

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  
(факультет / институт / филиал)

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«31» мая 2023 г. № 6

**Рабочая программа дисциплины**

Теория информации и кодирования  
(наименование дисциплины (модуля))

---

Уровень высшего образования  
специалитет  
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

---

Направление подготовки / специальность  
10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем  
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

---

Направленность образовательной программы  
Системы подвижной цифровой защищенной связи  
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

---

Форма обучения  
очная  
(очная / очно-заочная / заочная)

---

Нижегород

2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Теория информации и кодирования» относится к дисциплинам обязательной части ООП специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем»

## 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**	
ОПК-11 Способен применять положения теории в области электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, кодирования, электрической связи, цифровой обработки сигналов для решения задач профессиональной деятельности.	ОПК-11.1 Знает: - основные понятия теории информации и кодирования: энтропия, взаимная информация, источники сообщений, каналы связи, коды - основные результаты о кодировании при наличии и отсутствии шума - основные понятия оптимального кодирования источников информации и помехоустойчивого кодирования каналов связи - основные методы анализа дискретных сигналов и систем	Знать основы теории информации и кодирования, необходимые для решения задач профессиональной деятельности, связанных с кодированием и цифровой обработкой сигналов	Собеседование, контрольные вопросы, практические контрольные задания
	ОПК-11.2. Умеет: - вычислять теоретико-информационные характеристики источников сообщений и каналов связи - строить и изучать математические модели систем передачи информации для решения расчетных и исследовательских	Уметь применять теоретические основы теории информации и кодирования для решения задач профессиональной деятельности, связанных с кодированием и цифровой обработкой сигналов	Собеседование, контрольные вопросы, практические контрольные задания

	задач - применять методы цифрового представления сигналов и систем обработки		
	ОПК-11.3. Владеет: - навыками определения основных параметров помехоустойчивых кодов - навыками реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов	Владеть аппаратом теории информации и кодирования, необходимым для решения задач профессиональной деятельности, связанных с кодированием и цифровой обработкой сигналов	Собеседование, контрольные вопросы, практические контрольные задания

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>	<b>очно-заочная форма обучения</b>	<b>заочная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>6 ЗЕТ</b>	<b>___ ЗЕТ</b>	<b>___ ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>216</b>		
<b>в том числе</b>			
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>			
- занятия лекционного типа	48		
- занятия семинарского типа ( практические занятия / лабораторные работы)	32		
<b>самостоятельная работа</b>	<b>80</b>		
<b>КСР</b>	<b>2</b>		
<b>Промежуточная аттестация – экзамен/зачет</b>	<b>экзамен</b>		

#### 3.2. Содержание дисциплины

		<b>в том числе</b>	
		<b>Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них</b>	<b>Самостоя тельная работа</b>
	<b>Всего (часы)</b>		

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
Тема 1. Математические модели дискретных систем передачи информации	23	8	5		13	10
Тема 2. Пропускная способность дискретных каналов связи с шумами. Кодирование при наличии помех.	28	8	5		13	15
Тема 3. Основы помехоустойчивого кодирования.	28	8	5		13	15
Тема 4. Элементы теории случайных процессов.	28	8	5		13	15
Тема 5. Спектрально - корреляционный анализ случайных процессов	29	8	6		14	15
Тема 6. Элементы теории теории информации и кодирования	29	8	6		14	10
<b>Итого</b>	<b>160</b>	<b>48</b>	<b>32</b>		<b>80</b>	<b>80</b>

Практические занятия (семинарские 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.

Практическая подготовка предусматривает: *решение прикладной задачи кейса по профилю профессиональной деятельности и направленности образовательной программы.*

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 32 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: *(Применение фундаментальных знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук. Создание, анализ и реализация новых компьютерных моделей в современном естествознании технике, экономике и управлении)*

- компетенций - ОПК-11. *Способен применять положения теории в области электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, кодирования, электрической связи, цифровой обработки сигналов для решения задач профессиональной деятельности.*

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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 приведены в п.5.2. В случае необходимости проводятся индивидуальные консультации.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи.

	вследствие отказа обучающегося от ответа	умения.  Имели место грубые ошибки.	негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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 оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	<b>превосходно</b>	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
<b>зачтено</b>	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	<b>удовлетворительно</b>	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»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

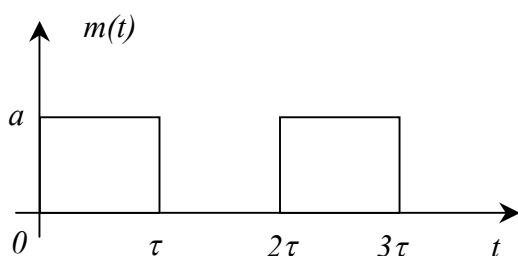
## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

### 5.2.1 Контрольные вопросы

вопросы	Код формируемой компетенции
Совершенно случайные процессы, марковские процессы и их описание.	ОПК-11
Характеристическая функция, определение и свойства	ОПК-11
Условные плотности вероятностей, их свойства и связь с многомерными безусловными плотностями вероятностей	ОПК-11
Корреляционная и ковариационная функции случайного процесса. Коэффициент корреляции.	ОПК-11
Многомерная характеристическая функция и плотность вероятностей гауссовского процесса.	ОПК-11
Информация необходимая для полного описания гауссовского случайного процесса.	ОПК-11
Эргодичность случайных процессов	ОПК-11
Необходимые и достаточные условия эргодичности по отношению к среднему значению, корреляционной функции, одномерной плотности вероятности	ОПК-11
Экспериментальное измерение основных статистических характеристик эргодических случайных процессов.	ОПК-11

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-11

1. На вход фильтра, согласованного с сигналом  $m(t)$  (см. рис.), поступает аддитивная смесь сигнала и "белого" шума  $x(t)=m(t)+\xi(t)$  ( $K\xi[\tau]=D\xi\delta(\tau)$ ). Найти импульсную переходную характеристику, отклик на полезный сигнал, корреляционную функцию шумовой составляющей на выходе, отношение сигнал/шум на выходе и предложить схему реализации фильтра.



2. Случайный процесс  $x(t)$  представляет собой сумму квадратурных составляющих:

$$x(t)=A_c(t)\cos \omega_0 t+A_s(t)\sin \omega_0 t$$

где  $A_c(t)$  и  $A_s(t)$  - статистически независимые гауссовы случайные процессы с равными нулю средними значениями и с одинаковыми дисперсиями  $\sigma^2$ . Этот же случайный процесс может быть записан в следующем виде:

$x(t)=A(t)\cos[\omega_0 t-\varphi(t)]$ , где  $\varphi$  - случайная начальная фаза процесса  $x(t)$ ,  $A=\sqrt{A_s^2+A_c^2}$  - случайная амплитуда.

Найти вероятностные распределения

- а) случайного процесса  $x(t)$
- б) случайной амплитуды  $A$
- в) случайной начальной фазы  $\varphi$

3. На вход нелинейного безынерционного элемента с характеристикой

$$y = 2x \cdot 1(x) = \begin{cases} 2x, & x > 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$$

подается случайный телеграфный процесс, принимающий два значения  $+a$ ,  $-a$  с равной вероятностью. Смена знака происходит в случайные моменты времени. Вероятность того, что на временном интервале длительности  $T$  произойдет ровно  $m$  смен знаков описывается законом Пуассона и равна

$$P(m, T) = \frac{(\lambda T)^m}{m!} e^{-\lambda T}$$

Найти корреляционную функцию и спектральную плотность мощности процесса на выходе.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Рытов С.М. Введение в статистическую радиофизику. Часть 1. М.: Наука, 1976
2. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. М.: Радио и связь, 1982.
3. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. М.: Радио и связь, 1989.

б) дополнительная литература:

1. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. М.: Радио и связь, 2000.
2. Беспроводные коммуникации: [пособие для студентов и аспирантов] / А. Голдсмит ; пер. с англ. Н. Л. Бирюкова, Н. Р. Триски ; под ред. В. А. Березовского. - Москва : Техносфера, 2011. - 903 с. : ил., табл.; 25 см. - (Мир радиоэлектроники; XVII-03).; ISBN 978-5-94836-176-

в) 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**

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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

Автор (ы) \_\_\_\_\_ А.А. Мальцев

Заведующий кафедрой  
статистической радиофизики и  
мобильных систем связи \_\_\_\_\_ А.А. Мальцев

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.