

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 от «31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

**Теория информационных
процессов и систем**

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки / специальность
09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность образовательной программы
**Информационные системы и технологии в физических
исследованиях**

Форма обучения
очная

Год начала подготовки

2023 год

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Теория информационных процессов и систем» (Б1.О.10) относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП.

Дисциплина преподается в 4 семестре.

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-2. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Знать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.	<i>Знать</i> основные положения теории информации, ее приложения к проблемам передачи, обработки и хранения информации. <i>Знать</i> основные подходы и алгоритмы преобразования информации, кодирования, оценки параметров информационных систем и процессов.	Теоретический вопрос, задача
	ОПК-2.3. Иметь навыки применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.	<i>Владеть</i> навыками оценки основных информационных параметров при проектировании систем передачи и приёма информации, кодирования и преобразования сигналов. <i>Владеть</i> навыками моделирования и анализа информационных систем, анализа основных характеристик моделей, методами верификации моделей.	Теоретический вопрос, задача
ОПК-ОС-9. Способен применять алгоритмы обработки данных различной природы в различных сферах	ОПК-ОС-9.1. Знать основные алгоритмы и численные методы обработки данных.	<i>Знать</i> основные подходы к проектированию информационных систем с учетом требований защиты информации, основные методы и средства защиты информации. <i>Знать</i> методы верификации моделей информационных систем, статистические методы оценки параметров моделей.	Теоретический вопрос, задача

	ОПК-ОС-9.2. Уметь применять методы спектрального анализа, цифровой обработки данных в задачах моделирования физических процессов и обработки сигналов.	<i>Уметь</i> оценивать защищенность информационных систем, применять методы защиты при проектировании и эксплуатации информационных систем. <i>Уметь</i> проводить эксперименты, позволяющие оценивать качество моделей информационных систем.	Теоретический вопрос, задача
	ОПК-ОС-9.3. Владеть навыками проведения исследований статистических характеристик алгоритмов обработки данных.	<i>Владеть</i> навыками моделирования информационных систем для оценки их защищенности, проведения экспериментальных исследований по оценке защищенности. <i>Владеть</i> навыками сопоставления результатов экспериментальных исследований с оценками полученными на основе используемых моделей.	Теоретический вопрос, задача

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

Очная форма обучения	
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	65
- занятия лекционного типа, ч	32
- практические занятия, ч	32
- лабораторных, ч	
КСРИФ	1
самостоятельная работа, ч	43
Промежуточная аттестация	зачет с оценкой

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Занятия лабораторного типа	Всего	

1. Понятие информации, методы количественной оценки информации		3	3			3
2. Источники информации. Энтропия источника		3	3			4
3. Непрерывный источник информации. Энтропия непрерывного источника		2	2			4
4. Условная, совместная и взаимная информация		2	2			4
5. Дискретный канал связи. Пропускная способность дискретного канала без помех и с шумами.		4	4			4
6. Непрерывный канал связи. Пропускная способность непрерывного канала без шумов и с гауссовым шумом.		4	4			4
7. Кодирование информации. Оптимальное кодирование Хаффмана.		4	4			4
8. Помехоустойчивое кодирование. Основные принципы		4	4			4
9. Алгебраические коды. Кодирование и декодирование		2	2			4
10. Коды Хемминга.		2	2			4
11. Циклические коды. Кодирование и декодирование		2	2			4
Зачет	1					
Итого	108	Error! Reference source not found.	Error! Reference source not found.	Error! Reference source not found.	Error! Reference source not found.	43

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

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме - зачет с оценкой.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает активное изучение лекционного материала вместе с соответствующими разделами учебных и учебно-методических пособий, в т.ч. с использованием систем компьютерной графики и электронных образовательных ресурсов, проводить визуализацию всех основных задач дисциплины и формировать у студентов компетенции, связанные с работой с такими системами в интерактивном режиме. Самостоятельная работа студентов осуществляется в следующих формах:

- Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками, тестовыми системами.
- Использование профессиональных прикладных программ моделирования физических процессов и методов обработки данных.
- Работа со средствами телекоммуникации.
- Использование Интернет-ресурсов, электронных библиотек, распределенных и централизованных издательских систем.
- Использование открытых форм дистанционного обучения с использованием Интернета.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

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 незначительных 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 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 незначительными 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	Продemonстри	Продemonстри	Продemonстр	Продemonстр

	владения материалом. 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	рованы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	рованы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	рованы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	ирован творческий подход к решению нестандартных задач.
--	---	--	---	---	---	---	---

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	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»
	Очень хорошо	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»
	Хорошо	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»
	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»
незачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	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
1	Вероятностное описание дискретных ансамблей и источников. Энтропия как мера неопределенности выбора.	ОПК-2
2	Свойства энтропии. Условная энтропия и ее свойства.	ОПК-ОС-9
3	Понятие дифференциальной условной энтропии.	ОПК-2
4	Свойства дифференциальной энтропии. Распределения, обладающие максимальной дифференциальной энтропией.	ОПК-ОС-9
5	Количество информации при передаче отдельного элемента дискретного сообщения. Свойства частного количества информации.	ОПК-2
6	Среднее количество информации в любом элементе дискретного сообщения. Свойства среднего количества информации в элементе сообщения.	ОПК-ОС-9
7	Количество информации при передаче сообщений от непрерывного источника. Эпсилон - энтропия случайной величины.	ОПК-2
8	Избыточность сообщений источников сообщений.	ОПК-ОС-9
9	Производительность источника дискретных сообщений.	ОПК-2
10	Эпсилон – производительность источника непрерывных сообщений.	ОПК-ОС-9
11	Модели дискретных каналов.	ОПК-2
12	Скорость передачи информации по дискретному каналу.	ОПК-ОС-9
13	Пропускная способность дискретного канала без помех.	ОПК-2
14	Пропускная способность дискретного канала с помехами.	ОПК-ОС-9
15	Скорость передачи по непрерывному гауссову каналу связи. Пропускная способность непрерывного гауссова канала связи.	ОПК-2
16	Согласование физических характеристик сигнала и канала.	ОПК-ОС-9

№	Вопросы	Код формируемой компетенции
17	Цель кодирования. Основные понятия и определения.	ОПК-2
18	Основная теорема Шеннона о кодировании для канала без помех.	ОПК-ОС-9
19	Методы эффективного кодирования некоррелированной последовательности знаков, код Шеннона-Фано	ОПК-2
20	Методика кодирования Хаффмана.	ОПК-ОС-9
21	Методы эффективного кодирования коррелированной последовательности знаков. Недостатки системы эффективного кодирования.	ОПК-2
22	Теорема Шеннона о кодировании для канала с помехами.	ОПК-ОС-9
23	Общие принципы построения помехоустойчивых кодов. Математическое введение к линейным кодам.	ОПК-2
24	Понятие корректирующей способности кода. Общая схема построения группового кода.	ОПК-ОС-9
25	Связь корректирующей способности с кодовым расстоянием. Построение опознавателей ошибок.	ОПК-2
26	Определение проверочных равенств и уравнений кодирования.	ОПК-ОС-9

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-2

1. Из 1000 ламп 380 принадлежат к 1 партии, 270 – ко второй партии, остальные к третьей. В первой партии 4% брака, во второй - 3%, в третьей – 6%. Наудачу выбирается одна лампа. Определить вероятность того, что выбранная лампа – бракованная.
2. Физическая система может находиться в одном из 4 состояний. Вероятности нахождения в каждом из состояний равны: $p_1=0.25$, $p_2=0.25$, $p_3=0.3$, $p_4=0.2$. Найти информационную энтропию и избыточность такой системы.

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-ОС-9

1. Определить пропускную способность (максимальную скорость передачи информации) симметричного бинарного канала, если вероятность ошибки при приёме равна 0,02. Время передачи единицы - 0,1 сек, нуля - 0,3 сек.
2. Источник информации может передавать один из 4 символов {A, B,C,D}. Вероятности появления в передаваемом потоке данных символов соответственно равны: $p_A=0.5$, $p_B=0.25$, $p_C=0.05$, $p_D=0.2$. Найти информационную энтропию и избыточность такой системы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Стратонович Р.Л. Теория информации. М., 1975., 15 экз
2. Березкин, Е.Ф. Основы теории информации и кодирования: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. — 312 с.
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75818>
3. Белов, В.М. Теория информации. Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.М. Белов, С.Н. Новиков, О.И. Солонская. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. 143 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5119>.
4. Зверева, Е.Н. Сборник примеров и задач по основам теории информации и кодирования сообщений [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Е.Н. Зверева, Е.Г. Лебедько. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2014. — 76 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71068>.

б) дополнительная литература:

1. Фано Р. Передача информации. М., 1965., 3 экз.
2. Морелос-Сарагоса Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. М. Техносфера, 2005, 320 стр., 6 экз.
3. Кульбак С. Теория информации и статистика. М., 1967., 2 экз.
4. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М., ИЛ, 1963, 1 экз.
5. Голдман С. Теория информации. М. ИИЛ, 1957, 7 экз.
6. Шахтарин, Б.И. Случайные процессы. Примеры и задачи. - Т. 5. Оценка сигналов, их параметров и спектров. Основы теории информации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.И.Шахтарин,
7. В.И. Тихонов, В.В. Сизых. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5203>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные персональными 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 ОС ВО ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Авторы:

Заведующий кафедрой ИТФИ
д.т.н., профессор

Фидельман В.Р.

Ассистент каф. ИТФИ

Чуманкин Ю.Е.

Рецензент

д.ф.-м.н., профессор, зав. каф.
статистической радиофизики и
мобильных систем связи РФФ

Мальцев А.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии физического факультета ННГУ.

Председатель УМК физ.ф-та _____ Перов А.А.