



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

Программно-аппаратные комплексы для численных расчётов

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

Программно-аппаратные комплексы для численных расчётов

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы / 144 академических часа. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, профессионального блока дисциплин, модуль вычислительной физики, изучается в 3 семестре и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 32 часов, лабораторных – 40 часов, а также выделено 18 часов на самостоятельную работу студента и 54 часов на контроль.

Язык реализации: русский.

Цель: формирование представления об основных принципах и методах численных расчетов, используемых в различных областях науки и техники. В рамках данной дисциплины студенты изучают основы работы с программно-аппаратными комплексами, которые позволяют проводить численные расчеты на высоком уровне точности и скорости.

Задачи:

1. Изучение различных методов численных расчетов, в том числе методах решения дифференциальных уравнений, методах численного интегрирования и методах оптимизации.

2. Ознакомиться с аппаратными средствами, которые используются для численных расчетов, такими как графические процессоры (gpu) и параллельные вычислительные системы.

3. Изучить основные программные пакеты, используемые для численных расчетов, такие как matlab, octave, python и другие. Также знакомятся с основами программирования на этих языках, а также с принципами параллельного программирования.

Дисциплина «Программно-аппаратные комплексы для численных расчётов» 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 (элементы компетенций):

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-12 Способен управлять этапами жизненного цикла методологической и технологической инфраструктуры инфраструктуры анализа больших данных в организации	ПК-12.1 Управляет получением, хранением, передачей, обработкой больших данных	Знает основы информационных систем и технологий Умеет разрабатывать системы хранения и обработки данных Владеет созданием параллельных систем хранения и обработки информации
	ПК-13 Способен осуществлять разработку и внедрение новых методов и технологий исследования больших данных	ПК-13.1 Совершенствует и разрабатывает новые методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства работы с большими данными	Знает параллельные и распределённые вычисления Умеет планировать выполнение научно-технических работ Владеет планированием и выполнением научно-исследовательской работы в области разработки новых методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с большими данными

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель: формирование представления об основных принципах и методах численных расчетов, используемых в различных областях науки и техники. В

рамках данной дисциплины студенты изучают основы работы с программно-аппаратными комплексами, которые позволяют проводить численные расчеты на высоком уровне точности и скорости.

Задачи:

1. изучение различных методов численных расчетов, в том числе методах решения дифференциальных уравнений, методах численного интегрирования и методах оптимизации.

2. ознакомиться с аппаратными средствами, которые используются для численных расчетов, такими как графические процессоры (GPU) и параллельные вычислительные системы.

3. изучить основные программные пакеты, используемые для численных расчетов, такие как MATLAB, Octave, Python и другие. Также знакомятся с основами программирования на этих языках, а также с принципами параллельного программирования.

Дисциплина «Программно-аппаратные комплексы для численных расчётов» 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 (элементы компетенций):

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-12 Способен управлять этапами жизненного цикла	ПК-12.1 Управляет получением, хранением, передачей, обработкой больших	Знает основы информационных систем и технологий Умеет разрабатывать

	методологической и технологической инфраструктуры анализа больших данных в организации	данных	системы хранения и обработки данных
			Владеет созданием параллельных систем хранения и обработки информации
	ПК-13 Способен осуществлять разработку и внедрение новых методов и технологий исследования больших данных	ПК-13.1 Совершенствует и разрабатывает новые методы, модели, алгоритмы, технологии и инструментальные средства работы с большими данными	Знает параллельные и распределённые вычисления
			Умеет планировать выполнение научно-технических работ
			Владеет планированием и выполнением научно-исследовательской работы в области разработки новых методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с большими данными

II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы и 144 академических часов. Является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, профессионального блока дисциплин, модуль вычислительной физики, изучается в 3 семестре и завершается экзаменом. Учебным планом предусмотрено проведение лекционных занятий в объеме 32 часов, лабораторных – 40 часов, а также выделено 18 часов на самостоятельную работу студента и 54 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	Лаб	Пр	СР	Контроль	
1	Элементы теории погрешностей и численные методы	3	16	20		9	27	

2	Основы приближенных функций численного интегрирования	и	3	16	20		9	27	
	Итого:		3	32	40		18	54	Экзамен

IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел 1. Элементы теории погрешностей и численные методы

Тема 1. Элементы теории погрешностей

Классификация и источники погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие цифры числа. Число верных знаков. Погрешность арифметических операций. Прямая и обратная задачи теории погрешностей.

Тема 2. Численные методы решения СЛАУ

Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. LU-разложение матриц. Решение систем с помощью LU-разложения. Обращение матриц. Итерационные методы. Канонический вид итерационных методов. Метод простой итерации, метод Якоби, Зейделя, релаксации. Сходимость одношаговых итерационных методов. Метод минимальных невязок. Метод сопряженных градиентов.

Тема 3. Основы решения нелинейных уравнений

Локализация корней. Метод половинного деления. Метод простой итерации, Ньютона (касательных). Методы секущих, хорд, комбинированный метод хорд и касательных.

Раздел 2. Основы приближенных функций и численного интегрирования

Тема 4. Приближение функций

Интерполирование алгебраическими многочленами. Многочлены Лагранжа, Ньютона. Погрешность интерполяционной формулы. Сплайн интерполирование. Метод наименьших квадратов.

Тема 5. Основы численного интегрирования

Простейшие квадратурные формулы. Формулы прямоугольников, трапеций.

Формула Симпсона (парабол). Интерполяционные квадратурные формулы. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической степени точности (Гаусса).

Тема 6. Методы численного решения ОДУ

Классификация численных методов решения задачи Коши для ОДУ первого порядка. Метод Эйлера, методы Рунге-Кутты второго порядка точности. Многошаговые схемы Адамса. Краевые задачи для ОДУ второго порядка. Разностные схемы решения краевой задачи ОДУ второго порядка.

V. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные занятия

Лабораторная работа 1. Элементы теории погрешностей

Классификация и источники погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие цифры числа. Число верных знаков. Погрешность арифметических операций. Прямая и обратная задачи теории погрешностей.

Лабораторная работа 2. Численные методы решения СЛАУ

Прямые методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. LU-разложение матриц. Решение систем с помощью LU-разложения. Обращение матриц. Итерационные методы. Канонический вид итерационных методов. Метод простой итерации, метод Якоби, Зейделя, релаксации. Сходимость одношаговых итерационных методов. Метод минимальных невязок. Метод сопряженных градиентов.

Лабораторная работа 3. Основы решения нелинейных уравнений

Локализация корней. Метод половинного деления. Метод простой итерации, Ньютона (касательных). Методы секущих, хорд, комбинированный метод хорд и касательных.

Лабораторная работа 4. Приближение функций

Интерполирование алгебраическими многочленами. Многочлены Лагранжа, Ньютона. Погрешность интерполяционной формулы. Сплайн интерполирование. Метод наименьших квадратов.

Лабораторная работа 5. Основы численного интегрирования

Простейшие квадратурные формулы. Формулы прямоугольников, трапеций.

Формула Симпсона (парабол). Интерполяционные квадратурные формулы. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической степени точности (Гаусса).

Лабораторная работа 6. Методы численного решения ОДУ

Классификация численных методов решения задачи Коши для ОДУ первого порядка. Метод Эйлера, методы Рунге-Кутты второго порядка точности. Многошаговые схемы Адамса. Краевые задачи для ОДУ второго порядка. Разностные схемы решения краевой задачи ОДУ второго порядка.

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. Элементы теории погрешностей и численные методы	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 1-15))	
			Умеет устанавливать и настраивать новые версии БД		
			Владеет установкой новой версии БД		
2	Раздел II. Основы приближенных функций и численного интегрирования	ПК-12.1 Управляет получением, хранением, передачей, обработкой больших данных	Знает основы информационных систем и технологий	ПР-6 (лабораторная работа) УО-1 (собеседование (вопросы к экзамену 16-33))	
			Умеет разрабатывать системы хранения и обработки данных		
		ПК-13.1 Совершенствует	Владеет созданием параллельных систем хранения и обработки информации		
			Знает параллельные и распределённые		

		т и разрабатывает новые методы, модели, алгоритмы, технологии и инструменталь ные средства работы с большими данными	вычисления		
			Умеет планировать выполнение научно- технических работ		
			Владеет планированием и выполнением научно- исследовательской работы в области разработки новых методов, моделей, алгоритмов, технологий и инструментальных средств работы с большими данными		
	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. Киреев, Владимир Иванович. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие для втузов / В. И. Киреев, А. В. Пантелеев. - Изд. 3-е, стер. - Москва : Высшая школа, 2008. - 480 с. <https://library.dvfu.ru/lib/document/EK/DDD7593C-7BD5-484F-8D13-A4430F9BF83E/>
2. Пирумов, Ульян Гайкович. Численные методы [Электронный ресурс] : учебник и практикум для вузов / У. Г. Пирумов [и др.] ; под редакцией У. Г. Пирумова. - 5-е изд., пер. и доп. - Электрон. дан. col. - Москва : Юрайт, 2023. - 421 с. <https://library.dvfu.ru/lib/document/EBSUrait/6A89369C-6F3C-4E61-B5F5-8B61C03FDB70/>

3. Зенков, А. В. Численные методы : учебное пособие для вузов / А. В. Зенков. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 122 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10893-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=Urait:Urait-471508&theme=FEFU>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Мастяева, И. Н. Численные методы : учебное пособие / И. Н. Мастяева, О. Н. Семенихина. — Москва : Евразийский открытый институт, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2003. — 241 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-11121&theme=FEFU>
2. Срочко, В. А. Численные методы. Курс лекций / В. А. Срочко. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 208 с. <https://library.dvfu.ru/lib/document/EBSLan/0537D4B0-1A49-456C-A6CC-7B4EE9FB5E4D/>
3. Сулова, С. А. Численные методы : методические указания к выполнению лабораторных работ / С. А. Сулова. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 34 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-55178&theme=FEFU>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://arxiv.org/archive/hep-th>
2. <http://pdg.lbl.gov/>
3. <http://plato.stanford.edu/entries/quantum-field-theory/>
4. https://www.encyclopediaofmath.org/index.php/Quantum_field_theory
5. http://femto.com.ua/articles/part_1/1562.html

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 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).

X. 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.