

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1159242	Моделирование в ядерных технологиях

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Физика высокоэнергетических процессов	Код ОП 1. 14.04.02/33.02
Направление подготовки 1. Ядерные физика и технологии	Код направления и уровня подготовки 1. 14.04.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Байтимиров Дамир Рафисович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	Физики высокоэнергетических процессов
2	Берегов Руслан Юрьевич	без ученой степени, без ученого звания	Ассистент	технической физики
3	Некрасов Кирилл Александрович	кандидат физико-математических наук, без ученого звания	Доцент	технической физики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Моделирование в ядерных технологиях

1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль содержит следующие дисциплины: «Математическая обработка экспериментальных данных», «Обеспечение устойчивости вычислительных процессов», «Вычислительное моделирование явлений разупорядочения и переноса в реакторных материалах», «Системы и технологии управления параллельными вычислениями». В рамках этого модуля студенты знакомятся с вычислительной и компьютерной поддержкой ядерных технологий. Она включает в себя как численные методы для расчета ядерных технологий, так и обработку экспериментальных данных.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Математическая обработка экспериментальных данных	4
2	Обеспечение устойчивости вычислительных процессов	3
3	Вычислительное моделирование явлений разупорядочения и переноса в реакторных материалах	5
4	Системы и технологии управления параллельными вычислениями	3
ИТОГО по модулю:		15

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3

<p>Вычислительное моделирование явлений разупорядочения и переноса в реакторных материалах</p>	<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
<p>Математическая обработка экспериментальных данных</p>	<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p>

		<p>программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
Обеспечение устойчивости вычислительных процессов	<p>УК-7 - Способен обрабатывать, анализировать, передавать данные и информацию с использованием цифровых средств для эффективного решения поставленных задач с учетом требований информационной безопасности</p>	<p>З-1 - Сделать обзор угроз информационной безопасности, основных принципов организации безопасной работы в информационных системах и в сети интернет</p> <p>З-2 - Описать способы и средства защиты персональных данных и данных в организации в соответствии с действующим законодательством</p> <p>З-3 - Сделать обзор современных цифровых средств и технологий, используемых для обработки, анализа и передачи данных при решении поставленных задач</p> <p>У-2 - Выбирать современные цифровые средства и технологии для обработки, анализа и передачи данных с учетом поставленных задач</p> <p>П-1 - Обосновать выбор технических и программных средств защиты персональных данных и данных организации при работе с информационными системами на основе анализа потенциальных и реальных угроз безопасности информации</p> <p>П-2 - Решать поставленные задачи, используя эффективные цифровые средства и средства информационной безопасности</p>
	<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ</p>

	<p>методы моделирования и математического анализа</p>	<p>для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	<p>ПК-3 - Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ</p>	<p>З-1 - Характеризовать последовательность использования систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ для оформления результатов научно-исследовательской деятельности</p> <p>У-1 - Оценивать оформление результатов научно-исследовательской деятельности в различных видах на соответствие требованиям, выявлять несоответствия и необходимость корректировки</p> <p>П-1 - Оформлять в соответствии с требованиями результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций, используя системы компьютерной верстки и пакеты офисных программ</p>
<p>Системы и технологии управления параллельными вычислениями</p>	<p>ОПК-3 - Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к</p>	<p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов</p>

	<p>профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>З-4 - Перечислить основные нормативные документы, регламентирующие оформление научно-технических отчетов и защиту прав интеллектуальной собственности</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Оценивать оформление научно-технических отчетов, публикаций научных результатов, документов защиты интеллектуальной собственности на соответствие нормативным требованиям</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>П-2 - Оформить научно-технический отчет, публикацию научных результатов, документы защиты интеллектуальной собственности в соответствии с нормативными требованиями</p> <p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p>
--	---	--

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Математическая обработка
экспериментальных данных

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Байтимиров Дамир Рафисович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	Физики высокоэнергетиче- ских процессов
2	Ковалева Елена Германовна	кандидат химических наук, доцент	Профессор	Кафедра технологии органического синтеза

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Байтимиров Дамир Рафисович, Доцент, Физики высокоэнергетических процессов
- Ковалева Елена Германовна, Профессор, технологии органического синтеза

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Введение	Классификация задач и методов моделирования
2	Требования к средствам моделирования	Компактность описания объектов в модели. Процессы и события. Синхронизация параллельных процессов. Императивное и интерогативное управление событиями. Календарь событий.
3	Выбор базовой системы программирования	Анализ средств управления параллельными процессами в процедурных и объектно-ориентированных языках программирования.
4	Программирование обработки статистики	Задачи организации наблюдения за параметрами объектов моделирования. Сбор статистики наблюдения параметров. Расчёт и построение статистических характеристик наблюдаемых параметров.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическая обработка экспериментальных данных

Электронные ресурсы (издания)

1. Тагиева, Р. Ф.; Обработка экспериментальных данных : учебное пособие. 2. ; Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), Казань; 2018; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612867> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Гулд, Х., Панченко, В. А., Полюдов, Е. Н.; Компьютерное моделирование в физике : [В 2 ч.]. Ч. 1. ; Мир, Москва; 1990 (4 экз.)

2. Молоденкова, И. Д.; Обработка экспериментальных данных Ч. 1. Функциональное наполнение пакета прикладных программ; Издательство Саратовского университета, Саратов; 1990 (1 экз.)

3. Поршневу, С. В.; Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 654600 "Информатика и вычисл. техника". ; Горячая линия-Телеком, Москва; 2003 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Institute of Physics (IOP) <http://iopscience.iop.org/>

2. Российский фонд фундаментальных исследований РФФИ <https://www.rfbr.ru/>

3. Университетская библиотека онлайн: <http://biblioclub.ru>

4. Электронная научная библиотека <https://elibrary.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1 Зональная научная библиотека УрФУ. – Режим доступа: lib.urfu.ru

2 Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ. – Режим доступа: <http://www.study.urfu.ru>

3 Государственная публичная научно-техническая библиотека. – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru/>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Математическая обработка экспериментальных данных

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES
--	--	--	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Обеспечение устойчивости вычислительных
процессов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Берегов Руслан Юрьевич	без ученой степени, без ученого звания	Ассистент	Кафедра технической физики
2	Мелких Алексей Вениаминович	доктор физико-математических наук, доцент	Профессор	Кафедра технической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Берегов Руслан Юрьевич, Ассистент, технической физики**
- **Мелких Алексей Вениаминович, Профессор, технической физики**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Теория устойчивости ОДУ и систем ОДУ	Основные понятия теории устойчивости ОДУ и систем ОДУ (определения устойчивости, нулевое решение и точка покоя). Основные теоремы и определения устойчивости СЛДУ. Устойчивость СЛДУ с постоянной матрицей. Критерий Гурвица. Критерий Михайлова.
P2	Теория устойчивости дифференциальных уравнений в частных производных	Основные определения. Математическое описание устойчивости дифференциальных уравнений в частных производных. Обусловленность, сходимость и устойчивость методов их решения.
P3	Устойчивость численных методов решения дифференциальных уравнений	Явные и неявные методы решения задачи Коши, их устойчивость. Устойчивость численных методов решения задачи Коши. Нуль-устойчивость, абсолютная устойчивость. Понятие о жестких задачах, методы решения жестких задач.
P4	Устойчивость разностных схем	Устойчивость разностных схем. Энергетический признак устойчивости. Энергетическое тождество. Необходимое и достаточное условие устойчивости разностной схемы.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечение устойчивости вычислительных процессов

Электронные ресурсы (издания)

1. Вержбицкий, В. М.; Численные методы математической физики : учебное пособие.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=602377> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Швыдкий, В. С., Ярошенко, Ю. Г.; Элементы теории систем и численные методы моделирования процессов тепломассопереноса : Учебник для вузов.; Интермет Инжиниринг, Москва; 1999 (1 экз.)

2. Рено, Н. Н.; Алгоритмы численных методов : метод. пособие.; КДУ, Москва; 2007 (1 экз.)

3. Шампайн, Л. Ф., Гладвел, И., Томпсон, С., Макаров, И. А.; Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием MATLAB : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург; 2009 (1 экз.)

4. Бахвалов, Н. С.; Численные методы : Учеб. пособие для вузов. Т. 1. Анализ, алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения; Наука, Москва; 1975 (9 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

<http://www.edu.ru>

<http://lib.urfu.ru>

<http://минобрнауки.рф>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

<https://elar.urfu.ru>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечение устойчивости вычислительных процессов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Вычислительное моделирование явлений
разупорядочения и переноса в реакторных
материалах

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Купряжкин Анатолий Яковлевич	д.ф.-м.н., профессор	профессор	технической физики
2	Некрасов Кирилл Александрович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	технической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Купряжкин Анатолий Яковлевич, профессор, технической физики
- Некрасов Кирилл Александрович, Доцент, технической физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Цели и задачи курса. Особенности методов физического и математического моделирования. Структура и объем курса. Его связь с другими изучаемыми дисциплинами. Цели, задачи, методы и возможности компьютерного моделирования. Применение методов вычислительного моделирования для решения фундаментальных и прикладных задач. Общая схема метода вычислительного моделирования.
P2	Основные математические операции в вычислительных методах физики	Численное дифференцирование. Использование разложения функций в ряд Тейлора. Двух, трех и пяти точечные схемы численного дифференцирования. Численное интегрирование. Метод трапеций. Формула Симпсона. Учет особенностей исходных интегралов. Нахождение корней уравнений. Метод шагового поиска. Метод Ньютона – Рафсона. Метод секущих.
P3	Основные численные методы решения дифференциальных уравнений первого порядка	Простые методы решения дифференциальных уравнений первого порядка. Многошаговые и неявные методы решения дифференциальных уравнений первого порядка. Методы Рунге – Кутты.
P4	Особенности численного решения дифференциальных уравнений второго порядка	Краевые задачи и задачи на собственные значения. Примеры уравнений. Алгоритм Нумерова. Прямое интегрирование краевых задач. Особенности решения уравнений эллиптического типа. Постановка задачи и разновидности эллиптических уравнений. Дискретизация уравнений и вариационный принцип. Граничные условия. Итерационные

		<p>методы решения краевых задач. Дискретизация уравнения диффузии с переменным коэффициентом диффузии. Особенности решения уравнений параболического типа. Постановка задачи. Простейший способ дискретизации и численная неустойчивость. Неявные разностные схемы. Уравнение диффузии и двумерные краевые задачи. Особенности применения схемы интегрирования по времени. Критерии выбора и оценки. Согласованность дискретных и непрерывных уравнений. Точность решения дифференциальных уравнений. Устойчивость решения дифференциальных уравнений.</p>
<p>P5</p>	<p>Метод решеточной статики в моделировании реакторных материалов</p>	<p>Расчет релаксации кристаллической решетки методом статики решетки в приближении оболочечной модели. Ионная модель кристалла и приближение парных потенциалов взаимодействия. Учет поляризации ионов в окрестности дефектов. Оболочечная модель. Оболочечная модель иона. Принципы определения эмпирических потенциалов взаимодействия ионов и параметров оболочечной модели. Определение параметров оболочечной модели из диэлектрических свойств реальных кристаллов. Моделирование ионных кристаллов методом статики решетки. Формирование модельного кристалла. Расчет удельной энергии кристалла с периодическими граничными условиями. Вычисление кулоновской энергии модельного кристалла методом Эвальда. Оптимизация координат ионов. Расчет энергий собственного разупорядочения диоксида урана. Моделирование дислокаций в диоксиде урана. Расчет энергий атомов гелия и ксенона в различных позициях UO₂. Междоузельная диффузия ксенона. Моделирование газового набухания в диоксиде урана методом статики решетки. Энергии взаимодействия внедренных в кристаллы атомов гелия и ксенона с окружением. Изменение объема кристаллов диоксида урана при образовании точечных дефектов.</p>
<p>P6</p>	<p>Метод молекулярной динамики</p>	<p>Обоснование метода молекулярной динамики. Цель метода. Выбор модельного потенциала межчастичного взаимодействия. Эмпирические потенциалы взаимодействия. Короткодействующие (валентные) силы. Простые аналитические формы потенциалов взаимодействия. Математический аппарат молекулярной динамики. Граничные условия в методе молекулярной динамики. Применение периодических граничных условий Рябова при молекулярно-динамическом моделировании кристаллов. Одномерная цепочка атомов. Уравнения движения частиц в ячейке переменного объема и постоянной формы. Уравнения движения частиц в ячейке с переменными объемом и формой. Определение макроскопических величин в методе молекулярной динамики. Определение температуры моделируемой системы. Изохорная и изобарная теплоемкости. Определение давления в моделируемой системе. Изменение энтропии. Определение полной и поверхностной энергии системы. Расчет коэффициента диффузии методом молекулярной динамики. Погрешность определения термодинамических характеристик моделируемой системы. Исследование структуры. Идентификация фазовых состояний в</p>

		методе молекулярной динамики. Радиальная функция распределения. Коэффициент диффузии. Автокорреляционная функция скорости. Структурный фактор. Моделирование диффузии кислорода в диоксиде урана в области фазовых переходов. Моделирование высокотемпературной диффузии ионов урана в нанокристаллах диоксида урана. Установление механизмов диффузии кислорода в гиперстехиометрическом диоксиде урана. Моделирование состояния включений ксенона в диоксиде урана методом молекулярной динамики.
P7	Метод Монте – Карло	Основные характеристики метода. Моделирование случайных величин. Равномерно распределенные случайные величины. Нормальные случайные величины. Правило «Трех сигм». Вероятная ошибка. Существо центральной предельной теоремы теории вероятностей. Применение метода Монте – Карло. Схема метода. Получение случайных величин на ЭВМ. Таблицы случайных чисел. Генераторы случайных чисел. Псевдослучайные числа. Преобразования случайных величин. Разыгрывание дискретной случайной величины. Разыгрывание непрерывной случайной величины, равномерно распределенной случайной величины. Разыгрывание непрерывной случайной величины с помощью метода Неймана. Разыгрывание нормальных величин. Применение метода Монте – Карло. Прохождение нейтронов сквозь пластину. Простейший вариант задачи. Моделирование истинных траекторий нейтронов. Моделирование прохождения нейтронов через пластину с использованием «веса» нейтрона. Расчет системы массового обслуживания. Постановка задачи. Схема расчета простейшей задачи.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительное моделирование явлений разупорядочения и переноса в реакторных материалах

Электронные ресурсы (издания)

1. Коршиков, В. Д.; Моделирование процессов тепло- и массопереноса; Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, Липецк; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/55643.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Бронштейн, И. Н.; Справочник по математике : для инженеров и учащихся втузов.; Наука, Москва; 1986 (22 экз.)

2. Хокни, Р., Липатов, А. С., Полюдов, А. Н., Сагдеев, Р. З., Шевченко, В. И.; Численное моделирование

методом частиц; Мир, Москва; 1987 (3 экз.)

3. Гулд, Х., Полюдов, А. Н., Панченко, В. А.; Компьютерное моделирование в физике : в 2 ч. Ч. 1. ; Мир, Москва; 1990 (5 экз.)

4. Гулд, Х., Полюдов, А. Н., Панченко, В. А.; Компьютерное моделирование в физике : в 2 ч. Ч. 2. ; Мир, Москва; 1990 (5 экз.)

5. Мак-Кракен, Д., Наймарк, Б. М., Казак, Б. Н.; Численные методы и программирование на ФОРТРАНе; Мир, Москва; 1977 (23 экз.)

6. Шуп, Т. Е., Терри Е.; Прикладные численные методы в физике и технике; Высшая школа, Москва; 1990 (6 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).

2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).

3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).

4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).

5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).

6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).

8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).

9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).

10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).

11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).

12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).

13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).

14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).

15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).

16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).

17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).

18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).

19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).

20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).
2. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).
3. ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
4. Зональная научная библиотека УрФУ(<http://lib.urfu.ru>).
5. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вычислительное моделирование явлений разупорядочения и переноса в реакторных материалах

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного	Приобретение прав использования программного обеспечения WolframResearch Mathematica Mathematica 6.0.1 Educational Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0

		<p>процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Системы и технологии управления
параллельными вычислениями

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Купряжкин Анатолий Яковлевич	д.ф.-м.н., профессор	профессор	технической физики
2	Некрасов Кирилл Александрович	кандидат физико- математических наук, без ученого звания	Доцент	технической физики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 6 от 11.02.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Купряжкин Анатолий Яковлевич, профессор, технической физики
- Некрасов Кирилл Александрович, Доцент, технической физики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Цели и задачи курса. Архитектура и принципы работы обычных ЭВМ с центральным процессором. Структура традиционной ЭВМ, организация ее работы. Иерархия памяти компьютера. Выполнение команд. Требования к коммуникационным линиям и устройства ввода вывода.
P2	Методы повышения производительности традиционных ЭВМ	Распараллеливание расчетов. Конвейерная обработка данных и команд. Высокопроизводительные процес-соры. Суперскалярные процессоры. Процессоры RISC с сокращенным набором команд. Процессоры со сверхдлинным командным словом. Векторные процессоры. Процессоры для параллельных вычислений. Процессоры с многопоточной архитектурой. Процессоры Pentium. Требования к памяти высокопроизводительных ЭВМ. Коммуникационная сеть высокопроизводительных ЭВМ. Статические и динамические топологии и маршрутизация коммуникационных систем. Многокаскадные сети и методы коммуникации. Классификация архитектур параллельных вычислений.
P3	Типы архитектур высокопроизводительных вычислительных систем	SIMD архитектура с разделяемой и распределенной памятью. MIMD архитектура с разделяемой и распределенной памятью. Комбинированные системы Мультипроцессорные и мультикомпьютерные системы. Кластеры ПЭВМ и рабочих станций. Особенности параллельного программирования.

P4	Потоковые параллельные вычисления для физического моделирования. Графические процессоры	Общие принципы распараллеливания расчетов. Обмен данными между процессором и памятью. Графические процессоры как вычислительные системы для поточно-параллельных расчетов. Вычислительные возможности центральных процессоров общего назначения и графических процессоров. Графический конвейер. Взаимодействие графического процессора с памятью. Средства программирования графических процессоров. Общая структура программы для физического моделирования на графическом процессоре. Необходимое программное обеспечение. Области использования графических процессоров.
P5	Общие принципы практической реализации параллельных алгоритмов на графических процессорах	Представление данных для графического процессора. Программирование вычислительного ядра. Организация взаимодействия центрального и графического процессоров, распределение задач между ними. Пример программ сложения и перемножения матриц.
P6	Высокоскоростное моделирование молекулярных систем с дальним действием. Молекулярная динамика на графическом процессоре	<p>Принципы моделирования ионных кристаллов методом молекулярной динамики. Методы численного решения дифференциальных уравнений. Программирование графического процессора для расчёта действующих на ионы результирующих сил.</p> <p>Исходные данные, представление исходных данных для GPU. Алгоритм расчёта результирующих сил с использованием графического процессора. Подпрограмма для расчёта результирующей силы. Этапы алгоритма моделирования, исполняемые на CPU. Процедуры для CPU, обеспечивающие работу с графическим процессором. Постановка граничных условий и стабилизация макросостояния молекулярно-динамической системы. Компенсация импульса и момента импульса. Стабилизация температуры.</p> <p>Актуальность моделирования. Высокоскоростные алгоритмы моделирования систем с дальнедействующими силами. Методика высокоскоростного молекулярно-динамического моделирования диоксида урана. Экспериментальные результаты и их обсуждение. Анализ зависимостей среднего квадрата смещения ионов кислорода от времени.</p> <p>Задача восстановления потенциалов межчастичных взаимодействий в кристаллах. Исходные данные и метод восстановления потенциалов. Модель и детали реализации.</p>
P7	Стохастические методы моделирования	Генерирование последовательностей псевдослучайных чисел при распараллеливании задач физико-математического моделирования. Применение метода Монте-Карло на примерах вычисления интегралов, решения уравнения диффузии, моделирования миграции нейтронов в веществе. Стохастическое моделирование газов методом мажорантной частоты.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы и технологии управления параллельными вычислениями

Электронные ресурсы (издания)

1. Коршиков, В. Д.; Моделирование процессов тепло- и массопереноса; Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, Липецк; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/55643.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Орлов, С. А.; Организация ЭВМ и систем. Фундаментальный курс по архитектуре и структуре современных компьютерных средств : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению "Информатика и вычислительная техника" : стандарт третьего поколения.; Питер, Санкт-Петербург; 2015 (4 экз.)

2. Воеводин, В. В., Воеводин, В. В.; Параллельные вычисления : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика".; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2002 (5 экз.)

3. Столлингс, Столлингс У.; Структурная организация и архитектура компьютерных систем. Проектирование и производительность; Вильямс, Москва ; СПб. ; Киев; 2002 (4 экз.)

4. Бронштейн, И. Н.; Справочник по математике : для инженеров и учащихся втузов.; Наука, Москва; 1986 (22 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Полнотекстовая БД American Chemical Society (<http://pubs.acs.org/>).

2. Полнотекстовая БД American Institute of Physics (<http://scitation.aip.org/>).

3. Полнотекстовая БД American Physical Society (<https://journals.aps.org/about>).

4. Полнотекстовая БД Annual Reviews Science Collection (<http://www.annualreviews.org>).

5. Полнотекстовая БД Applied Science & Technology Source (<http://search.ebscohost.com>).

6. Полнотекстовая БД eLibrary - научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

7. Реферативная БД INSPEC. EBSCO publishing (<http://search.ebscohost.com/>).

8. Полнотекстовая БД Institute of Physics (IOP) (<http://iopscience.iop.org/>).

9. Библиографическая БД Journal Citation Reports (JCR). Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com/>).

10. Полнотекстовая БД Nature (<https://www.nature.com/siteindex>).

11. Полнотекстовая БД Optical Society of America (OSA) (<https://www.osapublishing.org/about.cfm>).

12. Полнотекстовая БД Questel Patent (<https://www.orbit.com/>).

13. Полнотекстовая БД Science AAAS (American Association for the Advancement of Science) (<http://www.sciencemag.org/>).
14. Полнотекстовая БД ScienceDirect Freedom Collection (<http://www.sciencedirect.com/>).
15. Реферативная БД Scopus (<http://www.scopus.com/>).
16. Полнотекстовая БД Springer Materials (<https://materials.springer.com/>).
17. Полнотекстовая БД Springer Nature Experiments (<https://experiments.springernature.com/>).
18. Полнотекстовая БД SpringerLink (<https://link.springer.com/>).
19. Реферативная БД Web of Science Core Collection (<http://apps.webofknowledge.com/>).
20. Полнотекстовая БД Wiley Journal Database (<http://onlinelibrary.wiley.com/>).

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Министерство образования и науки Российской Федерации (<http://минобрнауки.рф/>).
2. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>).
3. ООО Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>).
4. Зональная научная библиотека УрФУ (<http://lib.urfu.ru>).
5. Электронный научный архив УрФУ (<https://elar.urfu.ru>).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы и технологии управления параллельными вычислениями

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется

2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
4	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	Microsoft Windows 8.1 Pro 64-bit RUS OLP NL Acdmc