

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ И КОДИРОВАНИЯ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
5	2	72	16	16	0		40	0	3
Итого	2	72	16	16	0	0	40	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе излагаются базовые понятия теории информации и кодирования, приводятся основные теоремы, связанные с понятием количества информации, даются описания основных принципов кодирования информации, теоремы, на которых основаны методы кодирования. Большое внимание уделяется обучению студентов применению полученных базовых знаний для решения типовых практических задач.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является изучение основных понятий и методов теории информации и кодирования, используемых при описании, проектировании и эксплуатации информационных систем.

Задачи дисциплины:

1. изучение основ теории сигналов и оптимального приема;
2. изучение информационных характеристик ;
3. изучение основных принципов кодирования информации;
4. изучение основных принципов помехоустойчивого кодирования информации

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина логически и содержательно-методически связана со следующими дисциплинами: «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Общая физика» Изложение материала предполагает успешное освоение студентами перечисленных дисциплин. Освоение данной дисциплины будет необходимо при изучении курсов «Оптические методы обработки информации», «Практикум по физической оптике», при разработке устройств фотоники и оптоинформатики в процессе выполнения студентами нировских и дипломных работ, а также в дальнейшей профессиональной деятельности

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
--	---------------------------	---	---

		опыта)	
научно-исследовательской			
Разработка лазерных и оптических технологий; анализ поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики; экспериментальные исследования в области фотоники и оптоинформатики новых явлений, материалов, систем и устройств	Лазерные технологии, элементы в составе лазерных систем, оптические материалы и детали, дифракционные оптические элементы, голограммы	ПК-1 [1] - способен к анализу поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004, 40.037	3-ПК-1[1] - Знать современное состояние развития фотоники и оптоинформатики ; У-ПК-1[1] - уметь анализировать исходные требования при решении задач в области фотоники и оптоинформатики проводить поиск научнотехнической информации по теме решаемой задачи уточнять и корректировать требования к решаемой задаче в области фотоники и оптоинформатики ; В-ПК-1[1] - Владеть навыками анализа простых исследовательских задач в области фотоники и оптоинформатики
Моделирование систем, использующих оптические методы обработки информации, и результатов их работы; построение математических моделей для анализа свойств объектов исследования и выбор численного метода их моделирования, разработка алгоритма решения задачи	Методы и технологии фотоники и оптоинформатики	ПК-2 [1] - способен к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.007, 06.018, 40.037	3-ПК-2[1] - Знать возможности стандартных пакетов автоматизированного проектирования при математическом моделировании объектов фотоники и оптоинформатики.; У-ПК-2[1] - уметь решать типичные математические задачи на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования; В-ПК-2[1] - Владеть навыками самостоятельной разработки программ при математическом моделировании процессов и объектов

Разработка лазерных и оптических технологий; анализ поставленной задачи исследований в области фотоники и оптоинформатики; экспериментальные исследования в области фотоники и оптоинформатики новых явлений, материалов, систем и устройств	Лазерные технологии, элементы в составе лазерных систем, оптические материалы и детали, дифракционные оптические элементы, голограммы	ПК-2.2 [1] - Способен применять основы теории информации, использовать знания об оптическом кодировании, принципах передачи информации по оптическим линиям связи, распознавании оптических сигналов и изображений; <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	фотоники и оптоинформатики. 3-ПК-2.2[1] - Знать основы теории информации, методов оптического кодирования, распознавания оптических сигналов и изображений, особенности принципов передачи информации по оптическим линиям связи; У-ПК-2.2[1] - Уметь применять знания о теории информации, оптическом кодировании, оптических линиях связи, распознавании оптических сигналов и изображений для создания систем фотоники и оптоинформатики; В-ПК-2.2[1] - Владеть навыками экспериментальных исследований в области методов оптической передачи информации, фотоники и оптоинформатики,
проектно-конструкторский			
Проектирование и конструирование оптических технологий передачи, приема, обработки, хранения и отображения информации; участие в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов изделий, узлов, элементов приборов и систем фотоники и оптоинформатики	Элементная база фотоники и оптоинформатики и цифровые методы анализа	ПК-4 [1] - способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях; <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.007, 29.004	3-ПК-4[1] - Знать основные правила разработки проектной и рабочей технической документации, правила оформления конструкторской документации принципы и методы расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием. ;

			У-ПК-4[1] - Уметь анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым узлам и элементам рассчитывать и проектировать детали и узлы приборов и установок, разрабатывать проекты технических описаний установок и приборов, проводить концептуальную и проектную проработку типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях ; В-ПК-4[1] - Владеть методами анализа и расчета, навыками конструирования и проектирования в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях, методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок с использованием стандартных средств автоматизации
--	--	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания

	решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>5 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	8/8/0		25	КИ-8	З-ПК-1, У-ПК-1, В-

							ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Второй раздел	9-16	8/8/0		25	КИ-16	3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		16/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				50	3	3-ПК-1, У-ПК-1,

							В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.2, У-ПК-2.2, В-ПК-2.2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
--	--	--	--	--	--	--	---

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	16	16	0
1-8	Первый раздел	8	8	0
1	Тема 1. Вводное занятие Математическое описание сигналов. Классификация сигналов по особенностям временного представления. Основные параметры сигналов. Энергетические характеристики сигналов. Методы анализа сигналов. Обобщенная схема одноканальной системы передачи информации, ее основные элементы и их назначение.. Многоканальные системы передачи информации. Временное и частотное уплотнение (multiplexing) сигналов. Спектральное уплотнение. .	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Тема 2. Основы теории детерминированных сигналов	Всего аудиторных часов		

	Разложение сигнала по ортогональной системе функций. Гармонический анализ периодических и непериодических сигналов, спектры, преобразования спектров сигналов. Распределение мощности в спектре периодического сигнала. Распределение энергии в спектре непериодического сигнала.	4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Тема 3. Модуляция Аналоговая модуляция. Амплитудная модуляция. Спектр амплитудно-модулированного колебания. Модификации амплитудной модуляции. Угловая модуляция. Спектр колебания с угловой модуляцией. Импульсная модуляция. Двойная модуляция. Спектры модулированных импульсных сигналов. Цифровая модуляция. Манипуляция. Спектры манипулированных сигналов. Узкополосные сигналы. Понятие аналитического сигнала.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	Тема 4. Основы теории случайных сигналов Шумы в радиотехнических цепях. Основные характеристики случайных процессов. Стационарные и эргодические процессы. Примеры случайных процессов. Спектральная плотность средней мощности случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина. Измерение статистических характеристик случайных процессов. Нормальный случайный процесс. Узкополосный случайный процесс. Воздействие случайного сигнала на линейный усилитель. Корреляционный анализ детерминированных сигналов. Связь корреляционной функции и спектральной характеристики сигнала. Метод динамического рассеяния света.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Тема 5. Основы теории дискретизации непрерывных сигналов Дискретизация сигналов. Теорема Котельникова. Спектр дискретизированного сигнала. Квантование сигналов. Шумы квантования. Апертурные ошибки.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Тема 6. Элементы теории оптимального приема и статистических решений. Методы фильтрации. Частотная фильтрация. Метод накопления. Корреляционный метод. Согласованная фильтрация. Суть основной задачи приема сигналов. Задача обнаружения сигнала. Критерий максимума правдоподобия (критерий Фишера). Критерий идеального наблюдателя (критерий Зигерта–Котельникова). Критерий минимального риска (критерий Байеса). Критерий Неймана–Пирсона. Задачи различения сигналов и восстановление сигнала	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	8	8	0
9 - 10	Тема 7. Измерение информации Структурные меры измерения информации.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0

	Статистические меры измерения информации. Взаимная информация. Основные свойства взаимной информации. Собственная информация. Мера информации как случайная величина. Энтропия. Энтропия и информация для непрерывных систем.	Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Тема 8. Кодирование сообщений дискретного множества. Раномерные и неравномерные коды. Коды Боде и Морзе. Метод кодирования Шеннона-Фано. Эффективность кодирования. Кодовое дерево. Основополагающие теоремы оптимального кодирования. Метод Хаффмана (оптимальное кодирование).	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Тема 9. Пропускная способность каналов связи. Пропускная способность дискретного канала без помех. Скорость передачи информации, производительность источника. Типичные и нетипичные последовательности символов. Теорема Шеннона для дискретного канала без помех. Скорость передачи информации и пропускная способность дискретного канала при наличии помех. Основная теорема Шеннона для дискретного канала с помехами. Пропускная способность непрерывного канала при наличии аддитивного шума.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Тема 10. Сжатие данных Наиболее распространенные алгоритмы сжатия без потерь. Алгоритм арифметического кодирования. Алгоритм сжатия, использующий исключение повторов (RLE). Алгоритм кодирования по ключевым словам. Словарные и словарно-статистические алгоритмы сжатия. Сжатие информации с потерями. Сжатие графической информации. Алгоритм JPEG.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Тема 11. Помехоустойчивое кодирование Классификация помехоустойчивых кодов. Основные принципы помехоустойчивого кодирования. Расстояние Хэмминга. Блочные коды. Групповые коды. Циклические коды.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции и практические занятия проводятся в традиционной форме. При обсуждении ряда тем лекционных занятий используются компьютерные презентации. Обязательным является самостоятельная работа студентов, самостоятельное решение задач, работа с литературой.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-2.2	З-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2.2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89		B	Оценка «хорошо» выставляется

75-84		C	студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
70-74		D	
65-69		E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64	3 – «удовлетворительно»		
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ М 33 Основы корректирующего кодирования: теория и лабораторный практикум : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ П 58 Теория информации : учебник, Санкт-Петербург: Лань, 2020
3. ЭИ Б48 Основы теории информации и кодирования : учебное пособие для вузов, Е. Ф. Березкин, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 X86 Основы теории информации : учебное пособие для вузов, Г. И. Хохлов, Москва: Академия, 2008
2. 004 В35 Основы кодирования : учебник для вузов, М. Вернер, Москва: Техносфера, 2006

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. Проведение лекционных и практических занятий

В рамках курса «Теория информации и кодирования» предусмотрено проведение лекционных и практических занятий. Используя прослушанный на лекциях материал, студенты должны научиться решать поставленные перед ними задачи. В рамках занятий проводится активное обсуждение и анализ задаваемых на дом заданий.

При изучении курса студентам рекомендуется внимательно ознакомиться с программой дисциплины, взять в библиотеке рекомендованную литературу.

2. Организация контроля успеваемости студентов

Организация контроля успеваемости студентов проводится с использованием фонда оценочных средств по данной дисциплине (ФОС). Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Теория информации и кодирования» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости по дисциплине «Теория информации и кодирования» используются

- Домашние задания
- Коллоквиум

К зачету допускаются студенты, аттестованные по разделам (набравшие 30 и более баллов). Раздел считается аттестованным, если студент получил за него 15 или более баллов. В конце семестра проводится зачет, оцениваемый по пятидесятибалльной шкале. Сдача зачета сводится к ответу на вопросы билета. Каждый билет содержит два теоретических вопроса по программе курса. Успешно сдавшими зачет считаются студенты, набравшие в результате проведения контрольных мероприятий 60 и более баллов.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

На первом занятии следует дать студентам перечень рекомендованной литературы. При изложении учебного материала следует акцентировать внимание прежде всего на физической стороне вопроса, не следует увлекаться только лишь математическими выкладками. Желательно после каждой лекции 5-10 минут посвящать ответам на вопросы студентов. В первой части курса даются общие понятия о сигналах, системах передачи информации, преобразованиях спектров сигналов, типах их модуляции. Тема, связанная с основами случайных сигналов, завершается примером использования корреляционных функций в оптике в методе динамического рассеяния света.

При изложении основ оптимального приема сигналов игнорируется вопрос, связанный с разнообразием источников шумов, и акцентируется внимание студентов на рациональном

использовании избыточности и данных о свойствах полезного сигнала и помехи для увеличения вероятности правильного приема. Теоремы оптимального кодирования излагаются в тесной связи с методами кодирования Шеннона-Фано и Хаффмана. Следует рассмотреть во время занятий конкретные примеры на эти методы кодирования для того, чтобы студенты правильно выполнили домашнее задание.

При изложении вопроса, связанного с измерением информации, основное внимание следует уделить статистическим мерам информации, упомянув, вместе с тем, структурные и семантические меры.

Далее при изложении материала следует уделить внимание пропускной способности каналов связи с помехами и без помех, а также сформулировать соответствующие теоремы Шеннона.

Из-за ограниченности временного ресурса курса при рассмотрении помехоустойчивого кодирования следует ограничиться изложением основных принципов такого кодирования и привести классификацию таких кодов. Достаточно подробно следует изложить раздел курса, связанный со сжатием информации, рассмотрев подробно алгоритм сжатия графической информации JPEG/

Автор(ы):

Чириков Сергей Николаевич, к.ф.-м.н., доцент