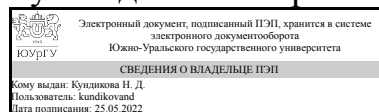


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



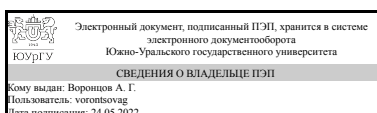
Н. Д. Кундикова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.О.05 Методы компьютерного моделирования физических процессов  
**для направления** 03.04.01 Прикладные математика и физика  
**уровень** Магистратура  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Физика наноразмерных систем

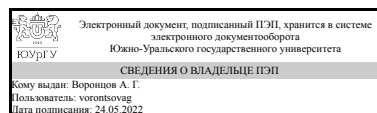
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 898

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., доц.



А. Г. Воронцов

Разработчик программы,  
д.физ.-мат.н., доц., заведующий  
кафедрой



А. Г. Воронцов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью данной дисциплины является продемонстрировать методики моделирования различных физических процессов. Основные задачи курса: - познакомить студентов с основами проведения вычислений на ЭВМ; - сформировать у студентов необходимый объем знаний о прикладном программировании и вычислительных методах моделирования; - получение студентами практических навыков по разработке и использованию программ.

## Краткое содержание дисциплины

Методы компьютерного моделирования занимают лидирующее положение в научных исследованиях и при отработке новых технологических циклов. Они позволяют в разы сократить время поиска оптимального решения и на порядки снизить его стоимость. Поэтому любой современный ученый или инженер обязан иметь навыки моделирования систем и процессов. Дисциплина “Методы компьютерного моделирования физических процессов” дает представление о математических основах моделирования физических явлений и формирует у студента навыки в области использования вычислительной техники для решения актуальных задач физики. Курс состоит из четырех частей: - Основы вычислений на компьютере - Простейшие физические процессы. Обыкновенные дифференциальные уравнения - Процессы, происходящие в средах. Дифференциальные уравнения в частных производных - Вероятностные методы в физике. Метод Монте-Карло

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает: основные принципы построения моделей и их компьютерных реализаций; этапы создания программ для моделирования случайных и детерминированных процессов; основные этапы решения естественнонаучных задач с помощью ЭВМ Умеет: выбирать оптимальные методики создания и использования программ для решения физических задач; контролировать достоверность результатов и анализировать причину ошибок; Имеет практический опыт: формализации задачи и построения ее математической модели;
ОПК-2 Способен самостоятельно осваивать и применять современные математические методы исследования, анализа и обработки данных, компьютерные программы, средства их разработки, научно-исследовательскую, измерительно-аналитическую и технологическую аппаратуру (в соответствии с избранным направлением прикладных математики и физики)	Знает: методы обработки массивов данных; методы анализа числовых данных ;современное состояние вычислительных технологий; основные методы компьютерного моделирования, применяющимися в физике; Умеет: визуализировать числовые данные, выделять зависимости; анализировать поставленную задачу, находить алгоритмы ее решения;

	Имеет практический опыт: подготовки данных моделирования для визуализации; интерпретации численных данных, полученных в результате расчета; создания компьютерных программ
--	--

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	1.О.04 Суперкомпьютерное моделирование и технологии

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 40,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	103,75	103,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к зачету	23,75	23,75	
Выполнение домашних заданий, оформление отчетов	80	80	
Консультации и промежуточная аттестация	8,25	8,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение. Математические основы моделирования физических процессов.	8	4	4	0
2	Простейшие физические процессы. Обыкновенные	8	4	4	0

	дифференциальные уравнения				
3	Процессы, происходящие в средах. Дифференциальные уравнения в частных производных	8	4	4	0
4	Вероятностные методы в физике. Метод Монте-Карло	8	4	4	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Представление чисел в ЭВМ. Ошибки ограничения, ошибки округления. Вычисление суммы ряда	2
2	1	Простейшие вычислительные алгоритмы. Сходимость результата. Уточнение результата. Оценка времени вычислений.	2
3	2	Обыкновенные дифференциальные уравнения. Нормальная форма записи уравнений. Решение задачи Коши. Методы Рунге - Кутты	2
4	2	Жесткие системы, неявные схемы решение ОДУ. Решение краевых задач для ОДУ.	2
5	3	Решение линейных ДУЧП. Получение аналитического решения и его численное использование. Выбор базиса для уравнений различного типа.	2
6	3	Постановка задачи для ДУЧП разных видов. Разностные схемы. Явные и неявные схемы, устойчивость решения.	2
7	4	Метод Монте-Карло. Получение и проверка случайных чисел. Получение случайных величин с заданным распределением. Вычисление интегралов методом Монте-Карло.	2
8	4	Моделирование случайных процессов. Оценка точности. Пути повышения эффективности	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Простейшие вычисления. Контроль точности.	4
1	2	Решение обыкновенного дифференциального уравнения	4
1	3	Решение дифференциального уравнения в частных производных разностным методом	4
1	4	Моделирование случайного процесса методом Монте-Карло	4

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к зачету	Соболев А.Н. Гл.1-3, Соболев И.М. Гл 1-2, Бахвалов Н.С. Гл. 1-5.	1	23,75
Выполнение домашних заданий,	Соболев А.Н. Гл.1-3, Соболев И.М. Гл 1-2,	1	80

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	1	Текущий контроль	Задание 1	1	15	Компьютерная программа (4 балла) выполняет необходимые действия - 1 балл понятный код программы - 1 балл наличие комментариев - 1 балл оптимальность кода - 1 балл Оформление отчета (6 баллов) титольный лист, задание - 1 балл ясное описание методики вычислений - 1 балл ясное описание результатов - 1 балл грамотное оформление графиков, таблиц - 1 балл наличие вывода - 1 балл вывод соответствует результатам - 1 балл Защита отчета, ответы на вопросы (5 баллов) 5 баллов - полные ответы на все вопросы по отчету и программе 4 балла - ответы на все вопросы по отчету и программе с недочетами 3 балла - затруднения при ответах на некоторые вопросы 2 балла - затруднение при ответах на половину вопросов 1 балла - затруднение при ответах практически на все вопросы 0 баллов - нет ответов на вопросы	дифференцированный зачет
2	1	Текущий контроль	Задание 2	1	15	Компьютерная программа (4 балла) выполняет необходимые	дифференцированный зачет

					<p>действия - 1 балл  понятный код программы - 1 балл  наличие комментариев - 1 балл  оптимальность кода - 1 балл  Оформление отчета (6 баллов)  титульный лист, задание - 1 балл  ясное описание методики вычислений - 1 балл  ясное описание результатов - 1 балл  грамотное оформление графиков, таблиц - 1 балл  наличие вывода - 1 балл  вывод соответствует результатам - 1 балл  Защита отчета, ответы на вопросы (5 баллов)  5 баллов - полные ответы на все вопросы по отчету и программе  4 балла - ответы на все вопросы по отчету и программе с недочетами  3 балла - затруднения при ответах на некоторые вопросы  2 балла - затруднение при ответах на половину вопросов  1 балла - затруднение при ответах практически на все вопросы  0 баллов - нет ответов на вопросы</p>		
3	1	Текущий контроль	Задание 3	1	15	<p>Компьютерная программа (4 балла)  выполняет необходимые действия - 1 балл  понятный код программы - 1 балл  наличие комментариев - 1 балл  оптимальность кода - 1 балл  Оформление отчета (6 баллов)  титульный лист, задание - 1 балл  ясное описание методики вычислений - 1 балл  ясное описание результатов - 1 балл  грамотное оформление графиков, таблиц - 1 балл  наличие вывода - 1 балл  вывод соответствует результатам - 1 балл</p>	дифференцированный зачет

						<p>Защита отчета, ответы на вопросы (5 баллов)  5 баллов - полные ответы на все вопросы по отчету и программе  4 балла - ответы на все вопросы по отчету и программе с недочетами  3 балла - затруднения при ответах на некоторые вопросы  2 балла - затруднение при ответах на половину вопросов  1 балла - затруднение при ответах практически на все вопросы  0 баллов - нет ответов на вопросы</p>	
4	1	Текущий контроль	Задание 4	1	15	<p>Компьютерная программа (4 балла)  выполняет необходимые действия - 1 балл  понятный код программы - 1 балл  наличие комментариев - 1 балл  оптимальность кода - 1 балл  Оформление отчета (6 баллов)  титольный лист, задание - 1 балл  ясное описание методики вычислений - 1 балл  ясное описание результатов - 1 балл  грамотное оформление графиков, таблиц - 1 балл  наличие вывода - 1 балл  вывод соответствует результатам - 1 балл  Защита отчета, ответы на вопросы (5 баллов)  5 баллов - полные ответы на все вопросы по отчету и программе  4 балла - ответы на все вопросы по отчету и программе с недочетами  3 балла - затруднения при ответах на некоторые вопросы  2 балла - затруднение при ответах на половину вопросов  1 балла - затруднение при ответах практически на все вопросы  0 баллов - нет ответов на вопросы</p>	дифференцированный зачет
5	1	Проме-	зачет	-	60	При желании повысить баллы	дифференцированный

		жуточная аттестация			студенты исправляют решение заданий 1-4 и дорабатывают отчеты. Баллы выставляются согласно критериям за задания 1-4.	зачет
--	--	---------------------	--	--	--	-------

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Зачет выставляется по результатам текущего контроля. При желании увеличить баллы студенты дорабатывают и сдают задания 1-4. Прохождение аттестационного мероприятия не обязательно.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
УК-2	Знает: основные принципы построения моделей и их компьютерных реализаций; этапы создания программ для моделирования случайных и детерминированных процессов; основные этапы решения естественнонаучных задач с помощью ЭВМ	+	+	+	+	+
УК-2	Умеет: выбирать оптимальные методики создания и использования программ для решения физических задач; контролировать достоверность результатов и анализировать причину ошибок;	+	+	+	+	+
УК-2	Имеет практический опыт: формализации задачи и построения ее математической модели;	+	+	+	+	+
ОПК-2	Знает: методы обработки массивов данных; методы анализа числовых данных ;современное состояние вычислительных технологий; основные методы компьютерного моделирования, применяющимся в физике;	+	+	+	+	+
ОПК-2	Умеет: визуализировать числовые данные, выделять зависимости; анализировать поставленную задачу, находить алгоритмы ее решения;	+	+	+	+	+
ОПК-2	Имеет практический опыт: подготовки данных моделирования для визуализации; интерпретации численных данных, полученных в результате расчета; создания компьютерных программ	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

1. Соболев, И. М. Численные методы Монте-Карло [Текст] И. М. Соболев. - М.: Наука, 1973. - 311 с. черт.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены



г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Соболев, А. Н. Компьютерная физика [Текст] учеб. пособие по направлению "Приклад. математика и физика" А. Н. Соболев, А. Г. Воронцов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Общ. и теорет. физика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2016. - 118, [1] с. ил. электрон. версия
2. Воронцов А.Г. Курс по компьютерным вычислениям [Электронный ресурс] <http://physics.susu.ac.ru/vorontsov/>

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Соболев, А. Н. Компьютерная физика [Текст] учеб. пособие по направлению "Приклад. математика и физика" А. Н. Соболев, А. Г. Воронцов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Общ. и теорет. физика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2016. - 118, [1] с. ил. электрон. версия
2. Воронцов А.Г. Курс по компьютерным вычислениям [Электронный ресурс] <http://physics.susu.ac.ru/vorontsov/>

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Бахвалов, Н.С. Численные методы. [Электронный ресурс] / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: — Загл. с экрана. <a href="http://e.lanbook.com/book/70767">http://e.lanbook.com/book/70767</a>
2	Методические пособия для самостоятельной работы студента	Учебно-методические материалы кафедры	Воронцов А.Г. Курс по компьютерным вычислениям [Электронный ресурс] <a href="http://physics.susu.ac.ru/vorontsov/">http://physics.susu.ac.ru/vorontsov/</a>
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Уэс, М. Python и анализ данных. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2015. — 482 с. — Режим доступа: — Загл. с экрана. <a href="http://e.lanbook.com/book/73074">http://e.lanbook.com/book/73074</a>
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики : учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-0695-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167894">https://e.lanbook.com/book/167894</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. -Python(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	604 (1б)	Компьютерный класс с выходом в интернет и проектором для демонстрации материалов с компьютера. Предустановленные язык программирования Python с модулями
Практические занятия и семинары	604 (1б)	Компьютерный класс с выходом в интернет и проектором для демонстрации материалов с компьютера. Предустановленные язык программирования Python с модулями