

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

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИКИ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и 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, экз./зач./КР/КП
1	2	72	32	0	16		24	0	3 , 30
Итого	2	72	32	0	16	0	24	0	

АННОТАЦИЯ

Изучение дисциплины позволит студентам пользоваться современными численными методами для решения естественно-научных задач.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины позволит студентам пользоваться современными численными методами для решения естественно-научных задач.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

К началу курса студенты пройдут все математические дисциплины, необходимые для изучения, а также ряд физических дисциплин, что позволит приводить примеры из разделов механики, электромагнетизма, квантовой механики, статистической физики, астрофизики и космологии.

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 методов регистрации элементарных частиц, измерения количественных характеристик, проверки закономерностей; описание взаимодействия элементарных частиц с веществом, откликов детекторов элементарных частиц; проведение	Исследовательская работа в области физики элементарных частиц и космологии	ПК-5.1 [1] - Способен к научным исследованиям в области физики элементарных частиц и космологии, к самостоятельному решению поставленной задачи с выбором необходимых средств, готовность к самостоятельной формулировке задач	З-ПК-5.1[1] - Знать физику элементарных частиц и космологию; У-ПК-5.1[1] - Уметь проводить экспериментальные и расчетные исследования в области физики элементарных частиц и космологии; В-ПК-5.1[1] - Владеть знаниями в

<p>кинетического анализа процесса, статистического анализа данных; создание математических моделей, описывающих процессы в физике частиц, в ранней Вселенной, космосе; разработка теоретических моделей прохождения излучения через вещество, воздействия ионизирующего, лазерного и электромагнитного излучений на человека и объекты окружающей среды, новых методов в лучевой диагностике и терапии; разработка новых подходов в детектировании излучений, теоретического решения фундаментальных проблем физики частиц и космологии.</p>		<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>области физики элементарных частиц и космологии</p>
<p>разработка методов регистрации элементарных частиц, измерения количественных характеристик, проверки закономерностей; описание взаимодействия элементарных частиц с веществом, откликов детекторов элементарных частиц; проведение кинетического анализа процесса, статистического анализа данных; создание математических моделей, описывающих процессы в физике частиц, в ранней Вселенной, космосе;</p>	<p>Исследовательская работа в области физики элементарных частиц и космологии</p>	<p>ПК-4 [1] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-4[1] - Знать: цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных ; У-ПК-4[1] - Уметь: применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов</p>

разработка теоретических моделей прохождения излучения через вещество, воздействия ионизирующего, лазерного и электромагнитного излучений на человека и объекты окружающей среды, новых методов в лучевой диагностике и терапии; разработка новых подходов в детектировании излучений, теоретического решения фундаментальных проблем физики частиц и космологии.			исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4[1] - Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач
организационно-управленческий			
организация работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений, определение порядка выполнения работ; поиск оптимальных решений с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды; профилактика производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращения экологических нарушений; подготовка заявок на патенты, изобретения и промышленные образцы и оценка стоимости объектов интеллектуальной	Исследовательская работа в области физики элементарных частиц и космологии	ПК-2 [1] - Способен использовать в практической деятельности основные понятия в области интеллектуальной собственности, проводить поиск по источникам патентной информации <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-2[1] - знать основы законодательства в области патентного права и интеллектуальной собственности ; У-ПК-2[1] - уметь использовать патентно-поисковые системы ; В-ПК-2[1] - владеть открытыми электронными патентными ресурсами ИНТЕРНЕТ и патентными ресурсами библиотек

<p>деятельности; организация в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых приборов, их элементов и по разработке проектов стандартов и сертификатов; организация работы по осуществлению авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых приборов и установок; поддержка единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции; участие в проведении маркетинга и подготовка бизнес-планов выпуска и реализации перспективных и конкурентно способных приборов и установок; разработка планов и программ организации инновационной деятельности на предприятии, координация работы персонала для комплексного решения инновационных проблем;</p>			
проектный			
<p>формирование целей проекта (программы) решения задач, критериев и показателей достижения целей, построение структуры</p>	<p>Исследовательская работа в области физики элементарных частиц и космологии</p>	<p>ПК-5 [1] - Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием</p>	<p>3-ПК-5[1] - Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при</p>

их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности; разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проекта; использование информационных технологий при разработке новых установок, материалов и изделий; разработка проектов технических условий, стандартов и технических описаний новых установок, материалов и изделий;		современных информационных технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	моделировании физических процессов и установок ; У-ПК-5[1] - Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок; В-ПК-5[1] - Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок
производственно-технологический			
разработка способов проведения экспериментов по физике высоких энергий, физики нейтрино, по поиску скрытой массы Вселенной; разработка методов регистрации элементарных частиц, основываясь на различных видах процессов взаимодействия элементарных частиц с веществом, используя различные материалы, электронные системы; продумывание полного технологического процесса создания детекторов	Исследовательская работа в области физики элементарных частиц и космологии	ПК-10 [1] - Способен решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-10[1] - Знать основные пакеты прикладных программ для решения инженерно-физических и экономических задач ; У-ПК-10[1] - Уметь осуществлять подбор прикладных программ для решения конкретных инженерно-физических и экономических задач; В-ПК-10[1] - Владеть навыками работы с прикладными программами для решения инженерно-

элементарных частиц, адаптация его к прикладным задачам (медицинская физика, мониторинг атомных станций и др.).			физических и экономических задач
---	--	--	----------------------------------

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	16/0/8		25	СК-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
2	Раздел 2	9-16	16/0/8		25	КИ-15	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		32/0/16		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	3, 30	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5,

							В-ПК-5, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10
--	--	--	--	--	--	--	---

* – 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
СК	Семестровый контроль
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	32	0	16
1-8	Раздел 1	16	0	8
1 - 4	Задача интерполяции Численные методы. Построение моделей. Виды погрешностей. Приближение функций, интерполяция. Интерполяционные полиномы. Определитель Вандермонда. Форма Лагранжа. Разделённые разности. Форма Ньютона. Погрешность интерполяционного полинома. Обусловленность. Полиномы Чебышёва. Чебышёвская сетка. Сплаины. Сплайн Шонберга. Рациональная интерполяция. Среднеквадратичная интерполяция. В-сплайны.	Всего аудиторных часов		
		8	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 8	Численное дифференцирование и интегрирование Численное дифференцирование. Погрешность численного дифференцирования. Численное интегрирование. Квадратурные формулы. Погрешность численного интегрирования.	Всего аудиторных часов		
		8	0	4
		Онлайн		
		0	0	0

	Сгущение сеток Ричардсона. Формулы Гаусса-Кристоффеля. Квазиравномерные сетки. Несобственные интегралы.			
9-16	Раздел 2	16	0	8
9 - 16	Решение уравнений и задача минимизации Разреженные СЛАУ, метод прогонки. Численные методы решения уравнений. Сжимающие отображения. Решение СЛАУ: итерационный метод. Нелинейные уравнения. Итерационные методы: простая итерация, релаксационный метод, метод Ньютона. Поиск экстремумов. Метод золотого сечения. Метод Ньютона. Рельеф функции нескольких переменных. Методы покоординатного и градиентного спуска. Градиентные методы решения решения СЛАУ. Минимизация функционалов: сеточный метод и метод Рунца.	Всего аудиторных часов		
		16	0	8
		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>1 Семестр</i>
1 - 8	Задача интерполяции и численного интегрирования Интерполяционные полиномы. Форма Лагранжа. Форма Ньютона. Погрешность интерполяционного полинома. Чебышёвская сетка. Сплайны. Сплайн Шонберга. Рациональная интерполяция. Среднеквадратичная интерполяция. В-сплайны. Численное интегрирование. Квадратурные формулы. Сгущение сеток Ричардсона. Формулы Гаусса-Кристоффеля. Квазиравномерные сетки. Несобственные интегралы.
9 - 16	Решение уравнений и задача минимизации Нелинейные уравнения. Итерационные методы: простая итерация, релаксационный метод, метод Ньютона. Поиск экстремумов. Метод Ньютона. Методы покоординатного и градиентного спуска. Минимизация функционалов: сеточный метод и метод Рунца.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Занятия проводятся в интерактивной форме. Даже во время лекции лектор постоянно обращается к аудитории с вопросами как на знание пройденного материала, так и озадачивающими студентов поднимаемой проблемой в рамках обсуждаемой темы.

6. 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-10	З-ПК-10	З, ЗО, СК-8, КИ-15
	У-ПК-10	З, ЗО, СК-8, КИ-15
	В-ПК-10	З, ЗО, СК-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	З, ЗО, СК-8, КИ-15
	У-ПК-2	З, ЗО, СК-8, КИ-15
	В-ПК-2	З, ЗО, СК-8, КИ-15
ПК-4	З-ПК-4	З, ЗО, СК-8, КИ-15
	У-ПК-4	З, ЗО, СК-8, КИ-15
	В-ПК-4	З, ЗО, СК-8, КИ-15
ПК-5	З-ПК-5	З, ЗО, СК-8, КИ-15
	У-ПК-5	З, ЗО, СК-8, КИ-15
	В-ПК-5	З, ЗО, СК-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 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»
60-64	3 – «удовлетворительно»	Е	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.
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.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К 17 Вычисления на квазиравномерных сетках : учебное пособие, Калиткин Н. Н. [и др.], Москва: Физматлит, 2005
2. ЭИ П 60 Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : , Поршнев С. В., Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ Б 30 Численные методы : учебное пособие, Кобельков Г. М., Бахвалов Н. С. , Жидков Н. П., Москва: Лаборатория знаний, 2020
4. 519 Ч-67 Численные методы Кн.1 Численный анализ, , Москва: Академия, 2013
5. 519 Ч-67 Численные методы Кн.2 Методы математической физики, , Москва: Академия, 2013
6. ЭИ С 75 Численные методы. Курс лекций : учебное пособие, Срочко В. А., Санкт-Петербург: Лань, 2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ А53 Intelligent Numerical Methods II: Applications to Multivariate Fractional Calculus : , Anastassiou, George A. , Argyros, Ioannis K. , Cham: Springer International Publishing, 2016
2. ЭИ А53 Intelligent Numerical Methods: Applications to Fractional Calculus : , Anastassiou, George A. , Argyros, Ioannis K. , Cham: Springer International Publishing, 2016
3. ЭИ Н57 Nonlinear Ordinary Differential Equations : Analytical Approximation and Numerical Methods, Hermann, Martin. , Saravi, Masoud. , New Delhi: Springer India, 2016

4. ЭИ K42 Numerical Methods and Modelling for Engineering : , Khoury, Richard. , Harder, Douglas Wilhelm. , Cham: Springer International Publishing, 2016
5. ЭИ L75 Programming for Computations - MATLAB/Octave : A Gentle Introduction to Numerical Simulations with MATLAB/Octave, Linge, Svein. , Langtangen, Hans Petter. , Cham: Springer International Publishing, 2016
6. ЭИ C94 Proper Generalized Decompositions : An Introduction to Computer Implementation with Matlab, Cueto, Elias. , Alfaro, Iciar. , Gonzalez, David. , Cham: Springer International Publishing, 2016
7. 517 Ф33 Введение в вычислительную физику : , Федоренко Р.П., Долгопрудный: Интеллект, 2008
8. 519 K17 Численные методы : Учебное пособие для вузов, Калиткин Н.Н., М.: Наука, 1978

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. MathWorks MATLAB ()

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Компьютерная аудитория ()
2. Проектор ()

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Лекции читаются в аудиториях с использованием доски. Студенты используют компьютеры для практического освоения материала. Важно присутствовать на каждой лекции и вести конспект, а также пробовать реализовать описываемый преподавателем алгоритм в математической среде, чтобы получить не только представление об используемых методах, но и практические навыки работы. Рекомендуется записывать важные моменты, отмечаемые лектором словами, даже если таковые показались очевидными. На протяжении каждой лекции преподаватель может задавать вопросы. Активность студента в виде ответов на вопросы, а также в виде интересных вопросов преподавателю может учитываться при предоставлении права досрочной сдачи зачета.

В качестве основного материала для подготовки к зачету рекомендуется использовать конспект лекций. Дополнительно можно использовать как библиотечные ресурсы МИФИ и кафедры (списки доступной литературы приведены соответственно в календарном плане и в дополнительных учебно-методических материалах по данному курсу), так и любые другие.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Общие рекомендации.

Для лучшего усвоения материала студентами каждое занятие следует начинать с напоминания предыдущего материала (можно в виде вопросов) и пояснения его связи с предстоящим.

На протяжении занятия полезно поддерживать интерактивность между преподавателем и студентами в виде вопросов в аудиторию. Также важно постоянно задавать вопросы, озадачивающие студентов поднимаемой проблемой в рамках обсуждаемой темы.

Важно показывать применимость на практике того или иного материала, чтобы сформировать более глубокое понимание рассматриваемых вопросов.

Автор(ы):

Кириллов Александр Александрович