

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 2

от 26.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ: МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

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	2-3	72- 108	16	16	0	13-40	0	Э
Итого	2-3	72- 108	16	16	0	16	13-40	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
ОПК-2 [1] – Способен самостоятельно проводить	З-ОПК-2 [1] – Знание типовых методов физических измерений
экспериментальные исследования и	У-ОПК-2 [1] – Умение анализировать и обрабатывать

<p>использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p>данные физического эксперимента и представлять их в ясной и удобной форме. В-ОПК-2 [1] – Владение навыками обращения с типовыми приборами для электронно-физических и электротехнических измерений</p>
<p>ОПК-4 [1] – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>З-ОПК-4 [1] – Знать принципы функционирования современных ЭВМ, операционных систем и основного программного обеспечения в объеме, необходимом для решения задач профессиональной деятельности в области электроники и нанoeлектроники У-ОПК-4 [1] – Уметь использовать современные программные инструменты, в том числе веб-технологии и приложения для своевременного получения актуальной информации и выполнения прикладных задач в своей профессиональной области В-ОПК-4 [1] – Владеть современными средствами компьютерного моделирования, проектирования, верстки и визуализации данных в объеме, необходимом для успешного решения профессиональных задач в области электроники и нанoeлектроники</p>
<p>ОПК-5 [1] – Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</p>	<p>З-ОПК-5 [1] – Знать основы программирования, в том числе принципы построения эффективных и надежных алгоритмов в объеме, необходимом для успешного решения профессиональных задач в области электроники и нанoeлектроники У-ОПК-5 [1] – Уметь выбирать наиболее подходящий язык программирования и/или среду разработки для реализации алгоритмов, необходимых для моделирования, проектирования и/или визуализации данных в области электроники и нанoeлектроники В-ОПК-5 [1] – Владеть основами языков программирования, позволяющих на современном уровне создавать программные продукты для выполнения практических задач в профессиональной области</p>
<p>УКЦ-3 [1] – Способен ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций</p>	<p>З-УКЦ-3 [1] – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств У-УКЦ-3 [1] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств В-УКЦ-3 [1] – Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств</p>

--	--

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

<b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
научно-исследовательский			
<p>математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования; участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятий</p>	<p>электронные приборы, устройства, установки, методы их исследования, математические модели</p>	<p>ПК-1 [1] - Способен применять простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033, 40.011</p>	<p>З-ПК-1[1] - Знание физических и математических моделей типовых приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники. ; У-ПК-1[1] - Умение применять физические и математические модели устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения; В-ПК-1[1] - Владение стандартными программными средствами компьютерного моделирования устройств и установок электроники и нанoeлектроники</p>
<p>анализ научно-технической информации, отечественного и</p>	<p>электронные приборы, устройства, установки, методы</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен анализировать и систематизировать результаты</p>	<p>З-ПК-3[1] - Знание законов статистической физики;</p>

<p>зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования; участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; подготовка и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах; организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятий</p>	<p>их исследования, математические модели</p>	<p>исследований, определять степень достоверности результатов экспериментальных исследований, сопоставлять полученные результаты с мировым уровнем, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций, баз данных</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.001, 24.033, 40.011</p>	<p>У-ПК-3[1] - Умение находить научную информацию в базах данных, выполнять её анализ и систематизацию, представлять результаты своих исследований в виде докладов, отчетов и публикаций.; В-ПК-3[1] - Владение методами обработки результатов измерений</p>
--	---	---	--

#### 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 (B20)	<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. 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 компетентными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (B23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирование 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/ 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	Раздел 1. Математическое моделирование	1-8	8/8/0		25	КИ-8	З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3,

							В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3
2	Раздел 2. Профессиональное представление результатов исследований	9-16	8/8/0		25	КИ-16	У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-

							ОПК-4, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/16/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>				50	Э	3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ОПК-5, У-ОПК-5, В-ОПК-5, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-

							ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-УКЦ-3, У-УКЦ-3, В-УКЦ-3
--	--	--	--	--	--	--	--

\* – 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
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	16	16	0
<b>1-8</b>	<b>Раздел 1. Математическое моделирование</b>	8	8	0
1	<b>Введение</b> 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		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	<b>Математический пакет Matlab</b> Matlab и свободные аналоги (FreeMat, Octave).	Всего аудиторных часов		
		1	1	0

	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.	Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Классические численные методы</b> 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	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	<b>Физическое моделирование</b> Численное интегрирование и решение дифференциальных уравнений. Разностные схемы. Молекулярная динамика. Решение уравнения Шрёдингера. Задачи на собственные значения. Распределение по индивидуальным задачам.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	<b>Продвинутое численные методы</b> Метод Монте-Карло. Метод случайных блужданий. Поиск глобального минимума. Методы случайных блужданий и градиентного спуска. Проблема выбора начального приближения. Устойчивость решений.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>Высокопроизводительные вычисления в современной физике.</b> Метод функционала плотности и квантовая химия.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	<b>Раздел 2. Профессиональное представление результатов исследований</b>	8	8	0
9	<b>Издательская система LaTeX</b> Решаемые задачи, история создания и современное состояние. Синтаксис языка, существующие программные реализации. Первые примеры кода.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	<b>Структура документа LaTeX</b> 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. Стиль ГОСТ 7.32-2001.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	<b>Графика</b> Векторная графика и рекомендуемые форматы файлов. Рекомендуемые программные пакеты. GNUplot. Графические возможности LaTeX: пакет TikZ.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	<b>Продвинутое механизмы LaTeX</b> BibTeX. Определение собственных команд. Разделение исходного кода на несколько файлов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15 - 16	<b>Что кроме отчетов и статей?</b> Оформление плакатов и презентаций к докладу. Пакеты Beamer, a0poster, baposter.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
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

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:

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы освоения</b>	<b>Аттестационное мероприятие (КП 1)</b>
ОПК-2	З-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-16
ОПК-4	З-ОПК-4	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ОПК-4	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ОПК-4	Э, КИ-8, КИ-16
ОПК-5	З-ОПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ОПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ОПК-5	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
УКЦ-3	З-УКЦ-3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-УКЦ-3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-УКЦ-3	Э, 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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	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 – <i>«удовлетворительно»</i>	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 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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 : , Москва: ДМК Пресс, 2022

2. ЭИ П 60 Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ К 78 Компьютерный практикум в среде matlab : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2021
4. ЭИ К 89 Основы LATEX : учеб. пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2021
5. ЭИ А 16 Основы теории металлов : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2010
6. 519 К59 Примеры решения задач математического моделирования : учебно-методическое пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
7. ЭИ Ш 18 Физика полупроводников : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
8. 519 Б30 Численные методы : учебное пособие для вузов, Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2015
9. 519 Р28 Численные методы : компьютерный практикум, В. И. Ращиков, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
10. 519 П39 Вычислительные методы. Теория и практика в среде MATLAB: курс лекций : учебное пособие для вузов, К. Э. Плохотников, Москва: Горячая линия-Телеком, 2009

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 Л22 Теоретическая физика Т.5 Статистическая физика. Ч.1, , Москва: Физматлит, 2005
2. 539.2 А98 Физика твердого тела Т.1 , , М.: Мир, 1979
3. 539.2 А98 Физика твердого тела Т.2 , , М.: Мир, 1979
4. 537 Б81 Физика полупроводников : Учеб. пособие для вузов, Бонч-Бруевич В.Л.,Калашников С.Г., М.: Наука, 1990
5. 537 Б81 Физика полупроводников : Учеб. пособие для вузов, Бонч-Бруевич В.Л.,Калашников С.Г., М.: Наука, 1977
6. 536 К31 Численные методы квантовой статистики : , В. А. Кашурников, А. В. Красавин, Москва: Физматлит, 2010
7. 539.2 К45 Введение в физику твердого тела : , Ч. Киттель , М.: МедиаСтар, 2006
8. 538.9 Ш73 Введение в физику сверхпроводников : , Шмидт В.В., Москва: МЦНМО, 2000

#### 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