

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПРАКТИКУМ ПО КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ЛАЗЕРНЫХ СИСТЕМ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.03.05 Лазерная техника и лазерные  
технологии

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
8	2	72	0	0	36		36	0	3
Итого	2	72	0	0	36	28	36	0	

## АННОТАЦИЯ

В данном курсе изучаются основные особенности работы с массивами, с графиками в программной среде MATLAB, алгебраические, арифметические, символьные вычисления. Осваиваются основные операции MATLAB по обработке сигналов, изображений, световых распределений, в том числе фильтрация и нахождение фурье-образа. Изучаются особенности расчёта распространения когерентного излучения в среде MATLAB и возможности по его моделированию.

Учебные задачи курса. Необходимо ознакомиться с основами и особенностями программирования в среде MATLAB. Нужно научиться решать практические задачи в областях обработки сигналов, изображений и световых распределений, моделирования и расчёта распространения когерентного излучения.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса - формирование у студентов практических навыков проектирования и обработки сигналов в оптических лазерных системах с использованием современных программных средств. Основной задачей курса является получение навыков проектирования и обработки сигналов в оптических лазерных системах с использованием среды программирования MATLAB.

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

При составлении программы учебной дисциплины «Практикум по компьютерному моделированию лазерных систем» предполагалось, что студент знаком с содержанием основных разделов курсов высшей математики, общей физики и физической оптики, желательно также наличие общих базовых представлений из области информатики и вычислительной техники.

Программой курса предусмотрено, что студент должен научиться использовать пакеты прикладных программ для расчёта оптических лазерных систем различного назначения.

Знания, приобретенные студентом при освоении данной дисциплины, необходимы для успешного завершения обучения в рамках образовательной программы.

### 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;	Код и наименование индикатора достижения
--	---------------------------	--	--

		<b>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>профессиональной компетенции</b>
научно-исследовательской			
Анализ поставленной задачи исследований в области лазерной техники и лазерных технологий;- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, разработка программ и их отдельных блоков, отладка и настройка для решения задач лазерной техники и лазерных технологий; проведение экспериментальных исследований взаимодействия лазерного излучения с веществом; проведение измерений по заданным методикам с выбором технических средств и обработкой результатов; составление описаний проводимых исследований и разрабатываемых проектов; осуществление наладки, настройки, юстировки и опытной проверки лазерных приборов и лазерных технологических систем;	процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом, включая биологические объекты; лазерные приборы, системы и технологии различного назначения; процессы генерации, усиления, модуляции, распространения и детектирования лазерного излучения; программное обеспечение и компьютерное моделирование в лазерной технике и лазерных технологиях.	ПК-2 [1] - Способен к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004, 40.011	З-ПК-2[1] - Знать основы электротехники и электроники, основы теории сигналов, основные физические методы измерений и исследований в области профессиональной деятельности.; У-ПК-2[1] - Уметь выбирать и использовать соответствующие ресурсы и оборудование для проведения исследований и измерений ; В-ПК-2[1] - Владеть методами и приемами исследований, а также навыками измерений по заданной методике в области профессиональной деятельности
Анализ поставленной задачи исследований в области лазерной техники и лазерных технологий;-	процессы взаимодействия лазерного излучения с веществом,	ПК-2.1 [1] - Способен применять основы физической оптики, теории интерференции, дифракции, временной	З-ПК-2.1[1] - Знать: основы физической оптики, теории интерференции, дифракции,

<p>математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, разработка программ и их отдельных блоков, отладка и настройка для решения задач лазерной техники и лазерных технологий; проведение экспериментальных исследований взаимодействия лазерного излучения с веществом; проведение измерений по заданным методикам с выбором технических средств и обработкой результатов; составление описаний проводимых исследований и разрабатываемых проектов; осуществление наладки, настройки, юстировки и опытной проверки лазерных приборов и лазерных технологических систем;</p>	<p>включая биологические объекты; лазерные приборы, системы и технологии различного назначения; процессы генерации, усиления, модуляции, распространения и детектирования лазерного излучения; программное обеспечение и компьютерное моделирование в лазерной технике и лазерных технологиях.</p>	<p>и пространственной когерентности, использовать знания о закономерностях распространения световых пучков в вакууме и сплошных средах, об оптических свойствах сплошных сред, о спектральном составе и пространственных конфигурациях поля в оптических резонаторах;</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>временной и пространственной когерентности, закономерностях распространения световых пучков в вакууме и сплошных средах, оптические свойства сплошных сред, основы теории оптических резонаторов; У-ПК-2.1[1] - Уметь: использовать знания о закономерностях распространения световых пучков в вакууме и сплошных средах, об оптических свойствах сплошных сред, о спектральном составе и пространственных конфигурациях поля в оптических резонаторах в области профессиональной деятельности ; В-ПК-2.1[1] - Владеть: методами расчета картин интерференции, дифракции, степени временной и пространственной когерентности, распространения световых пучков в вакууме и сплошных средах, спектрального состава и пространственной конфигурации поля в оптических резонаторах</p>
<p>проектно-конструкторский</p>			
<p>Анализ поставленной проектной задачи в области лазерной техники и лазерных технологий; участие в разработке</p>	<p>разработка лазерных приборов, систем и технологий различного назначения;</p>	<p>ПК-2.7 [1] - Способен применять методы конструирования оптических систем с использованием лазеров, оптических</p>	<p>З-ПК-2.7[1] - Знать: методы конструирования оптических систем с использованием лазеров, оптических</p>

<p>функциональных и структурных схем на уровне узлов и элементов лазерных систем и технологий по заданным техническим требованиям; расчет, проектирование и конструирование в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов лазерных систем и технологий на схемотехническом и элементном уровнях; разработка и составление отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы; участие в монтаже, сборке (юстировке), испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов лазерной техники и отработке элементов и этапов процессов лазерных технологий</p>	<p>элементная база лазерной техники, технологий, систем управления и транспорта лазерного излучения</p>	<p>элементов и узлов, проводить эскизное и предэскизное проектирование лазерных установок, а также планировать эксперименты в области лазерной физики и лазерных технологий ;</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004</p>	<p>элементов и узлов; У-ПК-2.7[1] - Уметь: проводить эскизное и предэскизное проектирование лазерных установок, планировать эксперименты в области лазерной физики и лазерных технологий; В-ПК-2.7[1] - Владеть: навыками конструирования оптических систем с использованием лазеров, оптических элементов и узлов; эскизного и предэскизного проектирования лазерных установок</p>
---	---	--	---

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
<i>8 Семестр</i>							
1	Первый раздел	1-8	0/0/24		25	КИ-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-2.7, У-ПК-2.7, В-ПК-2.7
2	Второй раздел	9-11	0/0/12		25	КИ-12	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-2.7, У-ПК-2.7, В-ПК-

							2.7
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		0/0/36		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 8 Семестр</b>				50	3	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.1, У-ПК-2.1, В-ПК-2.1, 3-ПК-2.7, У-ПК-2.7, В-ПК-2.7

\* – 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>8 Семестр</i>	0	0	36
<b>1-8</b>	<b>Первый раздел</b>	0	0	24
1 - 4	<b>Использование расчетного аппарата в среде MATLAB.</b> Использование расчетного аппарата в среде MATLAB.	Всего аудиторных часов		
		0	0	12
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	<b>Решение сложных математических задач в среде MATLAB.</b> Решение сложных математических задач в среде MATLAB.	Всего аудиторных часов		
		0	0	12
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-11</b>	<b>Второй раздел</b>	0	0	12

9 - 10	<b>Анализ и обработка изображений в среде программирования MATLAB.</b> Анализ и обработка изображений в среде программирования MATLAB.	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		Онлайн		
11	<b>Решение проблем распространения монохроматических световых волн в среде программирования MATLAB</b> Решение проблем распространения монохроматических световых волн в среде программирования MATLAB.	Всего аудиторных часов		
		0	0	6
		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

#### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>8 Семестр</i>
1 - 4	<b>Использование расчетного аппарата в среде MATLAB.</b> Использование расчетного аппарата в среде MATLAB.
5 - 8	<b>Решение сложных математических задач в среде MATLAB..</b> Решение сложных математических задач в среде MATLAB.
9 - 10	<b>Анализ и обработка изображений в среде программирования MATLAB.</b> Анализ и обработка изображений в среде программирования MATLAB.
11	<b>Решение проблем распространения монохроматических световых волн в среде программирования MATLAB</b> Решение проблем распространения монохроматических световых волн в среде программирования MATLAB

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

По направлению подготовки предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных презентации, разбор конкретных задач) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов. Часть занятий проводится в интерактивной форме.



## 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-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-12
ПК-2.1	З-ПК-2.1	З, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-2.1	З, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-2.1	З, КИ-8, КИ-12
ПК-2.7	З-ПК-2.7	З, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-2.7	З, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-2.7	З, КИ-8, КИ-12

### 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	3 – «удовлетворительно»	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
60-64			

			изложении программного материала.
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 К81 Practical course on MatLab for foreign students : , Moscow: National Research Nuclear University MEPHI, 2018
2. ЭИ П 60 Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ О-97 Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2021
4. ЭИ Д 79 Теория и преобразование сигналов в оптических системах : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. ЭИ З-18 Теория оптических систем : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
6. 53 С34 Общий курс физики Т.4 Оптика, , Москва: Физматлит;МФТИ, 2013
7. 621.37 Г44 Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов, В. Г. Гетманов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 535 С16 Оптика и фотоника. Принципы и применения Т.2 , Долгопрудный: Интеллект, 2012
2. 004 Г65 Цифровая обработка изображений : , : Техносфера, 2006
3. 004 С32 Цифровая обработка сигналов : учебное пособие для вузов, Санкт-Петербург: БХВ - Петербург, 2011
4. 519 П39 Вычислительные методы. Теория и практика в среде MATLAB: курс лекций : учебное пособие для вузов, К. Э. Плохотников, Москва: Горячая линия-Телеком, 2009
5. 004 П64 Вычисления в среде MATLAB : , Потемкин В.Г., М.: Диалог-МИФИ, 2004

## 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**

При изучении курса «Практикум по компьютерному моделированию лазерных систем» необходимо твердо усвоить наиболее важные особенности среды программирования MATLAB и знать круг задач, решаемых с её помощью. Необходимо иметь чёткое представление о назначении и общих характеристиках всех программных окон среды.

Следует усвоить основы арифметических, алгебраических, символьных числений в среде MATLAB, операции с матрицами. Необходимо понимать возможности по графическому отображению данных в среде MATLAB, построению одномерных, двумерных и трёхмерных графиков.

Необходимо иметь представление о создании функций и m-файлов. Следует знать особенности создания циклов различного типа в среде MATLAB.

Необходимо уметь работать с программными пакетами Image Processing Toolbox и Fitting Curve Toolbox среды MATLAB. Нужно знать особенности расчёта фурье-спектра сигналов, изображений и световых распределений. Необходимо уметь находить приближение данных по различным параметрическим моделям.

Необходимо знать и уметь проводить моделирование распространения когерентного излучения в зонах дифракции Френеля и Фраунгофера, в фурье-плоскости. Необходимо применять эти знания для моделирования записи цифровых голограмм Френеля и Фурье.

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

Данный курс направлен на решение следующих задач. Необходимо познакомить с основами и особенностями программирования в среде MATLAB. Нужно научить решать практические задачи в областях обработки сигналов, изображений и световых распределений, моделирования и расчёта распространения когерентного излучения.

В курсе изучаются основы программирования в среде MATLAB с использованием алгебраических, арифметических, символьных вычислений. Исследуются особенности работы с массивами, построение графиков, создание функций. Изучаются основные операции по обработке сигналов, изображений, световых распределений, в том числе частотная фильтрация и нахождение фурье-образа. Исследуются особенности расчёта распространения когерентного

излучения в среде MATLAB и возможности по его моделированию в различных зонах дифракции.

Автор(ы):

Краснов Виталий Вячеславович, к.ф.-м.н., доцент

Черёмхин Павел Аркадьевич, к.ф.-м.н., доцент

Евтихий Николай Николаевич, д.ф.-м.н., профессор