

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

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
7	2	72	0	60	0	12	0	3
8	3	108	0	60	0	48	0	3
Итого	5	180	0	120	0	30	0	

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина направлена на изучение и развитие понимание методов и технологий расчета и формирования световых распределений, а также алгоритмов цифровой обработки и анализа изображений, в том числе реконструкции и улучшения качества.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины является приобретение навыков математической обработки и моделирования экспериментальных данных. Основная часть курса посвящена изучению основ методов моделирования оптических и оптико-цифровых процессов.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Логически и содержательно данный курс является неотъемлемой частью знаний физика как специалиста в области современных методов и средств оптики, фотоники, оптоинформатики и оптических методов обработки информации. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по предшествующим курсам высшей математики, общей физики, информатики

### 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 опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательской			
Моделирование систем, использующих оптические методы обработки информации, и результатов их работы; построение математических моделей для анализа свойств объектов	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	З-ПК-2[1] - Знать возможности стандартных пакетов автоматизированного проектирования при математическом моделировании объектов фотоники и оптоинформатики.; У-ПК-2[1] - уметь решать типичные

<p>исследования и выбор численного метода их моделирования, разработка алгоритма решения задачи</p>		<p>разработанных программных продуктов</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.007, 06.018</p>	<p>математические задачи на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования; В-ПК-2[1] - Владеть навыками самостоятельной разработки программ при математическом моделировании процессов и объектов фотоники и оптоинформатики.</p>
<p>проектно-конструкторский</p>			
<p>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</p>	<p>Элементная база фотоники и оптоинформатики и цифровые методы анализа</p>	<p>ПК-2.5 [1] - Способен владеть методами конструирования оптических систем передачи и обработки информации, готовностью проводить эскизное и предэскизное проектирование и компьютерное моделирование оптических элементов и узлов установок, а также планирование экспериментов в области фотоники и оптоинформатики</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.007</p>	<p>З-ПК-2.5[1] - Знать основные особенности процесса разработки, применяемые при создании систем в области фотоники, и методы моделирования; У-ПК-2.5[1] - Уметь прогнозировать риски выполняемых работ разрабатываемой систем в области фотоники; В-ПК-2.5[1] - Владеть методами измерения характеристик разрабатываемых оптических систем передачи и обработки информации, оптических элементов и узлов установок</p>
<p>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</p>	<p>Элементная база фотоники и оптоинформатики и цифровые методы анализа</p>	<p>ПК-2.6 [1] - Способен производить основные расчёты при математическом моделировании оптических процессов, компьютерный синтез дифракционных оптических элементов, а также контролировать их соответствие исходным требованиям</p>	<p>З-ПК-2.6[1] - Знать современные методы математического моделирования оптических процессов, методы компьютерного синтеза дифракционных оптических элементов; У-ПК-2.6[1] - Уметь ставить задачи по проектированию оптических систем для применений в</p>

систем фотоники и оптоинформатики		<p><i>Основание:</i>          Профессиональный стандарт: 06.017</p>	<p>технологии, диагностике и научных исследованиях;          использовать инновационные разработки фотоники и оптических информационных систем в технологических и измерительных задачах;          В-ПК-2.6[1] - Владеть навыками моделирования и расчетов оптических процессов и дифракционных оптических элементов</p>
-----------------------------------	--	---	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (В22)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических</p>

		задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
--	--	---

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/30/0		25	КИ-8	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-2.5, У-ПК-2.5, В-ПК-2.5, З-ПК-2.6, У-ПК-2.6, В-ПК-2.6

2	Второй раздел	9-16	0/30/0		25	КИ-16	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.5, У-ПК-2.5, В-ПК-2.5, 3-ПК-2.6, У-ПК-2.6, В-ПК-2.6
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		0/60/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				50	3	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.5, У-ПК-2.5, В-ПК-2.5, 3-ПК-2.6, У-ПК-2.6, В-ПК-2.6
	<i>8 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/30/0		25	КИ-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2,

							3-ПК-2.5, У-ПК-2.5, В-ПК-2.5, 3-ПК-2.6, У-ПК-2.6, В-ПК-2.6
2	Второй раздел	9-11	0/30/0		25	КИ-11	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.5, У-ПК-2.5, В-ПК-2.5, 3-ПК-2.6, У-ПК-2.6, В-ПК-2.6
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		0/60/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 8 Семестр</b>				50	30	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.5, У-ПК-2.5, В-ПК-

							2.5, 3-ПК- 2.6, У- ПК- 2.6, В- ПК- 2.6
--	--	--	--	--	--	--	--

\* – 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
ЗО	Зачет с оценкой
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	0	60	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	0	30	0
1 - 4	<b>Тема 1. Основы теории изображений</b> Типы изображений. Преобразования между различными типами изображений. Геометрические операции. Основные статистики изображений	Всего аудиторных часов		
		0	15	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	<b>Тема 2. Основы теории оптической регистрации изображений</b> Регистрация цифрового изображения. Характерные дефекты цифровых изображений. Фон. Гамма-коррекция. Классификация методов фильтрации.	Всего аудиторных часов		
		0	15	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Второй раздел</b>	0	30	0
9 - 12	<b>Тема 3. Признаки регистрируемых объектов и их выделение</b> Регистрация Классификация признаков объектов. Морфометрические признаки объектов. Преобразование Фурье. Фильтрация в частотной области. Моделирование дифракционных процессов	Всего аудиторных часов		
		0	15	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 16	<b>Тема 4. Особенности регистрации объектов различного типа</b> Сегментация изображений. Обнаружение границ. Классификация признаков объектов. Методы классификации. Моделирование объектов различного типа.	Всего аудиторных часов		
		0	15	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>8 Семестр</i>	0	60	0
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	0	30	0



1 - 4	<b>Тема 1. Оптические системы обработки изображений</b> Автоматизированные системы обработки изображений. Методы считывания информации. Источники света. Схемы освещения. Дискретизация и квантование изображений. Теорема Котельникова для двумерных изображений.	Всего аудиторных часов		
		0	15	0
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	<b>Тема 2. Улучшение и коррекция изображений</b> Улучшение качества изображений. Нелинейные и линейные фильтры. Моделирование фильтров. Искажения изображений и их причины. Низкочастотная фильтрация изображений.	Всего аудиторных часов		
		0	15	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-11	<b>Второй раздел</b>	0	30	0
9	<b>Тема 3. Шумы оптических систем</b> Обобщенная модель процессов искажения и реконструкции изображений. Модели шумов. Моделирование шумов.	Всего аудиторных часов		
		0	15	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	<b>Тема 4. Методы реконструкции изображений</b> Реконструкция изображений по проекциям. Цифровые методы восстановления волновых фронтов. Метод фазовых шагов, метод Фурье.	Всего аудиторных часов		
		0	15	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

Для углубления материала курса и расширения кругозора студентам демонстрируются компьютерные презентации. Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами.

Основой обучения по данной дисциплине является метод учебного проектирования, предусматривающий:

- получение студентами теоретическо-практических знаний при проведении занятий и при самостоятельной работе с раздаточным материалом, распространяемым в электронном виде, а также с литературой в библиотеке университета;

- формирование навыков применения теоретических при решении конкретных задач в ходе проведения контрольно-измерительных мероприятий по разделам курса, в частности контрольных работ.

Дисплейный класс подключен к интернету, оборудован проектором для демонстрации сложных многоцветных рисунков и текстов программ большого объема при разборе их содержания.

## 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)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-11
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-11
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-11
ПК-2.5	З-ПК-2.5	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-11
	У-ПК-2.5	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-11
	В-ПК-2.5	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-11
ПК-2.6	З-ПК-2.6	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-11
	У-ПК-2.6	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-11
	В-ПК-2.6	З, КИ-8, КИ-16	ЗО, КИ-8, КИ-11

### 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	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	

65-69			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»	Е	
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	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 Н 65 Компьютерная графика. Оптическая визуализация : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ П 60 Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ Р 35 Математическое моделирование : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022
4. 004 Ф34 Обработка результатов измерений в среде Mathcad : (Практикум по курсу "Методы обработки результатов измерений"), Москва: НИЯУ МИФИ, 2017
5. ЭИ З-43 Основы вычислительной оптики : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
6. 539.1 Р 98 Статистические методы обработки результатов измерений (с примерами в среде Mathcad) : Учебное пособие, Москва: Буки Веди, 2019
7. ЭИ Р 98 Статистические методы обработки результатов измерений (с примерами в среде Mathcad) : Учебное пособие, Москва: Буки Веди, 2019
8. ЭИ С 47 Численные методы : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
9. 537 З-43 Принципы лазеров : , О. Звелто, Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ С 37 Методы теории вероятностей : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2020

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Дисциплина направлена на изучение и развитие понимания методов и технологий расчета и формирования световых распределений, а также алгоритмов цифровой обработки и анализа изображений, в том числе реконструкции и улучшения качества.

Основное требование к студентам заключается в регулярном посещении занятий, в рамках которых дается как классический материал, так и освещаются новые аспекты фотоники. В качестве обязательного текущего контроля успеваемости студентов используются контрольные работы. В конце освоения дисциплины студент сдает зачет. К зачету допускаются студенты, прошедшие аттестацию по итогам освоения разделов данного семестра. Каждый билет содержит вопросы по программе курса.

При изучении курса необходимо твердо усвоить основные принципы моделирования дифракционного распространения волн, а также цифровой фильтрации в частотной и пространственной плоскостях. Необходимо усвоить основные методы и алгоритмы обработки, улучшения качества и реставрации изображений. Научиться применять методы решения обратных задач реконструкции изображений, а также методики расчета и синтеза дискретных фильтрующих функций.

В результате освоения дисциплины студенты получают возможность выполнять квалифицированный подбор оптических приборов регистрации и других комплектующих изделий для создания систем ввода и обработки изображений, а также выполнять синтез дискретных фильтров для цифровой обработки, улучшения качества и реставрации изображений.

По результатам прохождения дисциплины студент должен овладеть принципами моделирования процессов, происходящих в основных блоках приборов и аппаратов с применением современных пакетов, а также при взаимодействии технических и биологических систем; а также работы со стандартными пакетами программ обработки изображений и графическими редакторами, расчет линейных фильтров.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

При освоении курса студентам необходимо получить ясное представление о методах и системах формирования изображений, моделирования их получения при использовании различных оптических систем, в том числе современных цифровых систем; о основах цифровой обработки изображений, включая восстановление, улучшение визуального качества изображений, синтез и анализ изображений. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания по предшествующим университетским курсам физики, высшей математики и информатики.

Следует также обратить внимание на следующие вопросы:

- ИК-изображения
- Автоматизированные системы обработки изображений.
- Свертка дискретных изображений.
- Низкочастотная фильтрация изображений.
- Частотные фильтры для повышения резкости изображений.
- Модели шумов.
- Гомоморфная фильтрация.

Для закрепления пройденного материала студентам демонстрируются наглядные пособия и компьютерные презентации, которые могут быть переданы временно замещающему преподавателю. При демонстрации наглядных пособий и презентаций необходимы комментарии, поэтому замещающему преподавателю надо заранее подготовиться к демонстрации.

Главное требование к студентам заключается в регулярном посещении занятий, в рамках которых дается как классический материал, так и освещаются новые аспекты методов обработки информации в оптике, фотонике и моделировании фотонных и оптических процессов. Это является особенно важным из-за последних достижений в области бурно развивающейся медицинской физики.

Автор(ы):

Злоказов Евгений Юрьевич