

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
ядерной физики

*Л.В. Титова* / Титова Л.В./  
13.06.2024г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.18 Вычислительная физика**

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

14.03.02 Ядерные физика и технологии

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Физика атомного ядра и частиц

**3. Квалификация выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:**

к.ф.м.н., доцент Долгополов Михаил Анатольевич

**7. Рекомендована:**

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 13.06.2024

**8. Учебный год:** 2026/2027

**Семестр(ы):** 6

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- ознакомление студентов с 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; изучение основ вычислительной физики в контексте физической методологии, решения физических задач методами численного эксперимента

Задачи учебной дисциплины:

- сформировать навыки организации исследовательской и методической работы с помощью компьютера; создать концептуальную базу для работы в области информационного моделирования реальных физических явлений и процессов; сформировать навыки и умения в области использования современных информационных технологий; сформировать навыки и умения в области анализа и обработки экспериментальных данных.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина относится к части цикла Б1.В.ОД (Часть, формируемая участниками образовательных отношений).

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения.	ОПК-3.1	Умеет разрабатывать алгоритмы на языках программирования высокого уровня	
ПК-2	Проводит математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.	ПК-2.1	Знает методы расчетно-теоретического исследования физических процессов, создания программ расчета количественных характеристик физических процессов и явлений.	Знать: основные источники современной научно-технической информации. Уметь: использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования. Владеть: современными компьютерными технологиями и базами данных в своей предметной области.
		ПК-2.2	Уметь использовать классические численные методы для решения задач.	
		ПК-2.4	Использует численные методы и современные компьютеры для решения научно-исследовательских задач	

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час —2/72.****Форма промежуточной аттестации** – зачет.**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		6 семестр
Аудиторные занятия		
в том числе:		
лекции		
практические		
лабораторные	44	44
Самостоятельная работа	28	28
в том числе: курсовая работа (проект)		
Контроль		
Форма промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
Итого:	72	72

**13.1. Содержание дисциплины**

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лабораторные работы</b>			
1.1	Обзор возможностей программных средств для аналитических и численных расчетов	СКМ Maxima, Mathematic, Maple.	-
1.2	Решение задач механики	Расчет траекторий движения частиц в поле силы тяжести. Расчет траекторий движения частиц в неинерциальных системах отсчета. Решение задач на закон сохранение импульса.	-
1.3	Решение задач молекулярной физики и термодинамики	Решение задач с использованием уравнений идеального и реальных газов. Расчет теплообмена.	-
1.4	Решение задач по электричеству и магнетизму	Расчет траекторий частиц в электрическом и магнитном полях. Расчет электрических цепей переменного тока и резонансных явлений в этих цепях.	-
1.5	Решение задач теме колебания и волны	Гармонический осциллятор, Расчет стоячих и бегущих волн.	-
1.6	Решение задач теме Оптика	Геометрическая оптика, дифракция, интерференция.	-
1.7	Граничные условия	Варианты задания граничных условий и физико-химических свойств в препроцессоре	-
1.8	Визуализация результатов	Общие подходы к визуализации результатов проведенного моделирования	

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

№ п/ п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контр оль	Всего
1	Обзор возможностей программных средств для аналитических и численных расчетов			5	3		8
2	Решение задач механики			5	3		8
3	Решение задач молекулярной физики и термодинамики			5	3		8
4	Решение задач по электричеству и магнетизму			5	3		8
5	Решение задач теме колебания и волны			6	4		10
6	Решение задач теме Оптика			6	4		10
7	Граничные условия			6	4		10
8	Визуализация результатов			6	4		10
Итого:				44	28		72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изложение материала преподавателем необходимо вести в форме, доступной для понимания. Для улучшения усвоения учебного материала необходимо применять традиционные и современные технические средства обучения. Для самостоятельного изучения отведено время на все разделы курса.

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса, не стесняться задавать преподавателю вопросы для углубленного понимания конкретных проблем курса. Для полного понимания материала следует активно использовать консультации. 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	Мансуров К.Т. Основы программирования в среде Lazarus, 2010. – 772 с.
2	Окулов, Станислав Михайлович. Программирование в алгоритмах : [учебные пособия] / С.М. Окулов .— 4-е изд. — Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2017 .— 383 с.
3	Устинов В.В. Основы алгоритмизации и программирования. Часть 1 [Электронный ресурс] : конспект лекций / В.В. Устинов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 40 с. — 978-5-7782-1366-1. —
4	Устинов В.В. Основы алгоритмизации и программирование. Часть 2 [Электронный ресурс] : конспект лекций / В.В. Устинов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 32 с. — 978-5-7782-2337-0. —

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Тюкачев Н. А. Программирование в Delphi для начинающих : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по специальности 351400 "Прикладная информатика (по областям)" и другим специальностям / Н. Тюкачев, К. Рыбак, Е. Михайлова .— СПб : БХВ-Петербург, 2007 .— 651 с.
7	Скрипченко, Ю.С. Объектно-ориентированное программирование в примерах и задачах : учеб. пособие / Ю.С. Скрипченко, Н.А. Тюкачев, В.Г. Хлебостроев .— Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2006 .— 160 с. : ил.
8	Дарахвелидзе П. Программирование в Delphi 7 / П. Дарахвелидзе, Евгений Марков .— СПб. : БХВ-Петербург, 2005 .— 781 с.
9	Введение в DELPHI : М/у к спец. курсу "Разработка Windows-приложений" для студ. 3 к. д/о и 4 к. в/о фак. ПММ / Воронеж. гос. ун-т. Каф. техн. кибернетики и автомат. регулирования; Сост. В. Г. Рудалев, А. И. Кремер .— Воронеж, 2000 .— 36 с.
10	Бабушкина И.А.Практикум по объектно-ориентированному программированию/ И.А.Бабушкина, С.М.Окулов.— Издательство: "БИНОМ. Лаборатория знаний", ISBN: 978-5-9963-0954-2, 2012, 366 с // Издательство «Лань»: электронно-библиотечная система.
11	Осипов В.П. Практикум по программированию на языке Delphi. Часть 1/ В.П.Осипов.— Издательство: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 111 с.

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

№ п/п	Ресурс
	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
	<a href="http://https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> – Электронный университет ВГУ

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

№ п/п	Источник
1	Практикум на ЭВМ. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / . — Электрон. текстовые данные. — М.: Евразийский открытый институт, 2012. — 263 с. — 978-5-374-00600-1. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14644.html">http://www.iprbookshop.ru/14644.html</a>
2	Груздев, Денис Владиславович. Базы данных: SQL, DELPHI, ORACLE: учебно-методическое пособие для вузов: [для студ.3 к. мат. фак. Воронеж. гос. ун-та всех форм обучения, сдающих экзамен и зачет по предмету "Компьютерные науки"] / Д.В. Груздев; Воронеж. гос. ун-т.— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2010 .— 33 с.
3	Борзунов, Сергей Викторович. Параллельное программирование: задачи и решения: учебное пособие / С.В. Борзунов, С.Д. Кургалин ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2018 .— 112 с.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- активные и интерактивные формы проведения занятий;
- компьютерные технологии при проведении занятий:
- презентационные материалы и технологии при объяснении материала на лекционных и практических занятиях;
- специализированное оборудование при проведении лабораторных работ;
- разбор конкретных ситуаций при постановке целей и задач к разработке прикладных программ, при выборе программного обеспечения по установленным критериям, при разработке программ по предусмотренным алгоритмам и методам

Для самостоятельной работы используется ЭБС Университетская библиотека online - [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru) - ЗНБ ВГУ. Программное обеспечение, применяемое при реализации дисциплины – Microsoft Windows, LibreOffice, CodeBlocks, Adobe Reader, Mozilla FireFox.

Дистанционные образовательные технологии (ДОТ) применяются с использованием образовательного портала «Электронный университет ВГУ».

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Компьютерный класс (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации). Специализированная мебель, компьютеры Pentium-II, III (10 шт.), объединенные в локальную сеть с возможностью подключения к сети «Интернет».	г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 507П
Аудитория для самостоятельной работы, компьютерный класс с доступом к сети «Интернет»: компьютеры (мониторы, системные блоки) (15 шт.)	г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 313а

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Обзор возможностей программных средств для аналитических и численных расчетов	ОПК-3 ПК-2	ОПК-3.1 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.4	Устный опрос, собеседование по билетам к зачету
2.	Решение задач механики			
3.	Решение задач молекулярной физики и термодинамики			
4.	Решение задач по электричеству и магнетизму			
5.	Решение задач теме колебания и волны			
6.	Решение задач теме Оптика			
7.	Границные условия			
8.	Визуализация результатов			
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Пункт 20.2.1 Вопросы к зачету

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Устный опрос

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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	Повышенный уровень	Отлично
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	Базовый уровень	Хорошо
Знание основного программного материала на основе качественной характеристики, допускающее погрешности в ответах. Способность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Не знание основного программного материала. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	Неудовлетворительно

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по билетам к зачету

---

### 20.2.1. Перечень вопросов к зачету:

1. Расчет траекторий движения частиц в поле силы тяжести.
2. Расчет траекторий движения частиц в неинерциальных системах отсчета.
3. Решение задач на закон сохранение импульса.
4. Решение задач с использованием уравнений идеального и реальных газов. Расчет теплообмена.
5. Расчет траекторий частиц в электрическом и магнитном полях.
6. Расчет электрических цепей переменного тока и резонансных явлений в этих цепях.
7. Гармонический осциллятор, Расчет стоячих и бегущих волн.
8. Геометрическая оптика, дифракция, интерференция.
9. Варианты задания граничных условий и физико-химических свойств в препроцессоре

10. Общие подходы к визуализации результатов проведенного моделирования

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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное знание учебно-программного материала на уровне количественной характеристики. Выполненные лабораторные работы в полном объеме. Способность самостоятельно ответить на дополнительные корректирующие вопросы преподавателя.	Повышенный уровень	зачтено
Не знание основного программного материала. Отсутствие выполненных лабораторных работ. Неспособность скорректировать ответ под руководством преподавателя.	–	Не засчитано

## ПК-2

Проводит математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

- 1) Тестовые задания с выбором ответов
1. Вычислительная физика – это направление в современной физике, которое
  - 1) занимается исследованием физических задач, допускающих решение с помощью численных методов
  - 2) занимается решением физических задач только в аналитическом виде;
  - 3) производит натурный эксперимент в физике;
  - 4) решает задачи физики путем имитационного моделирования.
2. Воспроизводят геометрические и физические свойства оригинала и всегда имеют реальное воплощение
  - 1) **материальные модели;**
  - 2) информационные модели;
  - 3) вербальные модели;
  - 4) знаковые модели.
3. Какие тенденции в развитии вычислительной физики не соответствуют действительности:
  - 1) разработка алгоритмов решения задач на основе многопроцессорных систем (параллельные вычисления);
  - 2) **увеличение времени расчета задач численными методами;**
  - 3) использование численных методов для получения аналитических решений в системах символьной математики;
  - 4) развитие и применение систем искусственного интеллекта.
4. Совокупность информации, характеризующая свойства и состояние объекта, процесса, явления, а также взаимосвязь с внешним миром
  - 1) материальные модели;
  - 2) **информационные модели;**
  - 3) вербальные модели;
  - 4) знаковые модели.
5. Описание задачи, определение цели моделирования это:
  - 1) **постановка задачи;**
  - 2) разработка модели;
  - 3) компьютерный эксперимент;
  - 4) анализ результатов моделирования.
6. Выяснение свойств, состояний, действия и других характеристик элементарных объектов. Формирование представления об элементарных объектах
  - 1) постановка задачи;
  - 2) **разработка модели;**
  - 3) компьютерный эксперимент;
  - 4) анализ результатов моделирования.

7. Принятие решения, которое должно быть выработано на основе всестороннего анализа полученных результатов

- 1) постановка задачи;
- 2) разработка модели;
- 3) компьютерный эксперимент;
- 4) анализ результатов моделирования.**

8. Процесс построения модели, как правило, предполагает:

- 1) описание всех свойств исследуемого объекта
- 2) выделение наиболее существенных с точки зрения решаемой задачи свойств объекта**
- 3) выделение свойств объекта безотносительно к целям решаемой задачи
- 4) описание всех пространственно-временных характеристик изучаемого объекта

9. Какая математическая модель не относится к стохастическим?

- 1) идеальный газ
- 2) квантовый осциллятор
- 3) материальная точка**
- 4) ни одна из предложенных

10. При анализе движения электронов в диодном промежутке было построено две математические модели: сперва написана программа, моделирующая взаимодействие частиц, затем выведено уравнение движения электронов из теоретических соображений. Какие математические модели были применены в данных случаях?

- 1) сперва аналитическая, затем имитационная
- 2) вначале имитационная, затем аналитическая**
- 3) две аналитические
- 4) две имитационные

11. Укажите численный метод, моделирующий последовательности псевдослучайных чисел с заданными вероятностными характеристиками:

- 1) метод Ньютона
- 2) метод Монте-Карло**
- 3) метод Эйлера
- 4) метод Гаусса

12. Как повысить точность статистического моделирования?

- 1) уменьшив разброс вероятности при генерации псевдослучайных чисел
- 2) увеличив количество опытов**
- 3) увеличив количество элементов
- 4) увеличив время вычислений

13. Какое из понятий не относится к вероятностным характеристикам системы?

- 1) постоянная радиоактивного распада

**2) масса протона**

- 3) распределение вероятности
- 4) корреляционная функция

14. Как можно охарактеризовать метод Монте-Карло?

- 1) Как численный метод, моделирующий на ЭВМ псевдослучайные числовые последовательности с заданными вероятностными характеристиками**
- 2) как численный метод, моделирующий на ЭВМ случайные числовые последовательности с заданными вероятностными характеристиками
- 3) как точный метод, моделирующий на ЭВМ псевдослучайные числовые последовательности с заданными вероятностными характеристиками

4) как точный метод, моделирующий на ЭВМ случайные числовые последовательности с заданными вероятностными характеристиками

15. Какой способ задания зависимости между различными параметрами исследуемых объектов,

**1) аналитический**

2) имитационный

3) натурный

4) табличный

16. Задача о движении в гравитационном поле не встречается в

1) баллистике

2) воздухоплавании

3) космонавтике

**4) физике плазмы**

17. Для учета сопротивления среды при движении тела, брошенного под углом к горизонту необходимо ввести силу:

**1) пропорциональную скорости тела;**

2) пропорциональную массе тела;

3) пропорциональную кинетической энергии тела

4) пропорциональную потенциальной энергии тела

18. Уравнение, соответствующее второму закону Ньютона и описывающее движение тела в гравитационном поле можно решить методом:

**1) методом Эйлера**

2) методом секущих

3) методом касательных

4) методом деления отрезка пополам

19. Движение электрона в потенциальной яме в квантовой механике описывается уравнением:

**1) Шредингера**

2) Ньютона

3) Эйнштейна

4) Менделеева-Клапейрона

20. Для проверки выполнения закона Стефана-Больцмана необходимо:

**1) проинтегрировать спектральную плотность излучения**

2) продифференцировать спектральную плотность излучения

3) найти корни уравнения

4) найти экстремум спектральной плотности излучения

2) Тестовые задания без выбора ответов

1) В чем заключается построение математической модели?

Ответ: в определении связей между теми или иными процессами и явлениями, создании математического аппарата, позволяющего выразить количественно и качественно связь между теми или иными процессами и явлениями, между интересующими специалиста физическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат

2) В зависимости от характера исследуемых реальных физических процессов и систем, на какие группы могут быть разделены математические модели? Ответ: детерминированные и стохастические

3) Какие виды математических моделей получаются при разделении их по принципам построения? Ответ аналитические и имитационные

4) Как называются модели, в которых предполагается отсутствие всяких случайных воздействий и их элементы (элементы модели) достаточно точно установлены? Ответ: детерминированные модели

- 5) Что необходимо сделать для того, чтобы проверить выводы, полученные в результате исследования гипотетической модели? Ответ: необходимо сопоставить результаты исследования модели на ЭВМ с результатами натурного эксперимента
- 6) Какая модель наиболее подходит для описания взаимодействия нейтронов с веществом? Ответ: статистическая
- 7) После исследования кинетики радиоактивных превращений радионуклида вывели систему дифференциальных уравнений, которую решили численно на ЭВМ, какими будут полученные результаты? Ответ: приближенным
- 8) Численный метод предполагает решение в бесконечном цикле итераций. Когда следует прервать процесс вычисления? Ответ: когда будет достигнута заданная точность
- 9) В чем состоит суть компьютерного моделирования? Ответ: на основе математической модели с помощью ЭВМ проводится серия вычислительных экспериментов, т.е. исследуются свойства объектов или процессов, находятся их оптимальные параметры и режимы работы, уточняется модель
- 10) Посредством чего в вероятностных аналитических моделях учитывается влияние случайных факторов? Ответ: с помощью задания вероятностных характеристик случайных процессов
- 11) Какими уравнениями описываются динамические системы - системы, в которых входные переменные являются функциями от времени или каких-либо других параметров? Ответ: дифференциальными и интегральными уравнениями
- 12) Уравнения какого типа с математической точки зрения будут описывать изменение нуклидного состава в активной зоне ядерного реактора? Ответ: дифференциальные уравнения
- 13) При анализе радиосигналов преобразование, которое позволяет получить разложение сигнала в спектр. Что это за преобразование? Ответ: преобразование Фурье
- 14) Какой метод следует выбрать для решения уравнения Шредингера? Ответ: метод Нумерова
- 15) В чем состоит метод Монте-Карло и когда этот метод применяется? Ответ: физический процесс описывается математической моделью с использованием генератора случайных величин, модель многократно обсчитывается, на основе полученных данных вычисляются характеристики рассматриваемого физического процесса. Метод применяется для изучения случайных физических процессов.