

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы теории передачи информации

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность образовательной программы

Информационные системы и технологии

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.05 Основы теории передачи информации 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
<p>ПК-2: Способен к применению общенаучных базовых знаний математических и естественных наук, фундаментальной информатики и информационных технологий; применять в профессиональной деятельности современные языки программирования и методы параллельной обработки данных, операционные системы, электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии</p>	<p>ПК-2.1: Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, имеет научные знания в теории информационных систем</p> <p>ПК-2.2: Умеет применять полученные знания в области фундаментальных научных основ теории информации и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности.</p> <p>ПК-2.3: Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий</p>	<p>ПК-2.1: Знает основы теории передачи информации (понятия, определения, теоремы), необходимые для реализации алгоритмов обработки и основные характеристики и показатели эффективности беспроводных систем связи, позволяющие разрабатывать средства защиты беспроводных систем связи</p> <p>ПК-2.2: Умеет применять теоретические основы теории передачи информации для реализации алгоритмов обработки данных и основные характеристики и показатели эффективности беспроводных систем связи для разработки средств защиты беспроводных систем связи</p> <p>ПК-2.3: Владеет аппаратом теории передачи информации, необходимым для реализации алгоритмов обработки данных</p>	Задания	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)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	39
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 0	0 0	0 0	0 0	0 0
Тема 1. Количество информации дискретных и непрерывных источников сообщений	17	8		8	9
Тема 2. Оптим. кодирование дискретных источников сообщений	17	8		8	9
Тема 3. Модели реальных сообщений	17	8		8	9
Тема 4. Кол-во информации непрерывных источников сообщений	20	8		8	12
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	32	0	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Количество информации дискретных и непрерывных источников сообщений

Тема 2. Оптим. кодирование дискретных источников сообщений

Тема 3. Модели реальных сообщений

Тема 4. Кол-во информации непрерывных источников сообщений

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

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.

Используются виды самостоятельной работы студента: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах, компьютерных классах с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе проведения лекционных занятий и в конце курса при проведении экзамена по данной дисциплине. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, а также конспекты лекций.

– во время лекций формулируются проблемы, которые студенты должны решить самостоятельно. На последующих лекциях проводится открытое обсуждение полученных результатов и даётся правильное решение.

– контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины выдаются заранее. В случае необходимости проводятся индивидуальные консультации.

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 - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. Сравнить энтропии простых систем, описывающих результаты следующих опытов:

1. Подбрасывание монеты: $p(\text{«орел»}) = p(\text{«решка»}) = \frac{1}{2}$.
2. Бросаем игральную кость. Все состояния равновероятны.
3. Вынимаем из колоды игральную карту (колода 32 листа).

2. Вероятность появления события при испытании равна p , вероятность не появления события $q=1-p$. При каком p результат испытания обладает неопределенностью? Исследовать зависимость энтропии такой дискретной бинарной системы (бинарного источника) в зависимости от вероятности p .

3. Исход, какого из двух опытов обладает большей неопределенностью:

1. Внутри правильного треугольника наугад ставится точка, которая может оказаться внутри или вне вписанного в него круга;
2. Внутри круга наугад ставится точка, которая может оказаться внутри или вне вписанного в него правильного треугольника?

4. Вероятность появления события А при одном испытании равна p . Испытания повторяются до первого появления события А. Найти энтропию числа испытаний k до первого появления события А и выяснить характер изменения энтропии с изменением p . Вероятность появления события А в k -ом опыте описывается геометрическим распределением $p(k) = (1 - p)^{k-1} \cdot p$.

5. Найти плотность вероятности при которой дифференциальная энтропия случайной величины максимальна, если задан ее второй начальный момент m_2 .

6. Среди множества законов распределения сложной системы, состоящей из n непрерывных систем случайных величин с заданной корреляционной матрицей найти закон распределения, при котором система сложной энтропии максимальна.

7. Передаваемое по каналу связи сообщение Х состоит из четырех равновероятных букв «А», «О», «Б» и «П». Из-за помех на выходе канала связи различается только гласный и согласный звук. Определить количество информации, передаваемой по такому каналу связи.

8. Закодировать двоичным кодом по методам Шеннона-Фано и Хаффмана сообщение стационарного дискретного источника, использующего алфавит из восьми букв со следующими вероятностями. Определить коэффициент экономичности кода.

x_i	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
$p(x_i)$	0,3 6	0,1 4	0,1 3	0,1 2	0,1 0	0,0 9	0,0 4	0,0 2

9. Закодировать двоичным кодом по методам Шеннона-Фано и Хаффмана сообщение стационарного дискретного источника, использующего алфавит из четырех букв со следующими вероятностями. Произвести побуквенное кодирование и кодирование блоками из двух букв. Сравнить экономности полученных кодов.

x_i	А	Б	В	Г
$p(x_i)$	0,4	0,3	0,2	0,1

10. Закодировать двоичным кодом по методам Шеннона-Фано и Хаффмана сообщение стационарного дискретного источника, использующего алфавит из трех букв со следующими вероятностями. Произвести побуквенное кодирование и кодирование блоками из двух букв. Сравнить экономности полученных кодов.

x_i	А	Б	В
-------	---	---	---

p(x _i)	0,4 5	0,3 5	0,2
--------------------	----------	----------	-----

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно».
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора 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 отдельными недочетами, выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

						объеме	
<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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован 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-2

1. Энтропия как мера степени неопределенности дискретной случайной системы. Единицы измерения энтропии. Основные свойства энтропии.
2. Теорема о максимальном значении энтропии для системы с двумя состояниями и произвольным числом состояний.
3. Энтропия сложной системы. Свойство аддитивности энтропии для сложной системы, состоящей из нескольких статистически независимых подсистем

4. Условные энтропии, частная и полная. Свойства условных энтропий, основные неравенства для условных энтропий (теорема о средней условной энтропии).
5. Энтропия сложной системы, состоящей из нескольких зависимых подсистем. Ее связь с условными и безусловными энтропиями, максимальное значение энтропии сложной системы.
6. Определение частной информации, доставляемой одним событием о другом, ее свойства. Собственная частная информация события. Среднее собственное количество информации сообщения, его связь с энтропией.
7. Количество информации, как мера снятой неопределенности. Среднее количество информации, содержащееся в принятом сообщении Y о переданном сообщении X , основные свойства, связь с энтропией. “Потерянная” и “шумовая” информация.
8. Двоичный симметричный канал связи. Зависимость количества информации передаваемого по этому каналу связи от вероятности ошибок.
9. Кодирование дискретных сообщений в отсутствии помех. Постановка задачи кодирования, обратимость и экономность кода. Средняя длина кодового слова. Определение нижней границы для средней длины кодового слова на основе понятий количества информации, необходимого для однозначного определения переданного символа.
10. Выбор длины кодовых слов на основе понятия частной информации переданного символа. Неравенства для средней длины кодового слова. Условия оптимальности кода при побуквенном кодировании.
11. Условия однозначного декодирования. Теорема Крафта.
12. Теорема Шеннона о кодировании сообщений в отсутствии помех (побуквенное кодирование).
13. Блочное кодирование. Теорема Шеннона о кодировании независимых сообщений в отсутствии помех для блочного кодирования.
14. Оптимальное кодирование. Коды Шеннона-Фано и Хаффмана.
15. Энтропийные характеристики случайных последовательностей, состоящих из зависимых символов. Средняя энтропия на один символ сообщения.
16. Теорема о существовании предельной условной энтропии для стационарной случайной последовательности. Средняя энтропия на один символ для стационарной случайной последовательности.
17. Обобщение основной теоремы Шеннона о кодировании в отсутствии помех на стационарные случайные последовательности состоящие из зависимых сообщений.
18. Избыточность сообщения и коэффициент сжатия. Избыточность реальных языков.
19. Дискретные каналы связи с помехами. Стационарные каналы связи без памяти, их описание.
20. Пропускная способность дискретных стационарных каналов связи без памяти.
21. Пропускная способность дискретных каналов связи симметричных по входу. Каналы связи симметричные по входу и выходу, их пропускная способность.
22. Фундаментальное свойство энтропии дискретных эргодических процессов (Е-свойство). Следствия из Е-свойства эргодической случайной последовательности: “высоковоероятная” и “маловероятная” группы реализаций, число реализаций в “высоковоероятной” группе.

23. Неопределенность непрерывных систем. Дифференциальная (относительная) энтропия. Энтропийные характеристики системы непрерывных случайных величин.
24. Экстремальные распределения непрерывных случайных величин.
25. Обобщение понятия количества взаимной информации на непрерывные системы. Свойства и связь количества взаимной информации с дифференциальными энтропиями.
26. Непрерывный канал связи с дискретным временем и аддитивным шумом. Количество информации передаваемое по такому каналу связи.
27. Пропускная способность непрерывного канала связи с аддитивным гауссовским шумом

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно».
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».

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

Основная литература:

1. Тихонов Василий Иванович. Статистическая радиотехника. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1982. - 624 с. : ил. - 2.90., 95 экз.

Дополнительная литература:

1. Голдсмит Андреа. Беспроводные коммуникации / пер. с англ. Н. Л. Бирюкова, Н. Р. Триски ; под ред. В. А. Березовского. - М. : Техносфера, 2011. - 904 с. - (Мир радиоэлектроники / ред. совет: А. С. Якунин (пред.) [и др.]). - ISBN 978-5-94836-176-5 : 737.00., 3 экз.

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

.

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: Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: доска, проектор.

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

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 02.03.02 - Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор(ы): Болховская Олеся Викторовна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Мальцев Александр Александрович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023г., протокол № 09/23.