


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.13 Ядерные модели

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

03.03.02 Физика

2. Профиль подготовки: Ядерная 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 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:

Цель – ознакомление студентов с основными моделями ядра, используемыми при описании различных ядерно-физических процессов. Вместе с другими спецкурсами кафедры данный спецкурс преследует цель подготовки специалиста по ядерной физике, владеющего приемами экспериментальной работы и методами теоретического анализа ядерно-физических процессов.

Основная задача спецкурса – научить студентов проводить теоретический анализ ядерно-физических явлений с помощью соответствующих моделей ядра.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Ядерные модели» – обязательная дисциплина, которая относится к вариативной части Базового цикла основной образовательной программы подготовки бакалавров по профилю «Медицинская физика» направления 03.03.02 Физика. Дисциплина опирается на ряд классических курсов: теоретической механики, электродинамики, квантовой механики и т.д. Она базируется на курсах дисциплин, изучаемых в образовательных программах бакалавриата: «Математика», «Физика», «Информатика».

Для освоения дисциплины «Ядерные модели» необходимы знания, умения и компетенции, полученные при изучении предшествующих дисциплин основной образовательной программы бакалавра по направлению 03.03.02 Физика. Для освоения дисциплины студент должен овладеть следующими курсами: «Атомная физика», «Методы математической физики», «Физика атомного ядра и элементарных частиц» Дисциплины для которых данная дисциплина является предшествующей: «Экспериментальные методы ядерной спектроскопии», «Альфа-бета-гамма-спектроскопия», «Моделирование ядерно-физических процессов».

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		
ПК-4	способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	Знать: особенности основных моделей ядра, области их применения. Уметь: рассчитывать на их основе конкретные ядерные характеристики. Владеть: методами расчета одночастичного потенциала для деформированных ядер, одночастичных состояний оболочечной модели и их классификацией, методом U-V-преобразований Боголюбова, Гамильтониана и волновых функций

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) : 3 /72.

Форма промежуточной аттестации зачет, экзамен

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра 7	№ семестра	...
Аудиторные занятия	34	34		
в том числе: лекции				
практические	34	34		
лабораторные				
Самостоятельная работа	38	38		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 1 час)				

Итого:	72	72		
--------	----	----	--	--

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
2.Практические		
1	Введение.	Цели и задачи курса. Структура ядра и ядерные модели. Основные типы ядерных моделей и области их применения.
2	Оболочечная модель ядра.	Экспериментальные и теоретические основы модели. Самосогласованный потенциал и остаточные взаимодействия. Одночастичные состояния оболочечной модели и их классификация. Использование оболочечной модели для расчета одночастичных характеристик атомных ядер. Вероятности электромагнитных переходов в рамках одночастичной оболочечной модели. Явление изомерии.
3	Одночастичная модель деформированного ядра.	Одночастичное движение в несферических ядрах. Построение одночастичного потенциала для деформированных ядер. Модель Нильссона и классификация одночастичных состояний в рамках этой модели. Спектры нечетных деформированных ядер.
4	Сверхтекучая модель атомного ядра.	Спаривательное взаимодействие и экспериментальное подтверждение существования сверхтонких корреляций в ядрах. Гамильтониан сверхтонкой модели и его диагонализация методом U-V-преобразований Боголюбова. Квазичастицы. Условия возникновения сверхтекучести. Волновые функции и спектры возбуждения четно-четных сферических ядер в сверхтекучей модели
5	Обобщенная модель атомного ядра.	Одночастичные и коллективные степени свободы в атомных ядрах, виды коллективного движения. Ротационная модель. Гамильтониан и волновые функции ротационной модели в адиабатическом приближении. Вращательные спектры нечетных деформированных ядер. Вероятности электромагнитных переходов. Связь коллективных и одночастичных движений, кориолисово взаимодействие. Вибрационная модель ядра. Гамильтониан модели. Волновые функции и спектры возбуждения четно-четных сферических ядер. Бета- и гамма- колебания ядра. Спектры возбуждения четно-четных деформированных ядер.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практически	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение.		1		1	2
2	Оболочечная модель ядра.		8		8	16
3	Одночастичная модель деформированного ядра.		9		9	18
4	Сверхтекучая модель атомного ядра.		9		9	18
5	Обобщенная модель атомного ядра.		9		9	19
			36		36	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.)

1. работа с конспектами лекций,
2. выполнение практических заданий, тестов
3. 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	И.В. Ракобольская. Ядерная физика — Изд. 3-е, перераб. — Москва : URSS, 2014 .— 241 с.
2	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.)
3	Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник: в 3 т. / К.Н. Мухин.— Санкт-Петербург; Москва ; Краснодар : Лань, 2009- .— (Классическая учебная литература / ред. совет: Ж.И. Алферов (пред.) [и др.]
4	Михайлов М. А. Ядерная физика и физика элементарных частиц: учебное пособие : в 2-х ч, Ч. 1. Физика атомного ядра/ М. А.Михайлов .— М.: Прометей, 2011.— 94 с. // «Университетская библиотека online: электронно-библиотечная система.— URL: http:// biblioclub.ru »

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Соловьев, Вадим Георгиевич. Теория атомного ядра : Ядерные модели / В. Г. Соловьев .— М. : Энергоиздат, 1981 .— 295 с.
6	Ишханов Б. С. Частицы и атомные ядра : учебник по дисциплине "Физика атом. ядра" для студ. вузов, обуч. по специальностям 010701 - "Физика", 010705 - "Физика атом. ядра и частиц" и направлению 010700 - "Физика" / Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Н.П. Юдин ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова .— Изд. 2-е, испр. и доп. — М. : URSS : Изд-во ЛКИ, 2007 .— 581 с.
7	Современная философия науки. Хрестоматия. М: Логос, 1996.
8	Ландау Л. Д. Теоретическая физика : Учеб. пособие для студентов физических специальностей университетов: В 10 т.
9	Ю. М. Широков, Н. П.Юдин. Ядерная физика. М: Наука, 1972
10	М. Боулер. Гравитация и относительность. М: Мир, 1979.
11	Мигдал А. Б. Теория конечных ферми-систем и свойства атомных ядер / А.Б. Мигдал .— 2-е изд., перераб. и допол. — М. : Наука, 1983 .— 429, с.
12	Пайерлс П.Е. Квантовая теория твердых тел / П.Е. Пайерлс.— М. : Изд.-во иностр. лит., 1956. — 258 с.
13	В. В. Свиридов. Эволюция естественнонаучной картины мира. Издат. Воронежского Пед. Инст. 1994.
14	В. С. Барашенков. Вселенная в электроне. М: Детская литература, 1988.

15	П. Л. Капица. Эксперимент, теория, практика. М: Наука, 1974.
16	Д. Гудинг и Д. Леннокс. Мировоззрение. Изд. «Норд», Ярославль, 2001.
17	Соловьев В.Г. Теория атомного ядра / В.Г. Соловьев. - М. : Энергоатомиздат, 1981.
18	Бор О. Структура атомного ядра: в 2 т. / О. Бор, Б. Моттelson. – М. : МИР, 1971. – Т. 1 : Одночастичное движение. – 1971. – 456 с.
19	Бор О. Структура атомного ядра: в 2 т. / О. Бор, Б. Моттelson. – М. : МИР, 1977. – Т. 2 : Деформация ядер. – 1977. – 464 с.
20	Ситенко А.Г. Лекции по теории ядра / А.Г. Ситенко, В.К. Тартаковский.– М. : Атомиздат, 1972.
21	Давыдов А.С. Теория атомного ядра / А.С. Давыдов. – М. : Физматгиз, 1958.
22	Айзенберг И. Модели ядер. Коллективные и одночастичные явления / И. Айзенберг, В. Грайнер – М. : Атомиздат, 1970.
23	Браун Дж. Единая теория ядерных моделей и сил / Дж. Браун. – М. : Атомиздат, 1970.
24	Строение атомного ядра / Пер.с англ.; под ред. А.С. Давыдова. – М.: Изд.-во иностранной литературы, 1959.

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

№ п/п	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ Источник
25	www.lib.vsu.ru
26	Электронные ресурсы по физике American Physical Society. – <URL: http://publish.aps.org >
27	Ишханов, Э.И. Кэбин "Физика ядра и частиц. XX век" М., Изд-во Московского университета. 2000. В Web-версии учтены современные ядерные данные. Публикацию подготовил Э.Кэбин. http://nuclphys.sinp.msu.ru/introduction/index.html
28	Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц/ И.М.Капитонов.– Издательство "Физматлит", ISBN: 978-5-9221-1250-5, 2010.– 512 с. // Издательство «Лань»: электронно-библиотечная система.– URL: https://e.lanbook.com/book/2189#book_name .
29	Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. 7-е изд, стер./ К.Н. Мухин.– Издательство "Лань", ISBN: 978-5-8114-0739-2. / // Издательство «Лань»: электронно-библиотечная система.– URL: https://e.lanbook.com/book/277#book_name .

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
21	Сарычева, Людмила Ивановна. Введение в физику микромира. Физика частиц и ядер : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по специальностям 010701.65 "Физика" и 010702.65 "Астрономия"] / Л.И. Сарычева .— Изд. 4-е .— М. : URSS, 2012 .— 220, [1] с.
22	Михайлов М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 2. Элементарные частицы [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Михайлов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Прометей, 2013. — 28 с. — 978-5-7042-2471-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/58212.html

23	Михайлов, М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц : учебное пособие : в 2-х ч / М.А. Михайлов. - Москва : Прометей, 2011. - Ч. 1. Физика атомного ядра. - 94 с. - ISBN 978-5-4263-0048-4 ; То же [Электронный ресурс]. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=108075 (14.12.2018).
----	---

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)

Требования к аудиториям для проведения лекционных и практических занятий:

наличие доски и средств письма на ней, оснащение проекционной техникой и компьютером.

Требования к аудиторному оборудованию для проведения лабораторных занятий: наличие компьютерных классов с современной компьютерной техникой.

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)
ПК-4 способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	Знать: особенности основных моделей ядра, области их применения.	П. 1-5	Вопросы ФОС
	Уметь: рассчитывать на их основе конкретные ядерные характеристики.	П. 1-5	Вопросы ФОС
	Владеть: методами расчета одночастичного потенциала для деформированных ядер, одночастичных состояний оболочечной модели и их классификацией, методом U-V-преобразований Боголюбова, Гамильтониана и волновых функций	П. 1-5	Вопросы ФОС
Промежуточная аттестация			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

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):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом дисциплины;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами,
- 4) умение применять полученные знания, решать задачи с использованием новых информационных технологий;
- 5) владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.

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 дисциплины (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области физики.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>зачтено</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует перечисленным показателям. 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. Основные положения оболочечной модели ядра. Уравнение движения нуклона в самосогласованном поле ядра. Уравнение для радиальной волновой функции нуклона в оболочечной модели ядра.
2. Основные характеристики одночастичных состояний при использовании потенциала Нильссона.
3. Предельные случаи для радиального уравнения Шредингера.
4. Основные предположения обобщенной модели ядра.
5. Кулоновская асимптотика радиального уравнения Шредингера..
6. Волновая функция в обобщенной модели ядра..
7. Свойства потенциала самосогласованного поля ядра..
8. Основные характеристики состояний нуклона в обобщенной модели ядра.
9. Основные характеристики состояния нуклона в оболочечной модели.
10. Описание ротационных движений в обобщенной модели ядра.
11. Спин-орбитальное взаимодействие.
12. Ротационные спектры атомных ядер.
13. Спин-пространственная волновая функция нуклона.

14. Колебания ядерной поверхности в обобщенной модели ядра.
15. Потенциал Саксона-Вудса.
16. Волновые функции и спектры возбуждения четно-четных сферических ядер в рамках вибрационной модели. Моменты инерции атомных ядер.
17. Энергетические спектры нуклонов в оболочечной модели ядра.
18. Гамильтониан и волновая функция вибрационной модели ядра.
19. Магнитные дипольные моменты ядер. Кривые Шмидта.
20. Бета- и гамма- колебания ядер.
21. Электрические квадрупольные моменты ядер.
22. Спаривательное взаимодействие и экспериментальное подтверждение существования сверхтонких корреляций в ядрах..
23. Основные характеристики одночастичных состояний в несферических ядрах..
24. Гамильтониан сверхтонкой модели и его диагонализация методом U-V-преобразований Боголюбова.
25. Потенциал Саксона-Вудса для несферических ядер.
26. Квазичастицы. Условия возникновения сверхтекучести.
27. Электрические квадрупольные моменты ядер.
28. Спаривательное взаимодействие и экспериментальное подтверждение существования сверхтонких корреляций в ядрах..
29. Потенциал Нильссона.
30. Вероятности электромагнитных переходов.

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 форме *устного опроса (индивидуальный опрос); письменных работ (лабораторные работы)*. 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 и практические задания, позволяющие оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используется качественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.

