

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/08-577

от 29.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИКЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА

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, экз./зач./КР/КП
7	2	72	0	0	32		40	0	3
Итого	2	72	0	0	32	16	40	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе даётся навык использования компьютерной техники в современной научной деятельности физика.

В первой части курса даются необходимые сведения из численных методов. Значительное внимание уделено стандартным приёмам, зарекомендовавшим себя при решении основных типов расчётных физических задач. Приводятся примеры из современных работ в области физики твёрдого тела и конденсированного состояния вещества.

Слушатели знакомятся с различием символьного и численного подходов к компьютерному решению физических задач. Отмечаются приёмы, позволяющие ускорить получение ответа или повысить гарантию правильного результата, не отвлекаясь от физического содержания..

Снимается «боязнь» перед сложными вычислениями, на примере простых наглядных задач из параллельно идущих курсов (физика твёрдого тела, наносистемы, фотоника). Разъясняются открывающиеся возможности. Демонстрируется уровень производительности современных вычислительных комплексов.

Вторая часть курса посвящена представлению результатов в системе подготовки документов LaTeX. Даются необходимые знания по разметке и структуре документа LaTeX. Главы, параграфы, библиография и ссылки внутри документа. Математические формулы и специальные символы. Стандартные стили оформления. Разбирается подготовка иллюстраций и работа с типами документов PostScript, PDF, DVI.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Показать возможности современных вычислительных комплексов в применении к задачам специальности (физика твёрдого тела, фотоника, наносистемы). Снять «боязнь» перед сложными вычислениями. Научить стандартным подходам, помогающим при решении типичных расчётных задач. Дать навыки представления результатов в виде научных отчётов и статей

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина идёт параллельно курсам специализации. Демонстрируется решение сложных задач при помощи численных компьютерных подходов, даются необходимые приёмы и подходы, оказывается необходимая помощь и консультации.

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-исследовательский			
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	З-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 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-6 [1] - способен проводить поверку, наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки приборной техники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.018	З-ПК-6[1] - Знать общие принципы, правила и методы поверки, наладки и регулировки оборудования, настройки программных средств ; У-ПК-6[1] - Уметь подготавливать испытательное оборудование и измерительную аппаратуру, выбрать метод поверки, наладки и регулировки оборудования, настройки

			программных средств ; В-ПК-6[1] - Владеть навыками тестирования оборудования, настройки программных средств
--	--	--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (В20)	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. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических 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.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.

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>7 Семестр</i>							
1	Раздел 1. Математическое моделирование	1.	1-8	0/0/16		25	КИ-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
2	Раздел 2. Профессиональное представление результатов исследований	2.	9-16	0/0/16		25	КИ-16	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6
	<i>Итого за 7 Семестр</i>			0/0/32		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр					50	3	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2,

							З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-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
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	0	0	32
1-8	Раздел 1. Математическое моделирование	0	0	16
1	Введение Роль компьютерных методов в современной физике. Достижения и возможности вычислительного подхода в современной физике. Существующие подходы к численному решению физических задач: символьный, численный, программирование на классическом языке программирования, готовые пакеты. Известные математические пакеты. Проводится краткий опрос для определения уровня подготовки студентов.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
2	Математический пакет Matlab Matlab и свободные аналоги (FreeMat, Octave). Особенности и преимущества для физика-исследователя. Другие математические пакеты. Синтаксис языка. Структура программы в виде m-файлов. Построение графиков и анимация. Практика с простейшими программами.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
3	Классические численные методы Интерполяция, аппроксимация, матричные операции, системы линейных уравнений. Метод бисекции для решения нелинейных уравнений. Доступные функции в математических пакетах. Системы символьных вычислений.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	Физическое моделирование Численное интегрирование и решение дифференциальных уравнений. Разностные схемы. Молекулярная динамика. Решение уравнения Шрёдингера. Задачи на собственные значения. Распределение по индивидуальным задачам.	Всего аудиторных часов		
		0	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	Продвинутые численные методы Метод Монте-Карло. Метод случайных блужданий. Поиск глобального минимума. Методы случайных блужданий и	Всего аудиторных часов		
		0	0	4
		Онлайн		

	градиентного спуска. Проблема выбора начального приближения. Устойчивость решений.	0	0	0
8	Высокопроизводительные вычисления в современной физике. Метод функционала плотности и квантовая химия.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Раздел 2. Профессиональное представление результатов исследований	0	0	16
9	Издательская система LaTeX Решаемые задачи, история создания и современное состояние. Синтаксис языка, существующие программные реализации. Первые примеры кода.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
10	Структура документа LaTeX Оглавление, формулы, графики, библиография. Автоматическая нумерация. Разделение содержания и оформления. Стандартные стилевые пакеты. Поддержка русского языка. Процесс компиляции в PDF и DVI. Использование для оформления отчета по НИР и пояснительной записки в ВКР. Стилль ГОСТ 7.32-2001.	Всего аудиторных часов		
		0	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	Графика Векторная графика и рекомендуемые форматы файлов. Рекомендуемые программные пакеты. GNUplot. Графические возможности LaTeX: пакет TikZ.	Всего аудиторных часов		
		0	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	Продвинутые механизмы LaTeX BibTeX. Определение собственных команд. Разделение исходного кода на несколько файлов.	Всего аудиторных часов		
		0	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	Что кроме отчетов и статей? Оформление плакатов и презентаций к докладу. Пакеты Beamer, a0poster, baposter.	Всего аудиторных часов		
		0	0	4
		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>7 Семестр</i>
1 - 8	Matlab Темы лабораторных работ:

	1. Знакомство с Matlab. Синтаксис языка, простейшие программы. Графика и анимация. 2. Численные методы в Matlab. Самостоятельная реализация численного метода и сравнение с встроенным функционалом. 3. Физическое моделирование: решение уравнений движения. 4. Физическое моделирование: энергетический спектр полупроводниковой гетероструктуры 5. Задача оптимизации: поиск локального минимума методом случайных блужданий
9 - 16	LaTeX Темы лабораторных работ: 6. Знакомство с LaTeX. Синтаксис языка, примеры кода. Создание первого документа. 7. Структура документа LaTeX. Стилиевые пакеты, оглавление, формулы, библиография 8. Графический пакет Gnuplot. Синтаксис команд, основные возможности. Построение графиков для своей индивидуальной задачи. 9. Презентации и плакаты в LaTeX. Пакеты Beamer, Vaposter.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Работа в компьютерном классе - решение стандартных задач и выполнение индивидуального задания.

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-16
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-6	З-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-6	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	Оценка	Требования к уровню освоению
--------------	----------------	--------	------------------------------

	балльной шкале	ECTS	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 твердо 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 изложении программного материала.
60-64			
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 К 73 LaTeX: руководство для начинающих : , Коттвиц Ш., Москва: ДМК Пресс, 2022
2. 519 ПЗ9 Вычислительные методы. Теория и практика в среде MATLAB: курс лекций : учебное пособие для вузов, Плохотников К.Э., Москва: Горячая линия-Телеком, 2009
3. ЭИ П 60 Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : , Поршнев С. В., Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. ЭИ К 78 Компьютерный практикум в среде matlab : учебное пособие для вузов, Красавин А. В., Москва: Юрайт, 2021
5. ЭИ К 89 Основы LATEX : учеб. пособие, Кузнецов А.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2021
6. ЭИ А 16 Основы теории металлов : учебное пособие, Абрикосов А. А., Москва: Физматлит, 2010

7. 519 К59 Примеры решения задач математического моделирования : учебно-методическое пособие, Козин Р.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

8. ЭИ Ш 18 Физика полупроводников : учебное пособие, Шалимова К. В., Санкт-Петербург: Лань, 2022

9. 519 Р28 Численные методы : компьютерный практикум, Рашиков В.И., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

10. 519 Б30 Численные методы : учебное пособие для вузов, Жидков Н.П., Кобельков Г.М., Бахвалов Н.С., Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2015

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 538.9 Ш73 Введение в физику сверхпроводников : , Шмидт В.В., Москва: МЦНМО, 2000

2. 539.2 К45 Введение в физику твердого тела : , Киттель Ч., М.: МедиаСтар, 2006

3. 53 Л22 Теоретическая физика Т.5 Статистическая физика. Ч.1, Ландау Л.Д., Москва: Физматлит, 2005

4. 537 Б81 Физика полупроводников : Учеб. пособие для вузов, Калашников С.Г., Бонч-Бруевич В.Л., М.: Наука, 1990

5. 537 Б81 Физика полупроводников : Учеб. пособие для вузов, Калашников С.Г., Бонч-Бруевич В.Л., М.: Наука, 1977

6. 539.2 А98 Физика твердого тела Т.1 , Ашкрофт Н. , М.: Мир, 1979

7. 539.2 А98 Физика твердого тела Т.2 , Ашкрофт Н. , М.: Мир, 1979

8. 536 К31 Численные методы квантовой статистики : , Красавин А.В., Кашурников В.А., Москва: Физматлит, 2010

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Freemat (<http://freemat.sourceforge.net>)

2. Компилятор Fortran (<http://gcc.gnu.org/wiki/GFortran>)

3. математический пакет Maxima (<http://maxima.sourceforge.org>)

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. сайт кафедры №70 НИЯУ МИФИ (<http://kaf70.mephi.ru/>)

2. сайт Американского физического общества (<http://www.aps.org>)

3. сайт издательства Elsevier ()

4. ОС Windows: пакеты MikTeX (<http://www.miktex.org>)

5. LaTeX – A document preparation system (<http://www.latex-project.org/>)

6. Пакет TexLive (<https://tug.org/texlive/>)

<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

Для успешного освоения материала рекомендуется активно работать с самого начала занятий. Изучать необходимую дополнительную литературу, задавать вопросы, предлагать свои варианты решения, находить примеры в сети "интернет".

Рекомендуется найти корреляции между изучаемым материалом и вашей индивидуальной задачей НИР, или даже обсудить со своим научным руководителем возможность выделения части исследования в форму численного моделирования, которые можно провести во время занятий по практикуму с получением необходимых консультаций и коллективных обсуждений на занятиях.

На занятиях используется Matlab (и его свободные версии: Freemat, Octave), но допускается использовать и другие пакеты и языки программирования, если у вас имеется соответствующий опыт. Рекомендуется активно использовать встроенную систему помощи и готовые примеры кода.

Для работы с издательской системой LaTeX можно использовать как стандартные пакеты (MikTeX, TexLive), так и онлайн-варианты (Overleaf и подобные).

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Данная дисциплина идёт параллельно другим курсам специализации студентов, поэтому стоит обращать внимание на возможную связь с изучаемыми там темами, давать примеры компьютерных методов исследования для этих задач,

На занятиях используется Matlab (и его свободные версии: Freemat, Octave), но допускается использовать и другие пакеты и языки программирования, если студенты уже имеют свой привычный сложившийся набор инструментов. Рекомендуется активно использовать встроенную систему помощи и готовые примеры кода.

Для работы с издательской системой LaTeX можно использовать как стандартные пакеты (MikTeX, TexLive), так и онлайн-варианты (Overleaf и подобные).

Автор(ы):

Карцев Петр Федорович, к.ф.-м.н.

Глазунова Валентина Петровна