

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

Теория информации и кодирования

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

Направленность образовательной программы

Прием, анализ и обработка сигналов системами специального назначения

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.01 Теория информации и кодирования 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-1: Способен проводить сбор, анализ и систематизацию научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области радиоэлектроники	ПК-1.1: Анализирует достижения науки и техники в стране и за рубежом в области радиоэлектроники ПК-1.2: Проводит сбор, анализ и систематизацию научно-технической информации ПК-1.3: Проводит необходимые расчеты и технико-экономические обоснования принятых решений по разработке радиоэлектронных средств	ПК-1.1: Умеет анализировать достижения науки и техники в стране и за рубежом в области радиоэлектроники. ПК-1.2: Умеет проводить сбор, анализ и систематизацию научно-технической информации. ПК-1.3: Умеет проводить необходимые расчеты и технико-экономические обоснования принятых решений по разработке радиоэлектронных средств	Практическая задача	Зачёт: Кейс-задание
ПК-2: Способен проводить математическое и компьютерное моделирование, а также экспериментальные исследования объектов и процессов в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации	ПК-2.1: Понимает основы моделирования и компьютерного проектирования радиоэлектронных средств, стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники ПК-2.2: Понимает математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов	ПК-2.1: Умеет проводить моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств в стандартных пакетах прикладных программ. ПК-2.2: Может описать требуемую модель, применяя математический аппарат и понимая принципы работы радиоэлектронных средств	Кейс-задача	Зачёт: Кейс-задача

перспективных технических решений	действия радиоэлектронных средств ПК-2.3: Применяет компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств ПК-2.4: Проводит экспериментальные исследования в целях анализа и оптимизации параметров радиоэлектронных средств и апробации перспективных технических решений	ПК-2.3: Владеет навыками работы в типовых пакетах прикладных программ для проектирования и моделирования радиоэлектронных средств. ПК-2.4: Умеет организовать и провести эксперимент, оптимизировать параметры по его итогу.		
-----------------------------------	---	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	75
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	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Определение и вероятностное описание случайных процессов	12	4		4	8

Некоторые модели случайных процессов	13	4		4	9
Характеристическая функция, моментные и кумулянтные функции случайного процесса	12	4		4	8
Гауссовы случайные процессы	12	4		4	8
Стационарные и эргодические случайные процессы	12	4		4	8
Количество информации. Основные свойства информации.	12	4		4	8
Энтропия и её свойства	13	3		3	10
Дискретные источники сообщений и их описание	8	2		2	6
Экономное кодирование	13	3		3	10
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	0	33	75

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Определение случайного процесса. Понятие статистического ансамбля. Вероятностное описание случайного процесса с помощью многомерных плотностей вероятности. Основные свойства многомерных плотностей вероятности случайного процесса.
2. Двумерная условная плотность вероятности случайного процесса и ее основные свойства. Зависимость условной плотности вероятности от разности времен для процесса с конечным вероятностным последствием. Многомерные условные плотности вероятности, их свойства и связь с многомерными безусловными плотностями вероятности.
3. Классификация случайных процессов по их вероятностному последствию. Совершенно случайные процессы и марковские процессы, их описание. Уравнение Смолуховского для условной плотности вероятности марковского процесса.
4. Детерминированные и квазидетерминированные процессы, их описание в рамках теории случайных процессов, выражения для n-мерных плотностей вероятности.
5. Квазигармонический процесс $X(t) = A_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$ со случайной начальной фазой, равномерно распределенной в интервале $[-\pi, \pi]$. Его одномерная плотность вероятности.
6. Многомерная характеристическая функция случайного процесса и ее основные свойства.
7. Моментные функции случайного процесса. Среднее значение и корреляционная функция. Связь моментных функций с характеристической функцией.
8. Кумулянтные функции случайного процесса, их связь с характеристической функцией. Связь между кумулянтными и моментными функциями (на примере функций 1-го и 2-го порядка).
9. Ковариационная функция случайного процесса. Дисперсия. Понятия некоррелированности и статистической независимости двух значений случайного процесса. Коэффициент корреляции.
10. Гауссовские случайные процессы, их n-мерная характеристическая функция и одномерная плотность вероятности. Информация, необходимая для полного описания гауссовского случайного процесса.
11. Основные свойства гауссовских случайных процессов.
12. Стационарные случайные процессы. Понятия стационарности в узком и широком смысле, их взаимоотношение.
13. Эргодичность случайных процессов. Необходимые и достаточные условия эргодичности по отношению к среднему значению.
14. Количество информации. Основные свойства информации.
15. Энтропия и её свойства.
16. Дискретные источники сообщений и их описание. Эргодические источники. Марковские источники

сообщений.

17. Экономное кодирование. Алгоритм кодирования по методу Шеннона-Фэно.

18. Экономное кодирование. Алгоритм кодирования по методу Хаффмена.

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.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

Электронные курсы, созданные в системе электронного обучения ННГУ:

Нет, Нет.

Открытые онлайн-курсы MOOC:

Нет, Нет.

Иные учебно-методические материалы:

<http://www.rfwave.unn.ru/sites/default/files/maltsev.pdf>

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 - Практическая задача) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

Найти плотность вероятности квазидетерминированного случайного процесса со случайной фазой φ , равномерно распределенной в интервале $[-\pi, \pi]$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическая задача)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задача полностью и корректно решена.
не зачтено	Задача не решена.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Кейс-задача) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Имеется система, через которую передаются два возможных значения случайной величины $x=1$ и $y=1$, причём априорные вероятности передачи равны соответственно $p(x)=p$, $p(y)=1-p$. Построить график энтропии двоичного алфавита как функцию вероятности одного из символов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Кейс-задача)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задача полностью и корректно решена.
не зачтено	Задача не решена.

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 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	При решении	Имеется	Продemonс	Продemonс	Продemonс	Продemonс

	базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	трированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	трированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	трированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	ирован 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 - Кейс-задание) для оценки сформированности компетенции ПК-1

Имеется источник сообщения, использующий семь букв алфавита. Априорные вероятности появления букв в сообщении в порядке убывания их вероятностей равны, соответственно: 0,3; 0,25; 0,25; 0,15; 0,04; 0,005; 0,005. Необходимо осуществить кодирование символов методом Шеннона-Фэнно.

Критерии оценивания (оценочное средство - Кейс-задание)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задача полностью и корректно решена.

Оценка	Критерии оценивания
не зачтено	Задача не решена.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Кейс-задача) для оценки сформированности компетенции ПК-2

Имеется источник сообщения, использующий семь букв алфавита. Априорные вероятности появления букв в сообщении в порядке убывания их вероятностей равны, соответственно: 0,35; 0,3; 0,2; 0,1; 0,04; 0,005; 0,005. Необходимо осуществить кодирование символов методом Хаффмена.

Критерии оценивания (оценочное средство - Кейс-задача)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задача полностью и корректно решена.
не зачтено	Задача не решена.

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

Основная литература:

1. Ляшева С. А. Теория информации и кодирования : учебно-методическое пособие / Ляшева С. А. - Казань : КНИТУ-КАИ, 2020. - 120 с. - Рекомендовано к изданию Учебно-методическим управлением КНИТУ-КАИ. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции КНИТУ-КАИ - Информатика. - ISBN 978-5-7579-2493-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=783626&idb=0>.
2. Хемминг Р. В. Теория кодирования и теория информации / пер. с англ. С. И. Гельфанда ; под ред. Б. С. Цыбакова. - М. : Радио и связь, 1983. - 174 с. : ил. - 0.75., 1 экз.
3. Тихонов Василий Иванович. Статистическая радиотехника. - М. : Советское радио, 1966. - 678 с. : ил. - 2.54., 3 экз.

Дополнительная литература:

1. Кульчицкий В. К. Общая теория радиоэлектронных систем : Учебное пособие. Ч. 3. Основы теории информации и кодирования / Кульчицкий В. К. - 2-е изд., перераб. - Санкт-Петербург : СПбГУ ГА им. А.А. Новикова, 2022. - 160 с. - Книга из коллекции СПбГУ ГА им. А.А. Новикова - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-907354-29-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=831176&idb=0>.
2. Кельберт М. Я. Теория информации и кодирования. Т. 3. Теория информации и кодирования / Кельберт М. Я., Сухов Ю. М. - Москва : МЦНМО, 2016. - 567 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции МЦНМО - Математика. - ISBN 978-5-4439-2377-

2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=716697&idb=0>.

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

<http://www.rfwave.unn.ru/sites/default/files/maltsev.pdf>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 11.05.02 - Специальные радиотехнические системы.

Автор(ы): Ключев Алексей Викторович, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 16.01.2024 г., протокол № №1.