двух ошибок. Коды БЧХ.
11. CRC –коды.
12. RS - коды.

4.3 Тематика практических занятий

№ раздела УМ	Наименование	Трудоемкость, ак.час
1	1 Теория передачи информации	6
2	2 Эффективное кодирование дискретных сообщений	7
3	3 Основы теории кодирования	6
4	Принципы помехоустойчивого кодирования	6
5 6	Линейные коды. Групповые коды	4
7	Конечные поля.	6
8	Циклические коды.	6
9 10	CRC – коды. RS - коды.	4

4.4 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра, рубежный и семестровый (экзамен) – по окончании изучения УМ.

Рубежный контроль проходит на 18 неделе, по окончании изучения УМ и осуществляется посредством экзамена и подсчетом суммарных баллов за весь период

изучения УМ Пороговому уровню соответствует 100 баллов, максимальное количество баллов за рубежный контроль – 200 баллов . .Максимальное количество баллов, получаемое на экзамене, – 50. Максимальное количество баллов, полученных при изучении УМ– 250 баллов.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением от 27.09.2011 № 32 «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования».

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б). Паспорта компетенций представлены в приложении В.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено Картой учебно-методического обеспечения (Приложение Г).

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Освоение дисциплины «Теория информации и кодирования» предполагает использование следующего материально-технического обеспечения: мультимедийный проектор, презентации по курсу, компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 10 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 НовГУ и находятся в едином домене.

Программное обеспечение:

1. Математическая система *MathCAD* 13.0 *(MathSoft*) или Профессиональная среда для выполнения вычислений *Maple (Waterloo Maple Software*).
2. Электронные таблицы *Excel*.
3. Системы программирования: *Turbo Pascal, Borland C++*.

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В – Паспорта компетенций

Г – Карта учебно-методического обеспечения УМ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Теория информации и кодирования»

Учебный модуль «Теория информации и кодирования » состоит из взаимосвязанных разделов, по которым предусмотрены лекционные, практические и лабораторные занятия . В таблице А.1 отражены разделы модуля, технологии и формы проведения занятий, задания по самостоятельной работе студента и ссылки на необходимую литературу. Содержание разделов представлено в п. 4.2 рабочей программы модуля.

А.1 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Теоретическая часть модуля направлена на формирование системы знаний о сфере применения основных понятий в области теории информации и методах помехоустойяивого кодирования. Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела и указана в таблице А.1.

В начале лекции проводится, опрос или собеседование (не более 20 мин.) для экспресс-оценки уровня усвоения теоретического материала.

А.2 Методические рекомендации по практическим занятиям

Цель практических занятий – формирование у студентов умения работать в коллективе, способности к кооперации с коллегами, способности находить профессиональные решения и компетентности студентов в области научной и научно-исследовательской деятельности, способствующей становлению их готовности приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии, критически переосмысливать накопленный опыт и изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности, а также умение применить теоретические сведения к решению конкретных задач.

Практические занятия в большинстве своем строятся следующим образом:

– 20% аудиторного времени отводится на объяснение решения типовой задачи у доски или на объяснение задания;

– 70% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами или их коллективное выполнение упражнений;

– 10% аудиторного времени в конце текущего занятия – разбор типовых ошибок при решении задач или подведение итогов выполнения упражнений.

Форма проведения лекционных и практических занятий указана в таблице А.1.

Таблица А.1 - Организация изучения учебного модуля «Теория информации и кодирования»

Раздел модуля	Технология и форма проведения лекционных и практических занятий	Задания на СРС	Дополнительная литература и интернет-ресурсы
Тема 1. Теория передачи информации	вводная лекция информационная лекция, лекция – демонстрация собеседование	– подготовиться к собеседованию (внеауд. СРС); – собеседование (ауд. СРС) – выполнение ДЗ1	– Бриллюэн, Леон Николя Научная неопределенность и информация/Пер.с англ.Т.А.Кузнецовой;Под ред.и с послеслов.И.В.Кузнецова.-2-е изд. стер.-М.: КомКнига, 2006. -271с
2Эффективное кодирование дискретных сообщений	информационная лекция; решение задач ПЗ; собеседование)	– подготовиться к собеседованию (внеауд. СРС); – собеседование (ауд. СРС) – выполнение ДЗ1	– Панин В.В.Основы теории информации : Учеб.пособие для вузов. - 2-е изд.,испр.и доп. - М. : БИНОМ.Лаборатория знаний, 2007. – 436 с. – Свирид Ю.В. Основы теории информации: Курс лекций/Белорус.гос.ун-т.-Минск, 2003.-137.
Тема 3. 3Основы теории кодирования	информационная лекция; решение задач ПЗ №5 выполнение КР(ауд. СРС)	– подготовиться к собеседованию (внеауд. СРС); выполнение ДЗ1 – собеседование (ауд. СРС) – выполнение ДЗ2	– Панин В.В.Основы теории информации : Учеб.пособие для вузов. - 2-е изд.,испр.и доп. - М. : БИНОМ.Лаборатория знаний, 2007. – 436 с. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику : учеб. пособие для вузов / МГУ им.М.В.Ломоносова. - 4-е изд.,стер. - М. : Высшая школа, 2006. - 384,[1]с. -
Тема 4. Принципы помехоустойчивого кодирования	информационная лекция; решение задач ПЗ собеседование	– подготовиться к собеседованию (внеауд. СРС); – собеседование (ауд.	– Панин В.В.Основы теории информации : Учеб.пособие для вузов. - 2-е изд.,испр.и доп. - М. : БИНОМ.Лаборатория знаний, 2007. – 436 с. Свирид Ю.В. Основы

Раздел модуля	Технология и форма проведения лекционных и практических занятий	Задания на СРС	Дополнительная литература и интернет-ресурсы
		СРС) выполнение ДЗ2	теории информации: Курс лекций/Белорус.гос.ун-т.-Минск, 2003.-137.
Тема 5,6. Линейные коды. Групповые коды	информационная лекция; решение задач ПЗ собеседование)	– подготовиться к собеседованию (внеауд. СРС); выполнение ДЗ1 – собеседование (ауд. СРС) – выполнение ДЗ3	– Гантмахер В.Е. и др. Шумоподобные сигналы.Анализ, синтез,обработка/Гантмахер В.Е.,Быстров, Н.Е.,Чеботарев Д.В.-СПб.:Наука и техника,2005.-396с.:ил.-
Тема 7 Конечные поля	информационная лекция; решение задач ПЗ	– подготовиться к практическому занятию (внеауд. и ауд. СРС)) – выполнение ДЗ3	– Гантмахер В.Е. и др. Шумоподобные сигналы.Анализ, синтез,обработка/Гантмахер В.Е.,Быстров, Н.Е.,Чеботарев Д.В.-СПб.:Наука и техника,2005.-396с.:ил.- 4
Тема 8 Циклические коды	информационная лекция; решение задач ПЗ	– подготовиться к практическому занятию (внеауд. и ауд. СРС) – выполнение ДЗ4	– Гантмахер В.Е. и др. Шумоподобные сигналы.Анализ, синтез,обработка/Гантмахер В.Е.,Быстров, Н.Е.,Чеботарев Д.В.-СПб.:Наука и техника,2005.-396с.:ил.- 4
Тема 9,10. CRC – коды. RS - коды	лекция; решение задач ПЗ	– подготовиться к практическому занятию (внеауд. и ауд. СРС)	– Гантмахер В.Е. и др. Шумоподобные сигналы.Анализ, синтез,обработка/Гантмахер В.Е.,Быстров, Н.Е.,Чеботарев Д.В.-СПб.:Наука и

Раздел модуля	Технология и форма проведения лекционных и практических занятий	Задания на СРС	Дополнительная литература и интернет-ресурсы
		– выполнение ДЗ4	техника,2005.-396с.:ил.- 4

Приложение Б

Технологическая карта УМ «Теория информации и кодирования»
семестр 7, ЗЕТ 6, вид аттестации экзамен
Акад. часов 216 , баллов рейтинга 300

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ недели сем.	Трудоемкость, ак.час					Форма текущего контроля успев. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия				СРС		
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС			
Тема 1. Теория передачи информации	1-2	3	6		4	6	ДЗ№1,зад 1-2 Собеседование	20 5
Тема 2. Эффективное кодирование дискретных сообщений	3-4	3	7		4	10	ДЗ№1, зад 3-4 Собеседование	20 5
Тема 3. 3Основы теории кодирования	5-8	3	6		4	10	ДЗ№2, зад.1,2, КР	20 30
Тема 4. Принципы помехоустойчивого кодирования	9-10	4	6			12	ДЗ№2, зад. 3,4 собеседование	20 5
Тема 5,6. Линейные коды. Групповые коды	11-12	4	4		4	10	ДЗ№3, зад. 1,22 Собеседование	20 5
Тема 7 Конечные поля	13-14	4	6		4	2	ДЗ№3, зад 3,, 4	15
Тема 8 Циклические коды	15-16	3	6		2	10	ДЗ№4, зад 1, 2	15
Тема 9,10. CRC – коды. RS - коды	17-18	3	4		2	10	ДЗ№4, зад. 3, 4	20
Экзамен						36		50
Рубежный контроль		**Рубежный контроль** – не менее 100 баллов из 200						
Семестровый контроль		**Экзамен не менее 25 баллов из 50**						
Итого:		27	45		24	108		250

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины

- оценка «удовлетворительно» – от 50% до 74% баллов;
- оценка «хорошо» – от 75% до 89% баллов;
- оценка «отлично» – от 90% до 100% баллов.

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

- **ПК-5** способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности:

- (способность изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности;
- **ОК-5** Способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны:
- сознавать опасности и угрозы в развитии современного информационного общества.

Приложение В
Паспорта компетенций ПК5, ОК5

ПК-5 способность критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности;

Уровни	Показатели	Оценочная шкала		
		Удовлетвори-тельно	**хорошо**	**отлично**
Базовый уровень	использует навыки критического мышления для планирования и проведения научных исследований, решения проблем и принятия обоснованных решений с использованием соответствующих цифровых инструментов и ресурсов	Выявляет и определяет реальные проблемы и важные вопросы для исследования Планирует деятельностью по разработке решения или выполнению полного проекта Собирает данные для принятия обоснованных решений	Выявляет и определяет реальные проблемы и важные вопросы для исследования Планирует и управляет деятельностью по разработке решения или выполнению полного проекта Собирает и анализирует данные для принятия обоснованных решений	Выявляет и определяет реальные проблемы и важные вопросы для исследования Планирует и управляет деятельностью по разработке решения или выполнению полного проекта Собирает и анализирует данные для принятия обоснованных решений Использует различные методы и точки зрения для изучения альтернативных решений
	Умеет подбирать критерии принятия решений, соответствующие ситуации	Не всегда адекватно подбирает критерии принятия решений	Выбор критерия обосновывает нечетко	Способен четко обосновать выбор критерия принятия решений в зависимости от ситуации

Способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе,

соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК 5)

р о в н и	**Показатели**	**Оценочная шкала**		
		удовлетворительно	**хорошо**	**отлично**
а з о в ы й у р о в е н ь	Понимает сущность и значение информации в развитии современного информационного общества	Толкует информацию как важный фактор расширения эрудиции и профессионального саморазвития • Рассказывает о влиянии информации на развитие современного общества • Избирает информацию, необходимую для своей жизнедеятельности и профессиональной деятельности	• Дает оценку информации с точки зрения ее значимости и пользы для развития современного общества	Разрабатывает на основе полученной информации методологию исследовательского поиска и технологию реализации творческой идеи, проекта
	Сознаёт опасности и угрозы, возникающие в этом процессе	Перечисляет возможные опасности и угрозы информационной безопасности • Объясняет причины возникновения опасностей и угроз • Демонстрирует понимание средства и методов защиты от опасностей и угроз	Классифицирует угрозы по степени опасности • Анализирует возможные последствия опасностей и угроз	Организует защиту я от возможных информационных опасностей и угроз
	Соблюдает основные требования информационной безопасности, в т. ч соблюдать требования защиты государственной тайны	• Понимает значение информационной безопасности • Применяет на практике механизмы соблюдения информационной безопасности и защиты государственной тайны	Анализирует источники информационной опасности • Оценивает последствия нарушений инф. Безопасности	Разрабатывает методы обеспечения информационной безопасности • Организует контроль защиты государственной тайны

Приложение Г

Карта учебно-методического обеспечения

Дисциплины «Теория информации и кодирования »

Направление 010400.62 Прикладная математика и информатика

Формы обучения очная Курс 4 Семестр 8

Часов**:** всего 180 , лекций 27, практ. зан. 45 , лаб. раб. - , СРС 108 (вкл. экзамен)

Обеспечивающая кафедра Прикладная математика и информатика

Таблица 1- Обеспечение дисциплины учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
Морелос-Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования.Методы,алгоритмы,применение : Учеб.пособие / Пер.с англ.В.Б.Афанасьева. - М. : Техносфера, 2006. - 319с. : ил. - (Мир связи).	5	
Панин В.В.Основы теории информации : Учеб.пособие для вузов. - 2-е изд.,испр.и доп. - М. : БИНОМ.Лаборатория знаний, 2007. – 436 с.	5	
Учебно-методические издания		
1 Рабочая программа модуля с приложениями «Теория информации и кодирования/Авт.-сост. Т.В. Жгун ; НовГУ. – В.Новгород, 2014. – 20 с.		Есть электр вариант
Практикум по теории информации / Сост. Т.В. Жгун; Новгород .гос.ун-т им Ярослава Мудрого.–Великий Новгород, 2005.-38с. . – Режим доступа: https://novsu.bibliotech.ru/Catalog/Index:	9	Есть электр вариант
Теория информации: Метод. указания / Сост.Т.В.Жгун; Новгород. гос. ун-т им.Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2005.-36с. – Режим доступа: https://novsu.bibliotech.ru/Catalog/Index	10	Есть электр вариант
«Информация и кодирование». Конспект лекций . / Сост.Т.В.Жгун; Новгород. гос. ун-т им.Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2005.-36с Жгун Т.В. 39 с. – Режим доступа: https://novsu.bibliotech.ru/Catalog/Index		Есть электр вариант
« Помехоустойчивое кодирование» Методические указания по практическим занятиям по курсу «Информация и кодирование»/ Сост.Т.В.Жгун; Новгород. гос. ун-т им.Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2006.-. 49 с. – Режим доступа: https://novsu.bibliotech.ru/Catalog/Index		Есть электр вариант

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
Полезные материалы: учебники, программы, сайты, формулы МатБюро :	http://www.matburo.ru/useful.php	Полезные материалы: учебники, программы, сайты, формулы ..
Лекции по теории информации МГУ	http://mindspring.narod.ru/math/it/	Электронный учебник .
Теоретическая информатика. Кодирование информации в теории Шеннона	http://it.kgsu.ru/TI_3/oglav.html	Курс Курганского гос. Университета .
Теория информации и кодирование	http://informkod.narod.ru/index.files/title.htm	Учебное пособие
Помехоустойчивое кодирование	http://ru.wikibooks.org/wiki/	Викиучебник

Действительно для учебного года _____/_____

Зав. кафедрой _____ _____
подпись И.О.Фамилия

_____ _____ 20….. г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ: _____ _____ _____
должность подпись расшифровка

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

БАНК ЗАДАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА №1 «ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ 1»

Задание 1

1.1. Чему равно количество информации, если получили сообщение о выходе из строя одного из восьми станков в данном цехе?

1.2. Алфавит состоит из букв a, b, c, d. Вероятности появления букв равны соответственно 0,25; 0,25; 0,34; 0,16. Определите количество информации, приходящееся на символ сообщения, составленного с помощью такого алфавита

1.3. Определите объем и количество информации в сообщении "Завтра ожидается ясная погода", переданном 7-элементным телеграфным кодом.

1.4. Определите энтропию системы, состояние которой описывается случайной величиной X с рядом распределения

$$X = \begin{vmatrix} x1 & x2 & x3 & x4 & x5 \\ 0{,}02 & 0{,}02 & 0{,}02 & 0{,}47 & 0{,}47 \end{vmatrix}$$

1.5. Определите максимально возможную энтропию системы, состоящей из четырех элементов, каждый из которых может быть в четырех состояниях равновероятно.

1.6. Вероятность появления сигнала на выходе канала связи - p, а вероятность не появления q = 1-p. При каком значении p наибольшая неопределенность появления или не появления сигнала?

1.7. Определить энтропию, содержащуюся в изображении, при условии, что последнее разлагается на 625 строк по 840 элементов в каждой строке. Яркость каждого элемента передается восемью квантованными уровнями, а яркости разных элементов некоррелированные.

1.8. Определить энтропию физической системы, состоящей из двух самолетов (истребителя и бомбардировщика), участвующих в воздушном бою. В результате боя система может оказаться в одном из четырех возможных состояний: x1 - оба самолета не сбиты; x2 - истребитель сбит, бомбардировщик не сбит; x3 - истребитель не сбит, бомбардировщик сбит; x4 - оба самолета сбиты. Состояние системы дастся схемой

$$X = \begin{vmatrix} x1 & x2 & x3 & x4 \\ 0{,}4 & 0{,}1 & 0{,}3 & 0{,}2 \end{vmatrix}$$

1.9. В двух корзинах имеется по 15 яблок, причем в первой урне - 5 красных, 7 белых и 3 черных, а во второй соответственно 4,4 и 7. Из каждой корзины вынимается по одному яблоку. Определите, для какой из корзин исход опыта является более определенным, (то есть вынуть задуманное яблоко).

1.10. Из многолетних наблюдений за погодой известно, что для определенного пункта вероятность того, что 15 июня будет идти дождь, равна 0,4, а вероятность того, что в указанный день дождя не будет, равна 0,6. Пусть далее для этого же пункта вероятность того, что 15 ноября будет идти дождь, равна 0,65; вероятность, что будет идти снег, равна 0,15, вероятность, что не будет осадков, равна 0,2. В какой из двух перечисленных дней погоду следует считать более неопределенной?

1.11. По заданным значениям энтропии H(X) и H(Y) случайных величин X и Y и средней условной энтропии H(X/Y) случайной величины X относительно Y определите среднюю условную энтропию H(X/Y) случайной величины Y относительно X.

1.12. В урне два белых и три черных шара. Из урны вынимают подряд два шара. Найдите энтропию появления двух белых шаров.

1.13. Сигнал формируется в виде двоичного кода с вероятностями появления символов 1 и 0, равными соответственно 0,6 и 0,4. Появление любого из символов взаимосвязано условными вероятностями

$$X = \begin{vmatrix} 0,1 & 0,9 \\ 0,9 & 0,1 \end{vmatrix}$$

Определите условную энтропию.

1.14. Имеются две системы X и Y, объединяемые в одну, вероятности состояний которой представлены следующей матрицей:

$$P(X,Y) = \begin{vmatrix} 0,3 & 0 & 0 \\ 0,2 & 0,3 & 0,1 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Определите полную условную энтропию H(Y/X).

1.15. Взаимодействие двух систем X и Y описывается следующей матрицей:

$$P(X,Y) = \begin{vmatrix} 0,4 & 0,1 & 0 \\ 0 & 0,2 & 0,1 \\ 0 & 0 & 0,2 \end{vmatrix}$$

Определите безусловную энтропию системы X и системы Y.

1.16. Канал связи с помехами описан матрицей

$$P(X,Y) = \begin{vmatrix} 0,1 & 0,1 & 0 \\ 0 & 0,2 & 0,1 \\ 0 & 0,2 & 0,3 \end{vmatrix}$$

Определите I(X, Y).

1.17. Канал связи описан следующей канальной матрицей:

$$P(Y/X) = \begin{vmatrix} 0,98 & 0,01 & 0,01 \\ 0,1 & 0,75 & 0,15 \\ 0,2 & 0,3 & 0,5 \end{vmatrix}$$

Вычислите среднее количество информации, которое переносится одним символом сообщения, если вероятности появления символов источника сообщений равны p(x1) = 0,7; p(x2) = 0,2; p(x3) = 0,1. Чему равны информационные потери при передаче сообщения из 1000 символов алфавита x1, x2, x3? Чему равно количество принятой информации?

1.18. Определите информационные потери в канале связи, описанном следующей канальной матрицей:

$$P(X,Y) = \begin{vmatrix} 0,1 & 0,1 & 0 \\ 0 & 0,2 & 0,1 \\ 0 & 0,2 & 0,3 \end{vmatrix}$$

2.1. Число символов алфавита m = 4. Вероятности появления символов равны соответственно $p_1 = 0,15$; $p_2 = 0,4$; $p_3 = 0,25$; $p_4 = 0,2$. Длительности символов $\tau_1 = 3c$; $\tau_2 = 2c$; $\tau_3 = 5c$, $\tau_4 = 6c$. Чему равна скорость передачи сообщений, составленных из таких символов?

2.2. Сообщения составлены из пяти качественных признаков (m = 5). Длительность элементарной посылки τ = 20мс. Определить, чему равна скорость передачи сигналов и информации.

2.3. Определить пропускную способность бинарного канала связи, способного передавать 100 символов 0 или 1 в единицу времени, причем каждый из символов искажается (заменяется противоположным) с вероятностью p = 0,01.

2.4. Имеются источник информации с энтропией в единицу времени H(X) = 100 дв.ед. и два канала связи; каждый из них может передавать в единицу времени 70 двоичных знаков (0 или 1); каждый двоичный знак заменяется противоположным с вероятностью p = 0,1. Требуется выяснить, достаточна ли пропускная способность этих каналов для передачи информации, поставляемой источником.

2.5. Чему равна пропускная способность симметричного канала, если источник вырабатывает сигналы со скоростью 2 знака в секунду, закодированные кодом с основанием m = 10, а вероятность ложного приема p = 0,3?

2.6. Сообщения составлены из алфавита X = (x1, x2, x3). Вероятности появления символов алфавита 0,7; 0,2; 0,1 соответственно. Помехи в канале связи заданы следующей канальной матрицей:

$$P(Y/X) = \begin{vmatrix} 0,98 & 0,01 & 0,01 \\ 0,1 & 0,75 & 0,15 \\ 0,2 & 0,3 & 0,5 \end{vmatrix}$$

Определить скорость передачи информации, если время передачи одного символа τ_1 = 0,02с.

2.7. Чему равна пропускная способность канала связи, описанного канальной матрицей:

$$P(A,B) = \begin{vmatrix} 0,1 & 0 & 0 \\ 0,1 & 0,3 & 0 \\ 0 & 0,1 & 0,4 \end{vmatrix}$$

если известно, что на выходе источника сообщений символы вырабатываются со скоростью 100 знаков в секунду?

2.8. Определить максимально возможную скорость передачи информации по радиотехническому каналу связи пункта управления с телеуправляемой ракетой, если полоса пропускания канала связи равна 3 МГц, а минимальное отношение сигнал-шум по мощности в процессе наведения ракеты на цель равно 3.

2.9. Определить полосу пропускания канала передачи телевизионного черно-белого изображения с $5x10^5$ элементами, 25 кадрами в секунду и 8 равновероятными градациями яркости для отношения P/N = 15 при условии, что изображение может принимать наиболее хаотичный вид «белого шума».

4.1 Сообщения составляются из букв алфавита a, b, c, d. Вероятности появления букв алфавита в текстах равны соответственно 0,2; 0,3; 0,4; 0,1. Найдите избыточность сообщений, составленных из букв данного алфавита.

Решение.

Для алфавита из четырех букв максимальная энтропия составит $H_{max} = \log m = \log 4 = 2$. Средняя энтропия на символ сообщения

$$H = -\sum_{i=1}^{m} p_i \log p_i = -(0,2\log 0,2 + 0,3\log 0,3 + 0,4\log 0,4 + 0,1\log 0,1) = 1,84 \text{ бит}$$

Тогда избыточность $D = 1 - H/H_{max} = 1-1,84/2 = 0,08$.

4.2. Закодируйте кодами Шеннона-Фано и Хаффмена алфавит, состоящий из пяти букв, - a1, a2, a3, a4, a5, вероятности появления которых P = 0,4; 0,3; 0,15; 0,1; 0,05.

4.3. Закодируйте двоичным кодом Шеннона-Фано ансамбль сообщений X = x1, x2, ..., x8, если все кодируемые сообщения равновероятны. Показать оптимальный характер полученного кода.

4.4. Определите количество элементов в кодовом слове, если известно общее число комбинаций N = 512, а основание кода 2.

4.5. Сколько двоичных чисел может быть представлено 7-разрядным кодом?

4.6. Дана совокупность символов x1, x2, x3, x4 со следующей статистикой соответственно: 0,28; 0,14; 0,48; 0,10. Закодируйте символы по методу Шеннона-Фано и определите эффективность кода.

4.7. Имеется статистическая схема сообщения

$$\mathbf{N} = \begin{vmatrix} A & B & C \\ 0{,}7 & 0{,}2 & 0{,}1 \end{vmatrix}$$

Произведите кодирование отдельных букв и двухбуквенных сочетаний по методу Шеннона-Фано, сравните коды по их экономичности (количество информации, приходящееся на один символ) и избыточности.

4.8. Сообщение состоит из последовательности двух букв A и B, вероятности появления каждой из которых не зависят от того, какая была передана раньше, и равны 0,8 и 0,2 соответственно. Произведите кодирование по методу Шеннона-Фано: а) отдельных букв; б) блоков, состоящих из двухбуквенных сочетаний; в) блоков, состоящих из трехбуквенных сочетаний. Сравните коды по их экономичности.

4.9. Дана совокупность символов X со следующей статистической схемой:

X	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
P	0,20	0,15	0,15	0,12	0,10	0,10	0,08	0,06	0,04

Произведите кодирование двоичным кодом по методу Хаффмена и вычислите энтропию сообщения H(X) и среднюю длину кодового слова.

4.10. Пусть алфавит A содержит 6 букв, вероятности которых равны 0,4; 0,2; 0,2; 0,1; 0,05 и 0,05. Произведите кодирование кодом Хаффмена. Вычислить энтропию сообщений H(X) и среднюю длину кодового слова.

4.11. Источник информации выдает сообщения со скоростью R = 1000 символов/с. Алфавит состоит из 3 символов (букв) X, Y, Z**,** статистика появления которых равна 0,7; 0,2; 0,1. Закодируйте символы источника информации таким образом, чтобы обеспечить прохождение сообщений через канал связи с пропускной способностью C = 1250 бит/с без задержек.

5.1. Определить величину кодового расстояния между двумя комбинациями 1101101, 1001011.

5.2. Определить величину кодового расстояния d, обеспечивающего исправление .s-кратных ошибок при s = 1, 3, 5.

5.3. Определить наименьшее количество проверочных элементов и n-k, необходимое для исправления трехкратных ошибок, если число элементов в кодовой комбинации равно 12.

5.4. Произвести перемножение трех многочленов в алгебре циклических кодов (x + 1), (x^3 + x +1) и (x^3 + x^2 + 1). Проделать аналогичную операцию и для двоичных эквивалентов.

5.5. Найти остаток при делении многочлена (x^7+x^6+x^4+x+1)... на многочлен (x^4+x+1). Аналогичную операцию проделать и для двоичных эквивалентов.

5.6. Закодировать в циклическом коде комбинации 1001, 1010, если образующий многочлен g(x)=x^3+x+1

5.7. Закодировать многочлен x^7+x^4+x^3+x+1 с проверкой на четность.

5.8. По заданному образующему многочлену $g(x)=x^4+x^3+1$ построить образующую (проверочную) матрицу H=I,C, усеченную до 6 разрядов.

5.9. Число информационных символов в кодовой комбинации k=11. Выбрать образующий многочлен g(x) с условием исправления одиночной ошибки и построить проверочную матрицу $H_{n,k}$.

5.10. Проверить принятую кодовую комбинацию $x^{14}+x^{11}+x^8+x^6+x^3+x^2+x$ на наличие одиночной ошибки, если образующий полином $g(x)=x^4+x^3+1$. При обнаружении ошибки исправить ее.

5.11. Закодировать в циклическом коде следующие комбинации:

1) 100011; 2) 110011; 3) 100101; 4) 100110; 5) 100111; 6) 110111; 7) 101001.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО КУРСУ ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ И КОДИРОВАНИЯ

1. Количественная оценка информационного содержания сигнала
2. Энтропия и ее свойства.
3. Энтропия марковского процесса.
4. Энтропия системы. Ее свойства
5. Условная энтропия , Ее свойства.
6. Взаимная информация. Ее свойства.
7. Эффективное кодирование дискретных сообщений.
8. Пропускная способность дискретного канала.
9. Классификация кодов
10. Критерий эффективности кода. теорема.
11. Принципы помехоустойчивого кодирования
12. Связь исправляющей способности кода с кодовым расстоянием. Теорема об обнаружении ошибок.
13. Связь исправляющей способности кода с кодовым расстоянием. Теорема об исправлении ошибок.
14. Построение кодов с заданной исправляющей способностью (геометрический подход, параметры кода k=8, q=3)
15. Линейные коды. Кодовое расстояние для линейного кода.
16. Матричное описание линейных кодов. Теорема о коде , содержащем кодовое слово весом не менее w.
17. Граница Синглтона
18. Групповые коды. Стандартное расположение.
19. Синдром принятого сообщения. Теорема о синдромах
20. Коды Хемминга.
21. Полиномиальное описание циклических кодов. Теоремы. О структуре циклических кодов.
22. Построение порождающего многочлена циклического кода.
23. Минимальное расстояние циклического кода
24. Исправление двух ошибок.
25. БЧХ коды.
26. CRC коды
27. RS-коды

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

ПРИМЕРНЫЙ ВАРИАНТ БИЛЕТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ ИНФОРМАЦИЯ И КОДИРОВАНИЕ

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Кафедра прикладной математики и информатики

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № …
по курсу Теория информации и кодирования

1) Построить поле $GF(4^2)$, используя неприводимый многочлен 2 степени над $GF(4)$.
Вычислить в этом поле значение выражения e $\frac{6-8*4}{451-385}$

2) Проверить принятую кодовую комбинацию $x^{14}+x^{11}+x^8+x^6+x^3+x^2+x$ на наличие одиночной ошибки, если образующий полином $g(x)=x^4+x^3+1$. При обнаружении ошибки исправить ее.

3) Построение кодов с заданной исправляющей способностью
(геометрический подход, параметры кода k=8, q=3)

Зав. кафедрой ПМИ А.В. Колногоров

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПРИМЕРНЫЙ ВАРИАН

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО КУРСУ «ИНФОРМАЦИЯ И КОДИРОВАНИЕ»

Задача 1.

Определить энтропию системы, которую образуют сообщения о количестве появлений 6 очков при 3 подбрасываниях игральной кости.

Задача 2.

Контролируемый параметр X принимает значения x_0, x_1 с равными вероятностями. Вследствие ограниченной точности системы контроля будут иметь место ошибки контроля, т.е. вместо x_0 фиксируется x_1 и наоборот. Условная вероятность этого события – 0.01. Определить совместную энтропию.

Задача 3.

Даны вероятности независимых сообщений источника.

$p(x_1) = 0.2$

$p(x_2) = 0.7$ $\quad x_1, x_2, x_3$ — независимые сообщения.

$p(x_3) = 0.1$

Передача осуществляется двоичным равномерным кодом, длительность передачи 1символа – 1 мс. Найти скорость передачи информации в канале без помех.

Задача 4.

Сигнал S подаётся на вход канала с вероятностью 0,6 и отсутствует с вероятностью 0,4. Поступивший сигнал воспроизводится на выходе с вероятностью 0,8 и теряется с вероятностью 0,2. При отсутствии сигнала на входе возможен ложный сигнал S на выходе с вероятностью 0,3. Определить среднее количество информации о входном сигнале по фиксированному выходному.

ПРИЛОЖЕНИЕ И

СПИСОК ВОЗМОЖНЫХ ВОПРОСОВ ДЛЯ СОБЕСЕДОВАНИЯ

. Информационные характеристики источников сообщений

Вопросы

1.1. Что такое энтропия?
1.2. Дайте основные свойства энтропии для дискретных систем.
1.3. Укажите, когда энтропия приобретает максимальное (минимальное) значение.
1.4. Выразите энтропию объединения двух систем в случае независимых и зависимых систем.
1.5. В чем отличия количества информации по Хартли и по Шеннону?
1.6. В чем разница между понятиями объем информации и количество информации?
1.7. Как зависит количество информации от сообщения об отдельном событии от вероятности этого события?
1.8. Приведите выражение взаимной информации.
1.9. Во что превращается полная взаимная информация в случаях полной независимости и полной зависимости систем.

. Передача информации по каналам связи

Вопросы

3.1. Что такое источник информации (ИИ)? Приведите примеры. Как описывается источник информации с математической точки зрения.
Как можно определить скорость выдачи информации ИИ?
3.2. Что такое избыточность информации?
3.3. Что такое пропускная способность канала передачи информации? Чем отличается пропускная способность от скорости передачи информации по каналу связи?
3.4. Чем отличается информационная скорость передачи от технической, и в каких единицах эти скорости измеряются?
3.5. Как изменяется пропускная способность дискретного канала связи при воздействии на канал помех.
3.6. Сформулируйте основную теорему Шеннона о кодировании для канала без помех.
3.7. Сформулируйте и поясните теорему Шеннона о кодировании для канала с помехами.
3.8. Приведите выражение пропускной способности для дискретного канала без помех и с помехами.
3.9. Сформулируйте и поясните теорему отсчетов (Котельникова)
3.10. Какие параметры влияют на объем сигнала.
3.11. От чего зависит пропускная способность непрерывного канала связи.
3.12. Назовите условия согласования источников информации с пропускной способностью непрерывных каналов связи.
3.13. Какова скорость отображения информации приемным устройством отображения информации.

. Кодирование информации

Вопросы

4.1. Какие коды позволяют производить однозначное декодирование даже без пробела? Приведите примеры таких кодов.

4.2. До какого предела может быть уменьшена средняя длина кодовой комбинации?

4.3. Назовите условия построения оптимальных кодов.

4.4. Сформулируйте основные теоремы кодирования.

4.5. С какой целью используются эффективные коды, и какие из них Вам известны.

4.6. Назовите причины использования блочного кодирования.

4.7. Перечислите основные методы сжатия информации.

4.8. Как осуществляется сжатие методом лексического кодирования?

Помехоустойчивое кодирование

Вопросы

5.1. Каковы причины возникновения помех, и какие помехи вызываются этими причинами.
5.2. Назовите коды, предназначенные для обнаружения ошибок.
5.3. Дайте определение инверсного кода.
5.4. С какой целью используется код Грея.
5.5. Какие коды называются корректирующими.
5.6. Как определяется минимальное кодовое расстояние?
5.7. Дайте определение группового кода.
5.8. Из какого соотношения определяется необходимое число контрольных символов?
5.9. Нарисуйте схему кодирования кода Хэмминга.
5.10.Какие коды называются циклическими?
5.11.Для чего используется представление кодов в виде многочленов?
5.12.Приведите примеры алгебры циклических кодов.
5.13.Из каких соображений выбирается образующий многочлен?
5.14.Поясните процесс получения циклического кода математическим методом.
5.15.Как построить образующую матрицу циклического кода?
5.16.Нарисуйте схему кодирования циклического кода.
5.17.Поясните процесс декодирования циклического кода.

ПРИЛОЖЕНИЕ К

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по модулю Теория информации и кодирования
для направления подготовки
010400.62 – прикладная математика и информатика

Модуль, раздел (в соответствии с РП)	ФОС		
	Вид оценочного средства	Количество вариантов заданий	Контролируемые компетенции (или их части)
Тема 1. Теория передачи информации	ДЗ №1 , зад 1-2	25	ОК-5–ПК-2
Тема 2. Эффективное кодирование дискретных сообщений	собеседование ДЗ№1, зад.3-4	25	ОК-5–ПК-2
Тема 3. 3Основы теории кодирования	ДЗ№2, зад.1,2, КР	25	ОК-5–ПК-2
Тема 4. Принципы помехоустойчивого кодирования	ДЗ№2, зад. 3,4 собеседование	25	ОК-5–ПК-2
Тема 5,6. Линейные коды. Групповые коды	ДЗ№3, зад. 1,2 Собеседование	25	ОК-5–ПК-2
Тема 7 Конечные поля	ДЗ№3, зад 3, 4	25	ОК-5–ПК-2
Тема 8 Циклические коды	ДЗ№4, зад 1, 2	25	ОК-5–ПК-2
Тема 9,10. CRC – коды. RS - коды	ДЗ№4, зад. 3, 4	25	ОК-5–ПК-2
Экзамен			