

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МЕТРОЛОГИИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 03.03.01 Прикладные математика и физика

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
6	2	72	30	30	0		12	0	3
Итого	2	72	30	30	0	0	12	0	

АННОТАЦИЯ

Целями освоения учебной дисциплины является ознакомление студентов с современными способами применения методов компьютерного моделирования для исследования физических систем на основе языка программирования Python. Курс содержит краткое ознакомление с особенностями программирования на языке Python. В курсе рассматривается ряд физических задач с описанием сути проблемы, изложением алгоритмов ее решения на языке программирования Python. Рассмотренные задачи относятся к областям статистической физики, физики конденсированных систем, физики фракталов и перколяционных явлений.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины является ознакомление студентов с современными способами применения методов компьютерного моделирования для исследования физических систем на основе языка программирования Python.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс подразумевает знание основ программирования, а также основы квантовой физики, механики, физики конденсированного состояния вещества.

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			
Разработка перспективных методов и технологий глобальных навигационных спутниковых систем(ГНСС), мониторинг	Научно-исследовательский процесс по развитию ГНСС и их ФД с использованием квантовых вычислительных систем и анализа данных	ПК-1.2 [1] - Способен использовать современные теоретические представления описания взаимодействий атомов и электронных оболочек в кристалле, термодинамических,	З-ПК-1.2[1] - Знать основные понятия и законы атомной физики, термодинамики, оптики, физики взаимодействия лазерного излучения с веществом,

<p>навигационных полей ГНСС и их функциональных дополнений (ФД)</p>		<p>оптических, магнитных и электрофизических свойств твердых тел, распространения лазерного излучения в нелинейных и диспергирующих средах; физических основ взаимодействия лазерного излучения с веществами, а также представлять возможности основных экспериментальных методов в физике конденсированного состояния вещества и лазерной физике</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 25.049</p>	<p>основные модели, используемые для изучения и оценки параметров и характеристик исследуемых физических объектов; У-ПК-1.2[1] - Уметь использовать основные законы атомной физики, термодинамики, оптики, физики взаимодействия лазерного излучения с веществом, основные модели, используемые для изучения и оценки параметров и характеристик исследуемых физических объектов; В-ПК-1.2[1] - Владеть методами описания взаимодействий атомов и электронных оболочек в кристалле, термодинамических, оптических, магнитных и электрофизических свойств твердых тел, распространения лазерного излучения в нелинейных и диспергирующих средах; физических основ взаимодействия лазерного излучения с веществами, а также основными экспериментальными методами в физике конденсированного состояния вещества и</p>
---	--	--	---

<p>Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований. участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок;</p>	<p>Деятельность по разработке материалов, покрытий, приборов</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен выбирать и применять необходимое оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 25.035, 25.049, 40.011</p>	<p>лазерной физике З-ПК-2[1] - Знать современное оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области. ; У-ПК-2[1] - Уметь критически оценивать, выбирать оборудования, инструментов и методов исследований в избранной предметной области ; В-ПК-2[1] - Владеть навыками выбора и применения оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области.</p>
<p>Проведение научных и аналитических исследований по отдельным разделам (этапам, заданиям) темы (проекта) в</p>	<p>Деятельность по разработке материалов, покрытий, приборов.</p>	<p>ПК-14.2 [1] - Способен проводить научные исследования в области физики конденсированного состояния вещества с</p>	<p>З-ПК-14.2[1] - знать основные современные достижения физики твердого тела и возможности</p>

<p>рамках предметной области по профилю специализации в соответствии с утвержденными планами и методиками исследований. участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации; участие в создании новых методов и технических средств исследований и новых разработок, участие во внедрении результатов исследований и разработок.</p>		<p>целью разработки полупроводниковых, сверхпроводниковых, тонкопленочных и наноструктурированных материалов, сверхпроводящих устройств и оптоэлектронных приборов; в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий; в области лазерной физики с целью создания новых эталонов, методик ведения измерений и средств измерений с их последующей аттестацией и вводом в реестр средств измерений для нужд нанометрологии</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 25.049</p>	<p>современной экспериментальной техники; основы физической оптики, теорию интерференции, дифракции, основы атомной и молекулярной спектроскопии; способы и методы создания новых эталонов.; У-ПК-14.2[1] - уметь построить математическую модель явления, рассчитать схему эксперимента, провести оценки параметров материалов, выбрать необходимые материалы и методики для решения конкретных задач с учетом дальнейшего применения в сфере научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области физики конденсированного состояния вещества и средств измерений.; В-ПК-14.2[1] - владеть основами спектроскопии атомов и молекул, методиками ведения измерений и средств измерений; методами получения, анализа и описания параметров и характеристик процессов в экспериментальных установках физики твердого тела и</p>
---	--	---	--

			лазерной физики.
конструкторско-технологический			
участие в разработке новых алгоритмов и компьютерных программ для научно-исследовательских и прикладных целей	модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства	ПК-7 [1] - Способен к разработке прикладного программного обеспечения для проведения научных исследований <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 25.042, 29.004, 40.008, 40.011	З-ПК-7[1] - Знать текущее положение современных научных достижений, современные методы и алгоритмы для разработки и адаптации прикладного программного обеспечения для проведения научных исследований. ; У-ПК-7[1] - Уметь применять современные методы и алгоритмы для разработки наукоемкого программного обеспечения.; В-ПК-7[1] - Владеть навыками разработки и адаптации прикладного программного обеспечения для проведения научных исследований.
		ПК-9 [1] - Способен к математическому и компьютерному моделированию объектов, систем, процессов и явлений в избранной предметной области <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001, 40.011	
экспертно-аналитический			
участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и	модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного	ПК-10 [1] - Способен к аналитической и количественной оценке процессов в природе, технике и обществе и к выбору на их основе путей решения	З-ПК-10[1] - Знать основные методики, цели и задачи построения аналитических и количественных моделей процессов в

<p>компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов</p>	<p>моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства</p>	<p>теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.022, 26.003, 40.008, 40.011</p>	<p>природе, технике и обществе. ; У-ПК-10[1] - Уметь строить аналитические и количественные модели процессов в природе, технике и обществе и выбирать на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера. ; В-ПК-10[1] - Владеть навыками построения аналитических и количественных моделей процессов в природе, технике и обществе и выбора на их основе путей решения теоретических и практических проблем природного, экологического, технико-технологического характера</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)	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

		<p>трудоу 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 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.</p>
--	--	--

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>6 Семестр</i>						
1	Тема 1	1-8	16/16/0		25	КИ-8	З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9,

							3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-14.2, У-ПК-14.2, В-ПК-14.2, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
2	Тема 2	9-15	14/14/0		25	КИ-15	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-9, У-ПК-9,

							В-ПК-9, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-14.2, У-ПК-14.2, В-ПК-14.2, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	3	3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-

							ПК-9, 3-ПК- 10, У- ПК- 10, В- ПК- 10, 3-ПК- 14.2, У- ПК- 14.2, В- ПК- 14.2
--	--	--	--	--	--	--	--

* – 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

Неделя	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	30	30	0
1-8	Тема 1	16	16	0
1 - 8	Тема 1 Использование языка программирования Python для компьютерного моделирования физических систем. Вычисление числа Пи. Вычисление квадратного корня вавилонским методом. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Построение эквипотенциальных линий для распределения электрических зарядов. Определение периода генератора случайных чисел. Колебания в цепочке связанных осцилляторов. Волна в канале. Множества Жюлиа и Мандельброта. Кривая Коха. Детерминистические фракталы.	Всего аудиторных часов		
		16	16	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Тема 2	14	14	0
9 - 15	Тема 2 Модели стохастического роста. Агрегация, контролируемая диффузией. Имитация роста шероховатых поверхностей. Случайные блуждания и движение	Всего аудиторных часов		
		14	14	0
		Онлайн		
		0	0	0

	броуновской частицы. Движение планет. Алгоритмы кластерного анализа. Фазовые переходы в магнитных материалах, модель Изинга. Нахождение глобального минимума, метод модельного отжига. Расчет электропроводности композиционных систем. Простейшие модели электрического пробоя. Модели самоорганизованной критичности.			
--	---	--	--	--

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки, данный курс реализует компетентностный подход и предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

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-1.2	З-ПК-1.2	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1.2	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1.2	З, КИ-8, КИ-15
ПК-10	З-ПК-10	З, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-10	З, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-10	З, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-15

	У-ПК-2	3, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	3, КИ-8, КИ-15
ПК-7	3-ПК-7	3, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-7	3, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-7	3, КИ-8, КИ-15
ПК-9	3-ПК-9	3, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9	3, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9	3, КИ-8, КИ-15
ПК-14.2	3-ПК-14.2	3, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-14.2	3, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-14.2	3, КИ-8, КИ-15

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 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 L24 A Primer on Scientific Programming with Python : , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2016
2. ЭИ Р 28 Python и машинное обучение: крайне необходимое пособие по новейшей предсказательной аналитике, обязательное для более глубокого понимания методологии машинного обучения : , Москва: ДМК Пресс, 2017
3. ЭИ З-67 Основы программирования на языке Python : , Москва: ДМК Пресс, 2018

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

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 данного курса студенту необходимо ознакомиться с современными способами применения методов компьютерного моделирования для исследования физических систем на основе языка программирования Python. Курс содержит краткое ознакомление с особенностями программирования на языке Python. Рассматриваются ряд физических задач с описанием сути проблемы, изложением алгоритмов ее решения на языке программирования Python. Рассмотренные задачи относятся к областям статистической физики, физики конденсированных систем, физики фракталов и перколяционных явлений. Курс подразумевает наличие базовых умений программирования на любом языке.

Текущий контроль представлен следующим видом аттестации:

– Контроль итогов

На выбор преподавателя студенту выдается 1 задание из списка задач. Время на подготовку – 30 минут. В рамках предложенной темы задания, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

Методика проведения оценивания студентов на рубежном контроле основывается на «Контроле итогов» (КИ). В рамках данной методики, оценка в баллах выставляется студенту на основании результатов Текущего контроля отдельно для первой половины семестра и отдельно для второй. Успешное прохождение студентом рубежного контроля отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждого КИ.

К промежуточному контролю допускаются студенты, имеющие по итогам Контроля итогов в сумме не менее 30 баллов. Максимальная оценка на промежуточном контроле составляет 50 баллов.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

При изучении данного курса студенту необходимо ознакомиться с современными способами применения методов компьютерного моделирования для исследования физических систем на основе языка программирования Python. Курс содержит краткое ознакомление с особенностями программирования на языке Python. Рассматриваются ряд физических задач с описанием сути проблемы, изложением алгоритмов ее решения на языке программирования Python. Рассмотренные задачи относятся к областям статистической физики, физики конденсированных систем, физики фракталов и перколяционных явлений. Курс подразумевает наличие базовых умений программирования на любом языке.

Текущий контроль представлен следующим видом аттестации:

– Контроль итогов

На выбор преподавателя студенту выдается 1 задание из списка задач. Время на подготовку – 30 минут. В рамках предложенной темы задания, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

Методика проведения оценивания студентов на рубежном контроле основывается на «Контроле итогов» (КИ). В рамках данной методики, оценка в баллах выставляется студенту на основании результатов Текущего контроля отдельно для первой половины семестра и отдельно для второй. Успешное прохождение студентом рубежного контроля отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждого КИ.

К промежуточному контролю допускаются студенты, имеющие по итогам Контроля итогов в сумме не менее 30 баллов. Максимальная оценка на промежуточном контроле составляет 50 баллов.

Автор(ы):

Васильев Олег Станиславович, к.ф.-м.н.

Рецензент(ы):

Пальчиков В.Г., профессор, д.ф.-м.н.