

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
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ФИЗИКИ В ПАКЕТЕ MATLAB

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 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
7	2	72	32	0	32		8	0	3
Итого	2	72	32	0	32	0	8	0	

АННОТАЦИЯ

Курс посвящен введению в численные методы, применяемые для решения научных задач, а также методам их реализации в современных математических пакетах на примере MathWorks MATLAB.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс посвящен введению в численные методы, применяемые для решения научных задач, а также методам их реализации в современных математических пакетах на примере MathWorks MATLAB. Изучение курса позволит студентам пользоваться численными методами, а также математическим пакетом MATLAB для решения естественно-научных задач.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

На начало курса студенты должны пройти все основные математические дисциплины (математический анализ, дифференциальные уравнения и вариационное исчисление), а также владеть подходами общей и теоретической физики, что позволит приводить примеры из разделов астрофизики, космологии, квантовой механики и статистической физики.

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
организационно-управленческий			
Участие в организации работы научной группы.	Работа в научной группе, отчеты и научные статьи.	ПК-11.1 [1] - Способен участвовать в научных исследованиях в области физики элементарных частиц и космологии, определять необходимые средства и к их использованию для решения поставленных задач	З-ПК-11.1[1] - Знать физику элементарных частиц и основные средства и методы исследования в данной области.; У-ПК-11.1[1] - Уметь использовать методы детектирования элементарных частиц и излучений и

		<p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	программные средства при решении задач в соответствующей области.; В-ПК-11.1[1] - Владеть методами исследования в области физики элементарных частиц.
научно-исследовательский			
Получение новых знаний в области физики элементарных частиц и космологии, описание явлений в данной области. Участие в решении задач по физике элементарных частиц и космологии.	Элементарные частицы, детекторы элементарных частиц, ускорители элементарных частиц (Большой Адронный Коллайдер и др.), нейтрино, экзотические ядра, кварк-глюонная материя, скрытая масса и темная энергия, гравитация с многомерными обобщениями, и космология.	<p>ПК-1 [1] - Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	3-ПК-1[1] - знать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области, ; У-ПК-1[1] - уметь использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области; В-ПК-1[1] - владеть современными компьютерными технологиями и методами использования информационных ресурсов в своей предметной области
Получение новых знаний в области физики элементарных частиц и космологии, описание явлений в данной области. Участие в решении задач по физике элементарных частиц и космологии.	Элементарные частицы, детекторы элементарных частиц, ускорители элементарных частиц (Большой Адронный Коллайдер и др.), нейтрино,	<p>ПК-2 [1] - Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований</p>	3-ПК-2[1] - знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; ; У-ПК-2[1] - уметь

	экзотические ядра, кварк-глюонная материя, скрытая масса и темная энергия, гравитация с многомерными обобщениями, и космология.	<i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	использовать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;; В-ПК-2[1] - владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
--	---	--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов,

		критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	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 научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований,

		исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (В23)	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/ Практ. (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	1-8	16/0/16		25	КИ-8	3-ПК-11.1, У-ПК-11.1, В-ПК-11.1, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
2	Раздел 2	9-16	16/0/16		25	КИ-16	3-ПК-11.1, У-ПК-11.1, В-ПК-11.1, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/0/32		50		

	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	3	3-ПК-11.1, У-ПК-11.1, В-ПК-11.1, 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-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

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	0	32
1-8	Раздел 1	16	0	16
1 - 4	Введение в MATLAB Место численных расчетов в физике. Современные методы решения научных задач. Обзор существующих математических пакетов, область их применимости. Аналитические и численные подходы. Введение в MATLAB: основы языка и синтаксис. Место MATLAB среди математических пакетов. Аналоги: GNU Octave, Scilab. Интерфейс среды. Командная строка (Command Window), рабочее пространство (Workspace), редактор (Editor). Сохранение и загрузка рабочего пространства. Введение в язык, синтаксис. Переменные языка, представление данных в виде матриц. Арифметические и алгебраические операции. Операции с матрицами. Комплексные числа. Встроенные функции, функции от матриц. Способы создания собственных функций, m-файлы. Введение в MATLAB: программирование. Циклы for и while. Логические условия. Условные операторы. Функция find и её возможности. Графическое представление данных. Дескрипторы и работа с ними. Трёхмерные графики и поверхности. Оформление графиков. Символьные вычисления. Структуры и массивы ячеек.	Всего аудиторных часов 8 Онлайн 0	0	0

5 - 8	Численные методы Численные методы. Построение моделей. Виды погрешностей. Интерполяционные полиномы. Определитель Вандермонда. Форма Лагранжа. Разделённые разности. Форма Ньютона. Погрешность интерполяционного полинома. Полиномы Чебышёва. Чебышёвская сетка. Рациональная интерполяция. Сверднеквадратичная интерполяция. Ортогональные полиномы. В-сплайны. Численное дифференцирование. Оценка погрешности. Численное интегрирование. Квадратурные формулы. Оценка погрешности задачи численного интегрирования. Формулы Гаусса-Кристоффеля. Оценка главного члена погрешности методом сгущения сеток (метод Ричардсона).	Всего аудиторных часов		
		8	0	8
Онлайн				
		0	0	0
9-16	Раздел 2	16	0	16
9 - 16	Численные методы Решение уравнений. Сжимающие отображения. Итерационный метод решения СЛАУ. Метод Гаусса-Зейделя. Нелинейные уравнения и системы. Итерационный метод. Экстремум функции одной переменной. Методы дихотомии и золотого сечения. Метод Ньютона. Экстремумы функции многих переменных. Рельеф функции. Метод покорднатоного спуска Гаусса-Зейделя. Метод наискорейшего спуска. Градиентные методы решения СЛАУ. Задача Коши. Методы Рунге-Кутты. Таблица Бутчера. Пороги Бутчера. Метод Адамса. Краевые задачи. Границные условия. Метод стрельбы. Разностный метод. Разностный метод для нелинейных задач. Границные условия 2 и 3 рода, их аппроксимация. Вариационные методы Ритца и Галёркина.	Всего аудиторных часов		
		16	0	16
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
	7 Семестр
1 - 4	Введение в MATLAB Введение в MATLAB: основы языка и синтаксис.

	<p>Место MATLAB среди математических пакетов. Аналоги: GNU Octave, Scilab. Интерфейс среды. Командная строка (Command Window), рабочее пространство (Workspace), редактор (Editor). Сохранение и загрузка рабочего пространства. Введение в язык, синтаксис. Переменные языка, представление данных в виде матриц. Арифметические и алгебраические операции. Операции с матрицами. Комплексные числа. Встроенные функции, функции от матриц. Способы создания собственных функций, m-файлы.</p> <p>Введение в MATLAB: программирование. Циклы for и while. Логические условия. Условные операторы. Функция find и её возможности.</p> <p>Графическое представление данных. Дескрипторы и работа с ними. Трёхмерные графики и поверхности. Оформление графиков.</p> <p>Символьные вычисления.</p> <p>Структуры и массивы ячеек.</p>
5 - 8	<p>Численные методы</p> <p>Численные методы. Построение моделей. Виды погрешностей.</p> <p>Интерполяционные полиномы. Определитель Вандермонда. Форма Лагранжа.</p> <p>Разделённые разности. Форма Ньютона. Погрешность интерполяционного полинома.</p> <p>Полиномы Чебышёва. Чебышёвская сетка. Рациональная интерполяция.</p> <p>Сверднеквадратичная интерполяция. Ортогональные полиномы. B-сплайны.</p> <p>Численное дифференцирование. Оценка погрешности.</p> <p>Численное интегрирование. Квадратурные формулы.</p> <p>Оценка погрешности задачи численного интегрирования. Формулы Гаусса-Кристоффеля. Оценка главного члена погрешности методом сгущения сеток (метод Ричардсона).</p>
9 - 16	<p>Численные методы</p> <p>Решение уравнений. Сжимающие отображения. Итерационный метод решения СЛАУ. Метод Гаусса-Зейделя.</p> <p>Нелинейные уравнения и системы. Итерационный метод.</p> <p>Экстремум функции одной переменной. Методы дихотомии и золотого сечения.</p> <p>Метод Ньютона. Экстремумы функции многих переменных. Рельеф функции. Метод покординатоного спуска Гаусса-Зейделя. Метод наискорейшего спуска. Градиентные методы решения СЛАУ.</p> <p>Задача Коши. Методы Рунге-Кутты. Таблица Бутчера. Пороги Бутчера. Метод Адамса.</p> <p>Краевые задачи. Граничные условия. Метод стрельбы. Разностный метод.</p> <p>Разностный метод для нелинейных задач. Граничные условия 2 и 3 рода, их аппроксимация. Вариационные методы Ритца и Галёркина.</p>

6. 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.

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	З-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
ПК-11.1	З-ПК-11.1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-11.1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-11.1	З, КИ-8, КИ-16
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

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	3 – «удовлетворительно»	D	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.
65-69		E	
60-64	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
Ниже 60			

			обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--	--

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ П 60 Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учебное пособие, Поршнев С. В., Санкт-Петербург: Лань, 2021
2. 519 Ч-67 Численные методы Кн.1 Численный анализ, , Москва: Академия, 2013
3. 519 Ч-67 Численные методы Кн.2 Методы математической физики, , Москва: Академия, 2013

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 К42 Numerical Methods and Modelling for Engineering : , Khoury, Richard. , Harder, Douglas Wilhelm. , Cham: Springer International Publishing, 2016
5. ЭИ Л75 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 С94 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 В94 Вычисления на квазиволновых сетках : , Альшин А.Б. [и др.], М.: Физматлит, 2005
9. ЭИ К 17 Вычисления на квазиволновых сетках : учебное пособие, Калиткин Н. Н. [и др.], Москва: Физматлит, 2005
10. ЭИ Б 30 Численные методы : учебное пособие, Кобельков Г. М., Бахвалов Н. С. , Жидков Н. П., Москва: Лаборатория знаний, 2020

11. 519 К17 Численные методы : Учебное пособие для вузов, Калиткин Н.Н., М.: Наука, 1978

12. ЭИ С 75 Численные методы. Курс лекций : учебное пособие, Срочко В. А., Санкт-Петербург: Лань, 2021

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. MathWorks MATLAB ()

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Компьютерная аудитория ()

2. Проектор ()

10. 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 такие 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 предмета.

В качестве основного материала для подготовки сдачи предмета рекомендуется использовать конспект лекций. Дополнительно можно использовать как библиотечные ресурсы МИФИ и кафедры (списки литературы приведены в календарном плане), так и любые другие.

11. 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.

Основной литературой можно считать учебник Калиткин Н.Н. "Численные методы", а также Калиткин Н.Н., Альшина Е.А. "Численные методы. Книга 1. Численный анализ" и Калиткин Н.Н., Корякин П.В. "Численные методы. Книга 2. Методы математической физики".

Автор(ы):

Кириллов Александр Александрович