



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)**

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

Директор департамента ДТФИТ ИНТиПМ

____ д.п.н., проф. Т.Н. Гнитецкая
(подпись) (ФИО)



____ д.ф.-м.н., проф. К. В. Нефедев
(подпись) (И.О. Фамилия)

Научный руководитель ОП

«20» сентября 2023 г.

____ д.ф.-м.н., проф. Л. Л. Афремов
(подпись) (ФИО)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Вычислительная физика**

Специальность 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика
Специализация Фундаментальная физика и информатика

(Совместно с ИАПУ ДВО РАН, ТОИ ДВО РАН)

Форма подготовки: очная

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика, утвержденного приказом Минобрнауки России от 1 марта 2018 г. N 158 (с изменениями и дополнениями) Рабочая программа обсуждена на заседании департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий, протокол № 1 от «20» сентября 2023 г.

Директор департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий д.ф.-м.н., проф. К.В. Нефедев
Составитель: профессор, д.ф.-м.н. Нефедев К.В.

Владивосток
2023

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____

(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____

(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____

(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____

(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация дисциплины

Вычислительная физика

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы и 108 академических часов. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, профессионального блока дисциплин, модуль вычислительной физики, изучается в 4 семестре и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 18 часов, лабораторных – 18 часов, а также выделено 27 часов на самостоятельную работу студента и 45 часов на контроль.

Язык реализации: русский.

Цель: формирование представления об основных структурах и методах вычислительной физики, формирование профессиональных компетенций, связанных с применением аппарата теории для решения прикладных задач, развитие логического мышления, повышение уровня математической культуры.

Задачи:

1. Разработка и реализация численных методов для решения дифференциальных уравнений, используя языки программирования, такие как Python, Matlab или C++.

2. Моделирование физических систем, таких как электрические цепи, механические системы или тепловые процессы, используя численные методы.

3. Разработка и реализация методов Монте-Карло для анализа физических систем, таких как распределение частиц в газах или поведение квантовых систем.

4. Применение методов конечных элементов для анализа и проектирования физических систем, таких как механические конструкции или электромагнитные поля.

5. Использование численных методов для анализа экспериментальных данных, таких как спектроскопические данные или изображения.

6. Разработка и реализация алгоритмов для решения оптимизационных

задач в физике, таких как поиск минимумов энергии или оптимального распределения электрического заряда.

7. Разработка и реализация алгоритмов машинного обучения для анализа физических систем, таких как распознавание образов в изображениях или классификация данных.

Дисциплина «Вычислительная физика» логически связана с содержанием следующих дисциплин: «Основы цифровой грамотности», «Основы алгоритмизации и программирования», «Python для решения практических задач вычислительной физики и смежных областей знания», «Введение в квантовые алгоритмы и компьютеры» и других.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	ПК-6 Способен управлять развитием БД	ПК-6.1 Осуществляет обновление версий БД	Знает алгоритмы установки, удаления и обновления программных продуктов и операционных систем Умеет устанавливать и настраивать новые версии БД Владеет установкой новой версии БД
	ПК-10 Способен осуществлять подготовку тестовых данных и выполнение тестовых процедур ПО	ПК-10.1 Осуществляет мониторинг работ по тестированию ПО и информирование о ходе работ заинтересованных лиц	Знает жизненный цикл ПО, различные методологии его разработки и место тестирования в данном процессе Умеет анализировать ответы, выявлять пропущенную информацию

			Владеет оформлением выводов по результатам анализа требований заказчика к ПО для исключения некорректно сформулированных требований
--	--	--	---

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель: формирование представления об основных структурах и методах вычислительной физики, формирование профессиональных компетенций, связанных с применением аппарата теории для решения прикладных задач, развитие логического мышления, повышение уровня математической культуры.

Задачи:

1. Разработка и реализация численных методов для решения дифференциальных уравнений, используя языки программирования, такие как Python, Matlab или C++.

2. Моделирование физических систем, таких как электрические цепи, механические системы или тепловые процессы, используя численные методы.

3. Разработка и реализация методов Монте-Карло для анализа физических систем, таких как распределение частиц в газах или поведение квантовых систем.

4. Применение методов конечных элементов для анализа и проектирования физических систем, таких как механические конструкции или электромагнитные поля.

5. Использование численных методов для анализа экспериментальных данных, таких как спектроскопические данные или изображения.

6. Разработка и реализация алгоритмов для решения оптимизационных задач в физике, таких как поиск минимумов энергии или оптимального распределения электрического заряда.

7. Разработка и реализация алгоритмов машинного обучения для анализа физических систем, таких как распознавание образов в изображениях или

классификация данных.

Дисциплина «Вычислительная физика» логически связана с содержанием следующих дисциплин: «Основы цифровой грамотности», «Основы алгоритмизации и программирования», «Python для решения практических задач вычислительной физики и смежных областей знания», «Введение в квантовые алгоритмы и компьютеры» и других.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	ПК-6 Способен управлять развитием БД	ПК-6.1 Осуществляет обновление версий БД	Знает алгоритмы установки, удаления и обновления программных продуктов и операционных систем
			Умеет устанавливать и настраивать новые версии БД
			Владеет установкой новой версии БД
	ПК-10 Способен осуществлять подготовку тестовых данных и выполнение тестовых процедур ПО	ПК-10.1 Осуществляет мониторинг работ по тестированию ПО и информирование о ходе работ заинтересованных лиц	Знает жизненный цикл ПО, различные методологии его разработки и место тестирования в данном процессе
			Умеет анализировать ответы, выявлять пропущенную информацию
			Владеет оформлением выводов по результатам анализа требований заказчика к ПО для исключения некорректно

			сформулированных требований
--	--	--	-----------------------------

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

III.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы и 108 академических часов. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, профессионального блока дисциплин, модуль вычислительной физики, изучается в 4 семестре и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 18 часов, лабораторных – 18 часов, а также выделено 27 часов на самостоятельную работу студента и 45 часов на контроль.

III. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Пр	Лаб	СР	Контроль	
1	Раздел I. Базовый комплект программных продуктов	4	9		9	13	22	
2	Раздел II. Работа с узкоспециализированных программных продуктов для анализа экспериментальных данных	4	9		9	14	23	
	Итого:		18		18	27	45	Экзамен

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Введение в вычислительную физику

- Основные понятия и принципы

- Цели и задачи вычислительной физики
- Современные компьютерные технологии

Раздел II. Численные методы.

- Методы решения дифференциальных уравнений
 - Метод Эйлера
 - Метод Рунге-Кутты
 - Методы с разностными схемами
- Методы Монте-Карло
- Методы конечных элементов
- Методы оптимизации и машинного обучения

V. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные занятия

Раздел 1. Базовый комплект программных продуктов

Лабораторная работа 1. Текстовые редакторы. Элементы издательских систем. Подготовка научной статьи к печати

Ключевые понятия компьютерной верстки текстов. Работа с текстовым редактором, набор текста, форматирование текста (шрифты, редактором бота с абзацем, стилями), буфер обмен. Списки (нумерованный, маркированный, многоуровневый). Макет документа. Нумерация страниц. Создание оглавления. Гиперссылки. Запись документа в разных форматах. Средства проверки документа. Работа с графическими объектами в текстовом редакторе (вставка рисунков из файла, из коллекции. Изменение параметров рисунка, обтекание, создание подписи). Работа с таблицами (создание, разбиение, объединение, форматирование). Вычисления в таблицах и построение диаграмм в текстовом редакторе. Редактор формул. Элементы редактора формул. Набор математических и физических формул

Лабораторная работа 2. Обработка данных. Электронные таблицы

Работа с редактором электронных таблиц: чтение данных из файла. Набор

данных. Форматирование ячеек. Произведение вычислений, операций, функций, данных и ссылок на другие ячейки. Абсолютные, относительные, смешанные ссылки. Встроенные функции. Обработка экспериментальных данных. Построение графиков кусочных функций с неопределенностями.

Лабораторная работа 3. Программа создания презентаций. Подготовка научного доклада

Редактор презентаций. Создание презентации. Выбор оформления. Создание простых слайдов, выбор разметки слайда, использование шаблонов, создание фона слайда, форматирование текста, создание автофигур, размещение изображений на слайде, настройка анимации объектов слайда, редактирование презентации в целом. Размещение кнопок. Гиперссылки. Вставка объектов (формул, таблиц, диаграмм). Режимы показа слайдов. Анимация в презентации. Звук. Форматы сохранения презентаций. Разбор примера презентации. Создание и демонстрация базы данных на свободную тему.

Раздел 2. Работа с узкоспециализированными программными продуктами для анализа экспериментальных данных.

Лабораторная работа 4. Компьютерное моделирование в физике: способы, приемы, методы. Основные научные пакеты (MatLab, Maple, Mathematica, Origin, Derive).

Компьютерное моделирование в физике: способы, приемы, методы. Программная реализация численного анализа: обзор основных пакетов и программного обеспечения (MatLab, Maple, Mathematica, Origin, Derive и др.). Применение информационных технологий в физике (физика в Интернете). Реализация аналитических расчетов в вычислительных пакетах. Программирование и вычисление в пакете Matlab. Обзор специальных пакетов (toolboxes). Simulink, символьные вычисления, fitting, графика, и др. пакеты. Реализация аналитических расчетов в вычислительных пакетах: Mathematica, Maple, Derive, MathCad, MatLab и др. Обзор возможностей. Примеры

использования. Основные приемы программирования и вычислений в пакете Matlab. Обзор возможностей. Операторы и работа с массивами. Графика. Графический интерфейс пользователя. Решение задачи моделирования.

Лабораторная работа 5. Численное решение алгебраических уравнений.

Моделирование числа P_i , интегрирование методом Монте-Карло в том числе с выборкой по значимости. Движение заряженной частицы в поле одного, двух неподвижных зарядов. Движение пули под действием сил тяжести и трения. Решение в MatLab. Осциллятор Ван дер Поля. Проблемы решения в MatLab для различных решателей.

Лабораторная работа 6. Суммирование по решетке.

Вычисление постоянной Маделунга для кристаллов типа перовскита и шеелита методами Эвьена и Эвальда. Сравнение результатов. Представление научных результатов. Использование LaTeX, WinWord, PowerPoint, Origin. Подготовка и оформление статей, презентаций, квалификационных работ.

VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Базовый комплект программных продуктов	ПК-6.1 Осуществляет обновление версий БД	Знает алгоритмы установки, удаления и обновления программных продуктов и операционных систем	ПР-6 (лабораторная работа) УО-1 (собеседование (вопросы к экзамену 1-6))	
			Умеет устанавливать и настраивать новые версии БД		
			Владеет установкой новой версии БД		

2	Раздел II. Работа с узкоспециализированных программных продуктов для анализа экспериментальных данных	ПК-10.1 Осуществляет мониторинг работ по тестированию ПО и информирование о ходе работ заинтересованных лиц	Знает жизненный цикл ПО, различные методологии его разработки и место тестирования в данном процессе	ПР-6 (лабораторная работа) УО-1 (собеседование (вопросы к экзамену 7-12))	
			Умеет анализировать ответы, выявлять пропущенную информацию		
			Владеет оформлением выводов по результатам анализа требований заказчика к ПО для исключения некорректно сформулированных требований		
	Экзамен				УО-1

VII. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем. Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение

необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами;
 - самостоятельное ознакомление с лекционным материалом, представленным на электронных носителях, в библиотеке образовательного учреждения;
 - подготовка реферативных обзоров источников периодической печати, опорных конспектов, заранее определенных преподавателем;
 - поиск информации по теме с последующим ее представлением в аудитории в форме доклада, презентаций;
 - подготовка к выполнению аудиторных контрольных работ;
 - выполнение домашних контрольных работ;
 - выполнение тестовых заданий, решение задач;
 - составление кроссвордов, схем;
 - подготовка сообщений к выступлению на семинаре, конференции;
 - заполнение рабочей тетради;
 - написание эссе, курсовой работы;
 - подготовка к деловым и ролевым играм;
 - составление резюме;
 - подготовка к зачетам и экзаменам;
- другие виды деятельности, организуемые и осуществляемые образовательным учреждением и органами студенческого самоуправления.

VIII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(печатные и электронные издания)

1. Квасов, Б. И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab / Б. И. Квасов. - Санкт-Петербург : Лань,

2022. - 328 с. <https://library.dvfu.ru/lib/document/EBSLan/9D8C0482-2B60-4925-BE61-8504035EF5F7/>

2. Штыкин, М. Д. Моделирование систем : монография / М. Д. Штыкин. — Благовещенск : Амурский государственный университет, 2017. — 120 с. — ISBN 978-5-93493-292-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-103892&theme=FEFU>

3. Крутских, В. В. Моделирование в LabVIEW : учебное пособие для вузов / В. В. Крутских. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 171 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13681-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=Urait:Urait-477386&theme=FEFU>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Маглицкий, Б. Н. Моделирование элементов и систем цифровой радиосвязи в СКМ MATLAB/Simulink : учебное пособие / Б. Н. Маглицкий. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. — 276 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-45480&theme=FEFU>
2. Семенов, М. Е. Математическое моделирование физических процессов : учебное пособие / М. Е. Семенов, Н. Н. Некрасова. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 94 с. — ISBN 978-5-89040-628-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-72919&theme=FEFU>
3. Коткин, Г. Л. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием MATLAB : учебное пособие / Г. Л. Коткин, Л. К. Попов, В. С. Черкасский. — 2-е изд. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2017. — 203 с. — ISBN 978-5-4437-0608-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR

Электронные ресурсы

1. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием MATLAB. / Коткин Г.Л., Черкасский В.С. - <http://microsat.sm.bmstu.ru/e-library/MatLab/main.pdf>
2. Набор и вёрстка в пакете LATEX. - 3-е изд. Львовский С. М. - <http://www.ihed.ras.ru/subsecond2007/papers/lv3ed.pdf>
3. Набор и вёрстка в пакете LATEX. - 3-е изд. Львовский С. М. - <http://www.mccme.ru/free-books/lldlang/newlldlang.pdf>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются программы, позволяющие строить графики по массивам данных и выполнять простейший математический анализ данных (первые производные, сглаживание, линейный фитинг).

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

IX. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Успешное освоение дисциплины предполагает активную работу студентов на всех занятиях аудиторной формы: лекциях и практиках, выполнение аттестационных мероприятий. В процессе изучения дисциплины

студенту необходимо ориентироваться на проработку лекционного материала, подготовку к практическим занятиям, выполнение контрольных и творческих работ.

Освоение дисциплины предполагает предусматривает со стороны преподавателя текущий контроль за посещением студентами лекций, подготовкой и выполнением всех практических заданий, выполнением всех видов самостоятельной работы.

Промежуточной аттестацией по дисциплине является *экзамен*.

Студент считается аттестованным по дисциплине при условии выполнения всех видов текущего контроля и самостоятельной работы, предусмотренных учебной программой.

Шкала оценивания сформированности образовательных результатов по дисциплине представлена в фонде оценочных средств (ФОС).

Х. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться в следующих помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением, расположенных по адресу 690022, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10:

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения учебных занятий:	
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, этаж 4, 75,75 кв.м., № помещения 2249	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий. Компьютерный класс (L450) 20 компьютеров (системный блок модель - 30AGCT01WW P3+монитором АОС 28» LI2868POU).
Помещения для самостоятельной работы:	
690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, этаж 10, 1016,2 кв.м., № помещения 477	Аудитории для самостоятельной работы студентов. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДВФУ.

	Комплекты учебной мебели (столы и стулья). Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C). Полноцветный копир-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS). Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля (A1007 (A1042))
--	---

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступны лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.