

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
“ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
ядерной физики  
 Кадменский С.Г.  
28.08.2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.17.02 Вычислительная физика (Практикум на ЭВМ)**

**1. Код и наименование направления подготовки:**

03.03.02 Физика

**2. Профиль подготовки:** Физика

**3. Квалификация выпускника:** бакалавр физики

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:** к.ф.м.н., доцент Титова Лариса Витальевна

**7. Рекомендована:** Научно-методическим советом физического факультета, протокол № 6 от 26.06.2019

РП продлена на 2022-2023 учебный год НМС физического факультета  
14.06.2022, протокол №6, отметки о продлении вносятся вручную)

**8. Учебный год:** 2021/2022

**Семестр(ы):** 6

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью дисциплины «Вычислительная физика» является ознакомление студентов с задачами моделирования физических процессов и явлений, рядом основных вычислительных методов, применяемых при решении физических задач и при обработке данных эксперимента, способами их оптимальной реализации на компьютере, оценками погрешности результата проводимых расчетов, формированием практических навыков программирования основных математических алгоритмов, применяемых при описании физических явлений.

Задачи освоения дисциплины – получение практических навыков программирования основных математических алгоритмов, применяемых при описании физических явлений, которые могут быть использованы в физическом эксперименте, а также при создании численной модели реального физического явления.

### 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина блока Б1 вариативной части.

Дисциплина основана на дисциплинах блока Общая физика, таких как: Механика, Атомная физика, Квантовая механика, Физика атомного ядра и элементарных частиц, а также на дисциплинах Программирование и Численные методы и математическое моделирование.

### 11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины: **ОПК-2; ОПК-5; ОПК-6; ПК-5**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
<b>Общепрофессиональные</b>		
ОПК-2	способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	<p>знать: способы упрощения физических моделей, планирования модельного эксперимента и обработки результатов на персональном компьютере</p> <p>уметь: создавать математические модели физических явлений в разных областях физики</p> <p>владеть навыками численных расчетов в рамках математической модели физических явлений в разных областях физики.</p>
ОПК-5	способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером	<p>знать: основы подхода к анализу информационных процессов; этапы компьютерного эксперимента, основы численных методов,</p> <p>уметь: использовать информационные технологии для решения физических задач, работать с электронными таблицами</p>

	как со средством управления информацией	содержащими данные, результаты вычислений, графики. Владеть (иметь навык(и)): навыками использования информационных технологий для решения физических задач, навыками работы с редактором электронных таблиц, методами решения различных математических задач.
ОПК-6	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: способы использования компьютерных и информационных технологий в практической деятельности, назначение и применение прикладных программных продуктов в научных исследованиях, экспериментах и т.п.; Уметь: применять вычислительную технику для решения практических задач
ПК-5	способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	Знать: назначение и применение прикладных программных продуктов в научных исследованиях и экспериментах уметь: при помощи компьютера численно решать вычислительные физические задачи, обрабатывать данные физического эксперимента, моделировать физические явления; строить математические модели для описания простейших физических явлений; обрабатывать результаты измерений с помощью офисных программ, интерпретировать результаты математического моделирования, анализировать экспериментальные данные в программных пакетах; владеть навыками работы с пакетами прикладных и офисных программ; навыками определения погрешностей вычислений.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) : 2 /72.**

**Форма промежуточной аттестации зачет**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		6
Аудиторные занятия		
в том числе: лекции		

Практические		
Лабораторные	32	32
Самостоятельная работа	40	40
Форма промежуточной аттестации (зачет)		
Итого:	72	72

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>Лабораторные занятия</b>		
№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Введение. Предмет вычислительной физики	Основные понятия вычислительной физики. Вычислительный эксперимент.
2	Элементы численных методов:	Вычисление определенных интегралов, решение трансцендентных уравнений, задачи линейной алгебры, задача Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
3	Компьютерное моделирование задач механики	Моделирование движения тела в поле тяготения Земли. Бросок тела под углом к горизонту при учете сопротивления воздуха. Движение тела в центральном поле планеты.
4	Компьютерное моделирование задач квантовой физики	Тепловое излучение тела. Формула Стефана-Больцмана, закон Вина. Моделирование остывание нагретых тел.
5	Фурье-анализ непрерывных и дискретных функций	Разложение периодических сигналов различной формы в спектр Фурье, анализ амплитудно-частотных характеристик спектра. Спектральный анализ дискретных функций.
6	Компьютерное моделирование задач квантовой механики	Методы численного решения стационарного уравнения Шредингера. Уравнение Шредингера для электрона в потенциальной яме. Нахождение уровней энергии электрона в прямоугольной яме, в яме более сложной формы.
7	Компьютерное моделирование задач ядерной физики	Моделирование на основе метода Монте-Карло. Взаимодействие нейтронов с веществом. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Потери энергии. Радиоактивные распады атомных ядер и цепочки ядерных превращений.
8	Регрессионный анализ	Линейный регрессионный анализ (МНК). Линейная аппроксимация данных измерений.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение. Предмет вычислительной физики				2	2

2	Элементы численных методов			2	8	10
3	Компьютерное моделирование задач механики			6	4	10
4	Компьютерное моделирование задач квантовой физики			4	4	8
5	Компьютерное моделирование задач радиофизики			4	4	8
6	Компьютерное моделирование задач квантовой механики			6	6	12
7	Компьютерное моделирование задач ядерной физики			6	6	12
8	Регрессионный анализ			4	6	10
				32	40	72

**14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины** (рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Подготовку к лабораторным занятиям следует проводить с использованием учебной и учебно-методической литературы, перед написанием программы, необходимо построить математическую модель физического явления, ознакомиться с численными методами, необходимыми для реализации вычислений в рамках модели, написать программу на языке программирования высокого уровня, представить результаты вычислений в наглядной форме, например, с использованием пакетов прикладных программ, сделать выводы по результатам выполнения лабораторной работы, оформить отчет.

Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Федоренко, Радий Петрович. Введение в вычислительную физику : [учебное пособие для вузов] / Р.П. Федоренко ; под ред. и с доп. А.И. Лобанова .— 2-е , испр. и доп. изд. — Долгопрудный : Интеллект, 2008 .— 503 с. : ил.,табл. — (Физтехковский учебник) .— Библиогр.: с.494-499 .
2	Лужков, А.А. Основы вычислительной физики / А.А. Лужков, В.И. Сельдяев ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена». – Санкт-Петербург : РГПУ им. А. И. Герцена, 2013. – 104 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428266">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428266</a>
3	Киреев, Владимир Иванович. Численные методы в примерах и задачах : учебное пособие для студ. вузов / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев .— М. : Высш. шк., 2004 .— 479, [1] с. : ил. — (Прикладная математика для вузов) .— Библиогр.: с. 477-480 .

4	Детлаф А. А. Курс физики : [учеб. пособие для студ. вузов] / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский .— 10-е изд., стер. — Москва : Издательский центр "Академия", 2015 .— 719, [1] с. (20 шт.)
---	--

## б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Кунин С. Вычислительная физика / С.Е. Кунин, под ред. А.Н. Матвеева. – М.: Мир, 1992. – 518 с.
6	Бурсиан, Эрик Викторович. Физика. 100 задач для решения на компьютере : Учебное пособие / Э.В. Бурсиан .— СПб. : МиМ, 1997 .— 252, [1] с. : ил. — (Учебная серия)
7	Бордовский, Геннадий Алексеевич. Физические основы математического моделирования : учебное пособие для студ. физ.-мат. специальностей вузов / Г. А. Бордовский, А. С. Кондратьев, А. Д. Р. Чоудери .— М. : Academia, 2005 .— 315, [1] с. : ил. — (Высшее профессиональное образование. Естественные науки) .— Библиогр.: с. 313 .
8	Зализняк, Виктор Евгеньевич. Основы вычислительной физики : [учебное пособие для студ. вузов по направлению 511600 "Прикладные математика и физика"] / В.Е. Зализняк .— Москва : Техносфера, 2008.
9	Павлова, Т.Ю. Вычислительный эксперимент и подготовка научной публикации / Т.Ю. Павлова. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2009. – 84 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232451">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=232451</a>
10	Моисеев, Н.Г. Теория планирования и обработки эксперимента / Н.Г. Моисеев, Ю.В. Захаров ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2018. – 124 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494313">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=494313</a>
11	Поршнева С.В. Компьютерное моделирование физических систем с использованием пакета MathCAD: Учебное пособие для вузов.– М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 319 с.
12	Бордовский Г.А., Кондратьев А.С., Чоудери А.Д.Р. Физические основы математического моделирования: Учебное пособие для вузов. – М.: Academia, 2005. – 320 с.
13	Задания по вычислительной практике и для лабораторных работ по курсу "Численные методы" /2 курс спец. 0704 - Физика и 20.03 - Микроэлектроника и полупроводниковые приборы" / Сост. С.И.Курганский,А.М.Бугаков,О.И.Дубровский .— Воронеж : ВГУ, 1991 .— 20с.

## в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ Источник
18	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a>
19	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
20	<a href="http://Biblioclub.ru">Biblioclub.ru</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)**

№ п/п	Источник
1	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов направления 03.03.02, - Вахтель В.М., Титова Л.В. – ВГУ. – 2018.

### 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

1. Организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты – [titova\\_lv@phys.vsu.ru](mailto:titova_lv@phys.vsu.ru)
2. ЭБС Университетская библиотека online
3. Программное обеспечение – Microsoft Windows, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox
4. [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru) -ЗНБ ВГУ

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Компьютерный класс с доступом к сети «Интернет»: компьютеры (мониторы, системные блоки) (15 шт.)	г. Воронеж, Университетская пл., 1, ауд. 313А
--	---

### 19. Фонд оценочных средств:

#### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-2 способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	знать: способы упрощения физических моделей, планирования модельного эксперимента и обработки результатов на персональном компьютере уметь: создавать математические модели физических явлений в разных областях физики владеть навыками численных расчетов в рамках математической модели физических явлений в разных областях физики.	Раздел 1 – 8	Устный опрос
ОПК-5 способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией	знать: основы подхода к анализу информационных процессов; этапы компьютерного эксперимента, основы численных методов, уметь: использовать информационные технологии для решения физических задач, работать с электронными таблицами содержащими данные, результаты вычислений, графики. Владеть (иметь навык(и)):	Раздел 1 - 8	Устный опрос

		навыками использования информационных технологий для решения физических задач, навыками работы с редактором электронных таблиц, методами решения различных математических задач.		
ОПК-6	способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: способы использования компьютерных и информационных технологий в практической деятельности, назначение и применение прикладных программных продуктов в научных исследованиях, экспериментах и т.п.; Уметь: применять вычислительную технику для решения практических задач	Раздел 1 – 8	Устный опрос
ПК-5	способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	Знать: назначение и применение прикладных программных продуктов в научных исследованиях и экспериментах уметь: при помощи компьютера численно решать вычислительные физические задачи, обрабатывать данные физического эксперимента, моделировать физические явления; строить математические модели для описания простейших физических явлений; обрабатывать результаты измерений с помощью офисных программ, интерпретировать результаты математического моделирования, анализировать экспериментальные данные в программных пакетах; владеть навыками работы с пакетами прикладных и офисных программ; навыками определения погрешностей вычислений.	Раздел 1 – 8	Устный опрос
<b>Промежуточная аттестация: зачет</b>				Отчет по лабораторным работам

## **19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации**

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено  
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Каждое лабораторное задание оформляется отдельным отчетом с описанием технического задания, входных и выходных данных, основных используемых компонентов, алгоритмов работы, тестовым примером и выводами.

При сдаче работы необходимо объяснить принцип работы программы, ответить на дополнительные вопросы по используемым компонентам и технологиям.

Зачтено	Посещение лабораторных занятий, составление конспектов; выполнение всех лабораторных работ, правильно оформленная работа. Ответы на все контрольные вопросы, удельный вес ошибок при контрольном тестировании - не более 30%.
Незачтено	Наличие пропущенных лабораторных (более 50 %) и неотработанных (не сданных) лабораторных занятий. Ошибки в программах, неправильно оформленная работа, отсутствие ответов на вопросы, удельный вес ошибок при контрольном тестировании - более 30%.

## **19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **19.3.1 Перечень лабораторных работ к зачету:**

1. Моделирование движения тела в поле тяготения Земли. Бросок тела под углом к горизонту при учете сопротивления воздуха. Движение тела в центральном поле планеты.
2. Тепловое излучение тела. Формула Стефана-Больцмана, закон Вина. Моделирование остывание нагретых тел.
3. Разложение периодических сигналов различной формы в спектр Фурье, анализ амплитудно-частотных характеристик спектра. Спектральный анализ дискретных функций.
4. Методы численного решения стационарного уравнения Шредингера. Уравнение Шредингера для электрона в потенциальной яме. Нахождение уровней энергии электрона в прямоугольной яме, в яме более сложной формы.
5. Моделирование на основе метода Монте-Карло. Взаимодействие нейтронов с веществом. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Потери энергии.
6. Радиоактивные распады атомных ядер и цепочки ядерных превращений.
7. Линейный регрессионный анализ (МНК). Линейная аппроксимация данных измерений.

## **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса и отчета по лабораторным работам. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.