

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 12 от 09.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Помехоустойчивое кодирование в системах связи

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
09.03.02 - Информационные системы и технологии

Направленность образовательной программы
Информационные технологии в системах космической связи

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2022 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.1.13 Помехоустойчивое кодирование в системах связи относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-20-Д: Способен применять методы моделирования формирования сигналов и обработки сигналов в каналах систем связи в задачах анализа функционирования систем связи	ПК-20-Д.1: Знать методы моделирования формирования сигналов и обработки сигналов в каналах систем связи ПК-20-Д.2: Уметь применять методы моделирования формирования сигналов и обработки сигналов в каналах систем связи в задачах анализа функционирования систем связи	ПК-20-Д.1: Знать методы моделирования формирования сигналов с применением помехозащитного кодирования. ПК-20-Д.2: Уметь применять методы моделирования формирования сигналов, содержащих помехозащитное кодирование.	Практическое задание	Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-3: Способен разрабатывать программное обеспечение систем цифровой обработки данных в различных областях профессиональной деятельности	ПК-3.1: Знать особенности применения систем цифровой обработки данных ПК-3.2: Уметь применять алгоритмы и методы цифровой обработки данных при разработке программного обеспечения ПК-3.3: Владеть навыками разработки прикладного программного обеспечения	ПК-3.1: Знать особенности применения систем помехозащитного кодирования ПК-3.2: Уметь применять методы помехозащитного кодирования при разработке программного обеспечения ПК-3.3: Владеть навыками разработки систем кодирования и декодирования	Практическое задание	Зачёт: Контрольные вопросы

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	7
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Структура системы связи	9	4	4	8	1
Характеристики ошибок, предел Шеннона	9	4	4	8	1
Контрольная сумма, чётность	9	4	4	8	1
Блочные коды, свёрточные коды	13	6	6	12	1
Циклические коды	9	4	4	8	1
Перемежение, скремблирование	9	4	4	8	1
Каскадные схемы кодирования	13	6	6	12	1
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	32	32	65	7

Содержание разделов и тем дисциплины

Структура системы связи.

Сетевая модель стека сетевых протоколов.

Физический уровень.

Характеристики ошибок, предел Шеннона.

Потери, вставки, одиночные, групповые. Расстояние Хэмминга. Теорема Шеннона, ёмкость канала.

Терминология: кодовое расстояние, число обнаруживаемых ошибок, число исправляемых ошибок, кодовая скорость, E_b/N_0 .

Контрольная сумма, чётность.

Подсчёт, добавление к данным, использование на приёмной стороне, вероятность пропуска ошибки.

Блочные коды, свёрточные коды.

Виды ПЗК. Полиномиальное представление.

Сдвиговой регистр. CRC.

Полярные коды. Мягкие решения, LLR (Log Likelihood Ratio). Последовательные исключения (SC декодер).

Циклические избыточные коды (Cyclic Redundancy Code — CRC). Образующий полином. Деление полиномов. Остаток от деления.

Перемежение, скремблирование.

Каскадные схемы кодирования.

Low-density parity-check (LDPC).

Турбокоды.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа заключается в изучении материалов лекций и разработке ПО.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-20-Д:

Реализовать алгоритмы декодирования помехозащитного кодирования.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

Реализовать алгоритмы помехозащитного кодирования.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Практическое задание выполнено в полном объёме.
не зачтено	Практическое задание выполнено не в полном объёме.

Оценка	Критерии оценивания

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-20-Д

1. Структура системы связи.
2. Характеристики ошибок, предел Шеннона.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Контрольная сумма, чётность.
2. Блочные коды, свёрточные коды
3. Циклические коды
4. Перемежение, скремблирование
5. Каскадные схемы кодирования

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Даны полные ответы на все контрольные вопросы
не зачтено	Не даны полные ответы на контрольные вопросы

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Тимошкин А. И. Спутниковая связь и навигация: курс лекций : учебное пособие: направление подготовки 11.04.02 инфокоммуникационные технологии и системы связи: магистерские программы: «системы и устройства радиотехники и связи», «технологии green-коммуникаций» / Тимошкин А. И., Костюк Д. В. - Ставрополь : СКФУ, 2018. - 196 с. - Книга из коллекции СКФУ - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=860722&idb=0>.
2. Березкин Е. Ф. Основы теории информации и кодирования : учебное пособие для вузов / Березкин Е. Ф. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 320 с. - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-47130-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=864986&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Гладких А. А. Методы эффективного декодирования избыточных кодов и их современные приложения / Гладких А. А. - Ульяновск : УлГТУ, 2016. - 258 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции УлГТУ - Информатика. - ISBN 978-5-9795-1550-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=750997&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<https://e-lib.unn.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: в том числе,

– высокотехнологичным оборудованием: серверная вычислительная техника, включая сервера и АРМы Гравитон, серверные шкафы, программно-аппаратные комплексы, сетевое оборудование; радиотехническим и измерительным оборудованием: осциллографы, генераторы сигналов, источники питания, детекторы, осциллографы, мультиметры, анализаторы спектра; макеты лабораторных устройств;

– вычислительными ресурсами: терминал-классы с 26 стационарными и 3 мобильными рабочими местами на базе современных ПК с лицензионным программным обеспечением;

– офисным и мультимедийным оборудованием, включая проектор, экран и ТВ-панель, специализированная мебель.

Перечисленное выше оборудование входит в состав Учебно-лабораторного интерактивного комплекса "Распределенные вычисления" для проведения занятий для студентов с использованием современной вычислительной техники при обучении моделированию, проектированию и разработке распределенных вычислительных комплексов и проведения практических занятий по дисциплинам, предусмотренных программой.

Специальное образовательное пространство (СОП) Учебно-лабораторный интерактивный комплекс «Распределенные вычисления» (уч. корп.3, ауд. 513, 528, 520) создано научно-образовательным отделением космической связи ПИШ ННГУ и утверждено приказом ННГУ №06.49-04-0669/23 от 29.12.2023 г. для реализации образовательных программ (ОП) ПИШ ННГУ, в том числе, для ОП «Информационные технологии в системах космической связи» направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии», разработанной с целью исполнения Программы развития ПИШ ННГУ в рамках федерального проекта Минобрнауки России "Передовые инженерные школы" государственной программы Российской Федерации "Научно-технологическое развитие Российской Федерации" (<https://analytics.engineers2030.ru/schools/unn>).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 09.03.02 - Информационные системы и технологии.

Автор(ы): Овчинников Павел Евгеньевич, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Морозов Олег Александрович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 20.01.2022, протокол № б/н.