


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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
ядерной физики

 / Кадменский С.Г./  
30.06.2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.04.01 Физический практикум по резонансным методам исследования**

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

14.04.02 Ядерная физика и технологии

**2. Профиль подготовки/специализация:**

Физика атомного ядра и частиц

**3. Квалификация выпускника: магистр**

**4. Форма обучения: очная**

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

кафедра ядерной физики

**6. Составители программы:**

к. ф.-м. н., доцент Вахтель Виктор Матвеевич

**7. Рекомендована:**

Научно – методическим советом физического факультета, протокол №6 от 24.06.2021  
РП продлена на 2022-2023 учебный год, НМС физического факультета от 14.06.2022,  
протокол №6.

Рабочая программа продлена научно-методическим советом физического факультета от  
25.05.2023, протокол №5.

**8. Учебный год: 2022/2023**

**Семестр(ы): 4**

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- изучение основных свойств атомных ядер, описанию видов ядерных превращений, технике исследования реакций и распадов, методикам определения основных ядерных характеристик и знакомству с ядерными моделями. Он опирается на ряд классических курсов ядерной физики, ядерных реакций, приборов и методов ядерной физики.

Задачи учебной дисциплины:

- определение различных ядерных характеристик при исследовании радиоактивного распада и ядерных реакций, и мю-мезонов и взаимодействия ядер с быстрыми нейтронами и жесткими фотонами;
- изучение современных методик ядерной спектроскопии; техники исследования реакций и распадов; представлений о градуировке и проверках различных типов спектрометров;
- приобретение умений планирования схему эксперимента; интерпретировать полученные экспериментальные данные; определять основные ядерные характеристики;

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина вариативной части цикла Б1.В.ДВ (Дисциплина по выбору).

## 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
ПК-2	Готов к созданию новых методов расчета современных физических устройств и устройств, разработке методов регистрации ионизирующих излучений, методов оценки количественных характеристик ядерных материалов.	ПК-2.3	Знает физико-химические характеристики материалов, измеряемые с помощью мессбауэровской спектроскопии.	Знать: резонансные методы исследования вещества. Устройство современного мессбауэровского спектрометра MS1104Em  Уметь: использовать методы мессбауэровской спектроскопии для проведения резонансных исследований образцов на основе Fe  Владеть: навыками проведения резонансных исследований образцов на современных мессбауэровских спектрометрах
		ПК-2.5	Применяет знания о методах и средствах спектрометров, уметь получать характеристики аппаратного спектра заряженных частиц.	
		ПК-2.6	Формулирует задачи и цели исследований, модифицирует методы измерений под поставленные задачи.	
ПК-6	Способен самостоятельно выполнять экспериментальные или теоретические исследования	ПК-6.2	Знает методы и методики спектроскопии и излучений.	Знать: резонансные методы исследования вещества. Устройство современного мессбауэровского спектрометра MS1104Em  Уметь: использовать методы мессбауэровской спектроскопии для проведения резонансных исследований
		ПК-6.3	Анализирует данные, получаемые при	

для решения научных и производственных задач с использованием современной техники и методов расчета и исследования с оптимизированием методов исследования.		использовании различных методик измерений в мессбауэровской спектроскопии. а также данные, получаемые в различных магниторезонансных спектрометрах с точки зрения структуры исследуемых образцов.	образцов на основе Fe  Владеть: навыками проведения резонансных исследований образцов на современных мессбауэровских спектрометрах
	ПК-6.4	Владеет методами измерений характеристик материалов с помощью мессбауэровской спектроскопии, владеть методами изучения физико-химических характеристик материалов с помощью магниторезонансных спектрометров.	

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 4/144.**

**Форма промежуточной аттестации - зачет**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		4 семестр
Аудиторные занятия	60	60
в том числе:	лекции	
	практические	
	лабораторные	60
Самостоятельная работа	84	84
в том числе: курсовая работа (проект)		
Форма промежуточной аттестации	Зачет	Зачет
Итого:	144	144

**13.1. Содержание дисциплины**

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лабораторные занятия</b>			
1	Мессбауэровский спектрометр MS1104 Em – многозадачный	Мессбауэровский спектрометр MS1104 Em . Настройка прибора, управление прибором, передача данных на компьютер. Режимы работы	-

	мессбауэровский спектрометр	мессбауэровского спектрометра. Получение мессбауэровского спектра.	
2	Калибровка	Калибровка мессбауэровского спектрометра. Измерение спектров образцовых источников. Обработка пиков, нахождение положения центра.	-
3	Определение параметров мессбауэровских спектров образцов эталонов	Определение параметров сверхтонких расщеплений мессбауэровских спектров эталонных образцов $\alpha$ -Fe	-
4	Определение фазового состава оксидного образца на основе Fe	Определение фазового состава оксидного образца на основе Fe в режиме работы спектрометра на «Просвет».	-
5	Определение магнитных и электрических полей образца на основе Fe	Определение магнитных и электрических полей образца оксида на основе Fe.	-
6	Программы обработки мессбауэровских спектров Univem? MossFit	Программы обработки мессбауэровских спектров Univem, MossFit. Изучение функциональных возможностей программы. Настройка подключения к спектрометру. Управление спектрометром. Получение спектров. Сохранение и загрузка спектров. Обработка спектров.	-
7	Определение чувствительности мессбауэровского спектрометра	Определение чувствительности мессбауэровского спектрометра по образцам Fe57 в порошковой форме.	-

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Мессбауэровский спектрометр MS1104 Em – многозадачный многозадачный мессбауэровский спектрометр			6	10	16
2	Калибровка мессбауэровского-спектрометра			10	20	30
3	Определение параметров мессбауэровских спектров образцов эталонов			10	10	20
4	Определение фазового состава оксидного образца на основе Fe			8	10	18
5	Определение магнитных и электрических полей образца на основе Fe			10	14	24
6	Программы обработки мессбауэровских спектров Univem? MossFit			8	10	18
7	Определение чувствительности мессбауэровского спектрометра			8	10	18
	Итого:			60	84	144

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

учебно-методические пособия по организации самостоятельной работы, контрольные задания 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.

**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	Иркаев С.М., Кузьмин Р.Н, Опаленко А.А., Ядерный гамма-резонанс.-М: Изд-во Москва. Ун-та.1970.
2	Химическое применение мессбауэровской спектроскопии. Под ред В.И. Гольданского и Р.Гербера.-М:Мир.1970.-502.с.
3	Шпинель В.С. Резонанс гамма-лучей в кристаллах.- М.: Наука.1969.- 407с.
4	Вертхейм Г. Эффект Мессбауэра.-М:Мир.1966-172с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Русаков В.С. Мессбауэровская спектроскопия локально неоднородных систем.- Алматы ИЯФ НЯЦ РК.2000.-431с.
6	Таблицы физических величин. Справочник под редакцией акад. И.К.Кикоина.- М:Атомиздат.1976.-1008с.
7	Кривоглаз М.А. 1965. Эффект Мессбауэра и его применение в физике твёрдого тела. С.7-125
8	«Мессбауэровский спектрометр MS1104Em». Руководство пользователя. (ЛОП).
9	Сивухин Д.В. Общий курс физики: в 2 ч. / Д.В. Сивухин. – М. : Наука, 1989. – Ч. 2 : Ядерная физика. — 1989. — 415 с.
10	Иродов И.Е. Атомная и ядерная физика: сборник задач / И.В. Иродов.– СПб. : Лань, 2002.
11	Борог В.В. Сборник лабораторных работ по ядерной физике : учебное пособие для студ. физ. спец. вузов /А.В. Бушуев, В.Г. Варламов и др.; под ред. К.Н. Мухина .— 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Атомиздат, 1979 .— 270, (32 экз.)
12	Иркаев С.М., Кузьмин Р.Н, Опаленко А.А., Ядерный гамма-резонанс.-М: Изд-во Москва. Ун-та.1970.
13	Химическое применение мессбауэровской спектроскопии. Под ред В.И. Гольданского и Р.Гербера.-М:Мир.1970.-502.с.
14	Борог В.В. Сборник лабораторных работ по ядерной физике : учебное пособие для студ. физ. спец. вузов /А.В. Бушуев, В.Г. Варламов и др.; под ред. К.Н. Мухина .— 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Атомиздат, 1979 .— 270, (32 экз.)

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

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

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

№ п/п	Источник
1	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов направления 14.04.02. Ядерная физика и технологии, - Вахтель В.М., Титова Л.В. – ВГУ. 2018. – 17 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:

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 436</p>	<p>Специализированная мебель, ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 31</p>	<p>Ноутбук ASUS VIVOBOK X507-EJ057, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран для проектора на штативе SceenMedia Apllo-T Microsoft Windows 7, Windows 10 договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019 LibreOffice (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/">https://www.libreoffice.org/about-us/licenses/</a>) Adobe Reader (бесплатное и/или свободное ПО (лицензия: <a href="https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses">https://get.adobe.com/ru/reader/legal/licenses</a>)</p>
<p>Аудитория для самостоятельной работы, компьютерный класс с доступом к сети «Интернет»: компьютеры (мониторы, системные блоки) (15 шт.)</p>	<p>г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 313а</p>

### 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.	Темы 1-7	ПК-2	ПК-2.3 ПК-2.5 ПК-2.6	Опрос, отчет по лабораторным занятиям
2.	Темы 1-7	ПК-6	ПК-6.2 ПК-6.3 ПК-6.4	Опрос, отчет по лабораторным занятиям

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
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:

Опрос, отчет по лабораторным занятиям

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	<i>Базовый уровень</i>	
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач	<i>Пороговый уровень</i>	
Обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям	–	<i>Незачтено</i>

### 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 зачёту:

1. Мессбауэровский спектрометр MS1104 Em. H
2. астройка прибора, управление прибором, передача данных на компьютер.
3. Режимы работы мессбауэровского спектрометра.
4. Получение мессбауэровского спектра.
5. Калибровка мессбауэровского спектрометра.
6. Измерение спектров образцовых источников.
7. Обработка пиков, нахождение положения центра.
8. Определение параметров сверхтонких расщеплений мессбауэровских спектров эталонных образцов  $\alpha$ -Fe
9. Определение фазового состава оксидного образца на основе Fe в режиме работы спектрометра на «Просвет».

10. Определение магнитных и электрических полей образца оксида на основе Fe.
11. Программы обработки мессбауэровских спектров Univem, MossFit.
12. Изучение функциональных возможностей программы.
13. Настройка подключения к спектрометру.
14. Управление спектрометром.
15. Получение спектров.
16. Сохранение и загрузка спектров.
17. Обработка спектров.
18. Определение чувствительности мессбауэровского спектрометра по образцам Fe<sup>57</sup> в порошковой форме.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Зачтено</i>
Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	<i>Базовый уровень</i>	
Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач	<i>Пороговый уровень</i>	
Обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям	–	<i>Незачтено</i>