

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
Ядерной физики  
 Кадменский С.Г.  
24.11.2017

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.15 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

---

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

физич 03.03.02 Физика

**2. Профиль подготовки:**

**3. Квалификация выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

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

**6. Составители программы:** к.ф.м.н., доц. Иванков Юрий Владимирович

---

**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:** 2022/2023

**Семестр(ы):** 7

**9. Цели и задачи учебной дисциплины:**

ознакомление студентов с основными методами математического моделирования ядерно-физических процессов.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Моделирование ядерно-физических процессов» – обязательная дисциплина вариативной части Профессионального цикла, основной образовательной программы подготовки бакалавров направления «03.03.02 Физика» по профилю «Ядерная физика». Дисциплина опирается на ряд классических курсов: теоретической механики, электродинамики, квантовой механики и т.д. Для освоения дисциплины «Моделирование ядерно-физических процессов» необходимы знания, умения и компетенции, полученные при изучении курсов «Программирование», «Физика атомного ядра и элементарных частиц», «Ядерные модели».

В результате изучения бакалавры физики должны:

- получить практические навыки работы с современными визуальными средами программирования.
- получить навыки проектирования программ со сложным графическим интерфейсом

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

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
профессиональные		
<b>ПК-4</b>	способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	<b>Знать:</b> этапы и методы моделирования, средства моделирования, описание моделей основных ядерных и радиационных моделей <b>Уметь:</b> применять основные методы математического моделирования ядерно-физических процессов, включая ядерные реакции, распады, радиационные процессы. <b>Владеть:</b> Основными приемами алгоритмизации и компьютерного моделирования ядерно-физических процессов..

**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 (часы)			
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам	
			7	.....
Аудиторные занятия	26		26	
в том числе: лекции	12		12	
практические				
лабораторные	24		24	
контроль самостоятельной работы				
Самостоятельная работа	36		36	
Подготовка				
Итого:	72		72	
Форма промежуточной аттестации	зачет		зачет	

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1	Введение.	Основные методы компьютерного моделирования ядерно-физических процессов. Постановка задачи, выбор методов решения, подбор программного обеспечения, анализ полученных результатов.
2-3	Компьютерное моделирование взаимодействия ядер с электромагнитным излучением	. Расчет мультипольных моментов ядер. Построение моделей в приближении одночастичной оболочечной модели. Одночастичная модель деформированного ядра, учитывающая остаточные взаимодействия. Моделирование электронной конверсии.
4-5	Компьютерное моделирование процессов бета-распада.	Методы расчета полных сечений бета-распада в различных моделях. Расчет бета-спектров различной степени запрещенности. К-захват
6-7	Компьютерное моделирование процессов альфа-распада атомных ядер	Расчет вероятностей кластерного распада атомных ядер.
8-9	Компьютерное моделирование ядерных реакций при низких и средних энергиях.	Реакции с нуклонами, оптический потенциал, распад компаунд состояний.
10	Методы моделирования ядерно-ядерного рассеяния	Фолдинг процедура для нахождения потенциала межъядерного взаимодействия. Двойной фолдинг.
11-12	Компьютерное моделирование взаимодействий ионизирующих излучений с веществом.	Расчеты с использованием метода статистических испытаний. Задача о прохождении рентгеновского и гамма-излучения в веществе.

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)					
		Лекции	Практическое	Лабораторные	Контроль самостоятельной работы	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение.	1		2		2	5
2	Компьютерное моделирование взаимодействия ядер с электромагнитным излучением	1		2		4	7
3	Компьютерное моделирование процессов бета-распада.	2		4		4	10
4	Компьютерное моделирование процессов альфа-распада атомных ядер	2		4		4	12
5	Компьютерное	2		4		8	14

	моделирование ядерных реакций при низких и средних энергиях.						
6	Методы моделирования ядерно-ядерного рассеяния	2		4		8	14
7	Компьютерное моделирование взаимодействий ионизирующих излучений с веществом.	2		4		8	14
		12		24		36	72

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

1. выполнение практических заданий, тестов
2. выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации.

#### 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	<a href="#">Малышев Л. Г.</a> Физика атома и ядра/ Л. Г. <a href="#">Малышев</a> , А. А. <a href="#">Повзнер</a> . – Екатеринбург: <a href="#">Издательство Уральского университета</a> , 2014.– 145 с. // «Университетская библиотека online: электронно-библиотечная система.– URL: <a href="http://biblioclub.ru">http:// biblioclub.ru</a> »
2	<a href="#">Наймушин А. Г.</a> Моделирование физических процессов в ядерных/ А. Г. <a href="#">Наймушин</a> , Ю. Б. <a href="#">Чертков</a> , М. Н. <a href="#">Аникин</a> , И. И. <a href="#">Лебедев</a> . – Томск: <a href="#">Издательство Томского политехнического университета</a> , 2015.– 111 с. // «Университетская библиотека online: электронно-библиотечная система.– URL: <a href="http:// biblioclub.ru">http:// biblioclub.ru</a> »

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	<a href="#">Кунин С.</a> Вычислительная физика / С. Кунин ; Пер.с англ. А.Д. Баркалова, А.Н. Явохина; Под ред. А.Н. Матвеева. — М. : Мир, 1992. — 518, с.
2	Тихонов А.Н. Уравнения математической физики / А.Н. Тихонов, А.А. Самарский.– М.: Наука, 1982.
3	Ландау Л.Д. Теоретическая физика: в 10 т./ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц.– М.: Наука: Физматлит, 1973.–Т.3. Квантовая механика. – 1974.
4	Давыдов А.С. Квантовая механика / А.С. Давыдов. – М.: Наука: Физматлит, 1985.
5	Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику/ Р.П. Федоренко.– М.: Изд.-во МФТИ, 1994 .
6	Марчук Г.И. Методы вычислительной математики/ Г.И. Марчук.– М.: Наука, 1989 .
7	Самарский А.А. Численные методы / А.А. Самарский, А.В. Гулин.– М.: Наука. 1989 г.
8	Бор О. Структура атомного ядра: в 2 т. / О. Бор, Б. Моттelson. Т. 1, Т. 2, –М.: МИР, 1971 – 1976.
9	Ситенко А.Г. Лекции по теории ядра/ А.Г. Ситенко, В.К. Тартаковский.– М.: Атомиздат. 1972 .
10	Альфа-, бета-, гамма-спектроскопия/ под ред. К Зигбана . Т.1, Т. 2, 1968.

11	Айзенберг И. Модели ядер. Коллективные и одночастичные взаимодействия/ И. Айзенберг, В. М.Грайнер.– М.: Атомиздат. 1975 г
----	---

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

№ п/п	Источник
1	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
2	<a href="http://lit.jinr.ru/grid2004/kurgalinblank.pdf">http://lit.jinr.ru/grid2004/kurgalinblank.pdf</a>

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

### **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	Благовещенский В.В. Компьютерные лабораторные работы по физике в пакете MathCad+CD/ В.В.Благовещенский.– Изд. Лань.–2013.– 96 с. <a href="http://e.lanbook.com/view/book/42975/">http://e.lanbook.com/view/book/42975/</a>
2	Поршнева С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. + CD/ С.В.Поршнева. Изд. Лань.–2011.– 736 с. <a href="http://e.lanbook.com/view/book/650/">http://e.lanbook.com/view/book/650/</a>
3	Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику: учеб. 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.

*Методическое обеспечение самостоятельной работы:* учебники и учебные пособия, электронные и Интернет-ресурсы.

*Методическое обеспечение самостоятельной работы:* учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, контрольные задания и тесты в бумажном и электронном вариантах, тестирующие системы, дистанционные формы общения с преподавателем. Контроль самостоятельной работы реализуется с помощью опросов, тестов, вопросов по темам заданий и т.д. Методические указания к лабораторным работам.

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

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

*(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)*

Интернет-центр ВГУ.

Оборудование: 40 компьютеров Pentium-II.

2) Компьютерный класс № 4.

Оборудование: 12 компьютеров Pentium-II, III, объединенных локальную сеть с выходом во внешнюю сеть.

3) Компьютерное оборудование выпускающих кафедр (16 компьютеров Pentium-II, III)/

Пакеты программ.

## 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)
<b>ПК-4</b> способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	<b>Знать:</b> этапы и методы моделирования, средства моделирования, описание моделей основных ядерных и радиационных моделей <b>Уметь:</b> применять основные методы математического моделирования ядерно-физических процессов, включая ядерные реакции, распады, радиационные процессы. <b>Владеть:</b> Основными приемами алгоритмизации и компьютерного моделирования ядерно-физических процессов..	Средства компьютерного моделирования ядерно-физических процессов. Алгоритмы и программы моделирования радиационных процессов.. Алгоритмы и программы расчета низколежащих возбуждений атомных ядер.	Вопросы КИМ

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

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

Для оценивания результатов обучения на экзамене/зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

(как пример):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом дисциплины;;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами,
- 4) умение проектировать программы со сложным графическим интерфейсом.
- 5) владение способами современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований, навыками работы с современными визуальными средами программирования.

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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем (четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки в ответе.,</i>	–	<i>Не зачтено</i>

### **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 вопросов к зачету:**

1. Средства компьютерного моделирования ядерно-физических процессов.
2. Алгоритмы и программы моделирования радиационных процессов..
3. Алгоритмы и программы расчета низколежащих возбуждений атомных ядер.
4. Статистическое моделирование и методы компьютерной реализации..
5. Особенности алгоритмов моделирования цепной ядерной реакции деления.
6. Алгоритмы каскадно-испарительной модели ядерных реакций.
7. Основные методы компьютерного моделирования ядерно-физических процессов. Постановка задачи, выбор методов решения, подбор программного обеспечения, анализ полученных результатов.
8. Компьютерное моделирование взаимодействий ионизирующих излучений с веществом.
9. Расчеты с использованием метода статистических испытаний. Задача о прохождении рентгеновского и гамма-излучения в веществе.
10. Компьютерное моделирование взаимодействия ядер с электромагнитным излучением. Расчет мультипольных моментов ядер.
11. Методы моделирования ядерно-ядерного рассеяния. Двойной фолдинг.
12. Компьютерное моделирование взаимодействия ядер с электромагнитным излучением. Построение моделей в приближении одночастичной оболочечной модели.
13. Методы моделирования ядерно-ядерного рассеяния. Фолдинг процедура для нахождения потенциала межъядерного взаимодействия.
14. Компьютерное моделирование взаимодействия ядер с электромагнитным излучением. Одночастичная модель деформированного ядра, учитывающая остаточные взаимодействия.
15. Компьютерное моделирование ядерных реакций при низких и средних энергиях. Распад компаунд состояний.
16. Компьютерное моделирование электронной конверсии.
17. Компьютерное моделирование ядерных реакций при низких и средних энергиях. Реакции с нуклонами, оптический потенциал.
18. Компьютерное моделирование процессов бета-распада.
19. Компьютерное моделирование ядерных реакций при низких и средних энергиях. Реакции с нуклонами, оптический потенциал, распад компаунд состояний.
20. Методы расчета полных сечений бета-распада в различных моделях.
21. Расчет вероятностей кластерного распада атомных ядер.
22. Расчет бета-спектров различной степени запрещенности.
23. Компьютерное моделирование процессов альфа-распада атомных ядер.
24. Компьютерное моделирование процесса К-захвата.
25. Расчет вероятностей кластерного распада атомных ядер

#### **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 (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); выполнение практико-ориентированных заданий, лабораторные работы, тестирования;*

Критерии оценивания приведены выше.

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

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний

При оценивании используется качественная шкала оценок

Критерии оценивания приведены выше.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ **Б1.В.15 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

---

Направление 03.03.02 Физика

Профиль подготовки

Форма обучения: очная

Учебный год 2022/2023

---

Ответственный исполнитель  
Заведующий кафедрой

ядерной физики, д.ф.м.н., профессор \_\_\_\_\_ С.Г.Кадменский \_\_. \_\_ 20\_\_

Исполнители

Ассистент \_\_\_\_\_ Ю.В. Иванков \_\_. \_\_ 20\_\_

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП  
по направлению  
К.ф.м.н.,

доц. кафедры ядерной физики \_\_\_\_\_ Д.Е.Любашевский \_\_. \_\_ 20\_\_

Начальник отдела  
обслуживания ЗНБ

\_\_\_\_\_ \_\_. \_\_ 20\_\_

---

Программа рекомендована НМС физического факультета  
протокол № 6 от 26.06.2019