

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
Ядерной физики



/ С.Г. Кадменский

28.08.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.02 Полупроводниковая спектрометрия излучений

1. Код и наименование направления подготовки:

03.03.02 Физика

2. Профиль подготовки: Ядерная физика

3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

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 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:

Создать основу знаний и навыков спектроскопии излучений на основе полупроводниковых детекторов в фундаментальных и прикладных исследованиях. Задачами изучения дисциплины является рассмотрение механизмов работы детекторов, формирование аппаратных спектров и их анализа.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Полупроводниковая спектроскопия излучений» относится к базовой части вариативного компонента дисциплин по выбору образовательной программы подготовки бакалавров направления 03.03.02 Физика. Она базируется на курсах дисциплин, изучаемых в образовательных программах бакалавриата: «Атомная физика», «Физика – электричество, оптика», «Экспериментальные методы ядерной физики», «Ядерная физика».

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	
ПК-4	способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	знать: типы детекторов, механизмы и процессы формирования сигналов, параметры и характеристики детекторов, формирование аппаратных спектров, временные характеристики спектрометров; уметь: выбирать оптимальный тип детектора, формировать процедуры калибровки спектрометра и оптимальные условия измерений, интерпретировать аппаратные спектры; владеть: методами решения задач спектрометрии высокоэнергетических излучений.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2/72.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		8 семестр
Аудиторные занятия	32	32
в том числе:		
лекции		
практические		
лабораторные	34	34
Самостоятельная работа	38	38
Контроль	36	36
Форма промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
Итого:	108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
3. Лабораторные работы		
1	Основные характеристики полупроводниковых детекторов	Зонная структура. Структура p-n
2	Формирование сплошного спектра	Амплитудный спектр. Объёмный заряд. Функция отклика.
3	Электронное аналоговое преобразование сигналов детекторов	Предусилители. Амплитудные и временные усилители. Координатные преобразователи. Цифровое преобразование.
4	Спектрометрия тяжёлых заряженных частиц	Типы детекторов. Плазменный эффект. Аппаратурный спектр. Процедуры градуировки.
5	Спектрометрия электронов	Типы детекторов. Спектрометры. Аппаратные спектры. Непрерывные спектры.
6	Спектрометрия гамма и рентгеновского излучений	Взаимодействие излучения с детектором. Особенности электронной обработки. Форма линий. Рентгеновская спектрометрия.
7	Спектрометрия нейтронного излучения	Принципы работы. Форма линий.
8	Координатные спектрометры	Принципы функционирования. Методы определения координат. Разрешение. Одномерное, двумерное распределение.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Контроль	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основные характеристики полупроводниковых детекторов		10	4	10	24
2	Формирование сплошного спектра		10	4	10	24
3	Электронное аналоговое преобразование сигналов детекторов		10	6	12	28
4	Спектрометрия тяжёлых заряженных частиц		7	4	7	28
5	Спектрометрия электронов		7	4	7	18
6	Спектрометрия гамма и рентгеновского излучений		10	6	10	26
7	Спектрометрия нейтронного излучения		8	2	8	18
8	Координатные спектрометры		8	4	8	20
	Итого:		36	34	38	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации;
- подготовка к лабораторным занятиям, оформление отчетов.

Данная программа реализуется с учетом следующих принципов: современной научной целесообразности, нелинейности, учебной и исследовательской автономии студентов.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Болоздыня А. И. Детекторы ионизирующих частиц и излучений. Принципы и применения : учеб. пособие / А.И. Болоздыня, И.М. Ободовский .— Долгопрудный : Интеллект, 2012 .— 204 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Абрамов А. И. Основы экспериментальных методов ядерной физики, Глава 3 / А.И.Абрамов, Ю.А. Казанский, Е.С. Матусевич.— М.: Энергоатомиздат, 1997.
3	Гангарский Ю.П. Регистрация и спектрометрия осколков деления/ Ю. П. Гангарский, Б.Н. Марков, В.П. Перелыгин.— М.: Энергоатомиздат, 1992.
4	Группен К. Детекторы элементарных частиц / К. Группен.— Новосибирск, 1999.
5	Арцимович Л.А. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях / Л.А.Арцимович.— М.: Наука, 1972.
6	Волков Н.Г. Методы ядерной спектрометрии / Н.Г.Волков, В.А. Христофоров, Н.П. Ушакова.— М.: Энергоатомиздат, 1990.
7	Балдин С.А. Прикладная спектрометрия с полупроводниковыми дефектами / С. А. Балдин [и др.]. — М.: Атомиздат, 1974.
8	Клайнкнехт К. Детекторы корпускулярных излучений / К. Клайнкнехт, М.: Мир, 1990.
9	Зигбан К. Электронная спектроскопия / К. Зигбан и др.— М.: Мир, 1971.
10	Козлов И.Г. Современные проблемы электронной спектроскопии / И.Г.Козлов. — М. : Атомиздат, 1978.
11	Мухин К. Н. Экспериментальная ядерная физика : учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Физика" : [в 2 т.] / К.Н. Мухин .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Атомиздат, 1974
12	Альфа-, бета-, и гамма-спектроскопия : пер. с англ. : [в 4 вып.] / под ред. К. Зигбана .— М.: Атомиздат, 1969.

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

№ п/п	Источник
13	www.lib.vsu.ru — ЗНБ ВГУ
14	Бараночников М.Л. Приемники и детекторы излучений/ Бараночников М.Л.— Издательство "ДМК Пресс", ISBN: 978-5-94074-564-8, 2012.— 640 с. // Издательство «Лань»: электронно-библиотечная система.— URL: https://e.lanbook.com/book/4145#authors .
15	Ядерная спектроскопия. http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/008/128/049.htm .

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
16	Королев С.А. Датчики и детекторы физико-энергетических установок: учебное пособие для вузов / С.А.Королев, В.П.Михеев.— Издательство: Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт», ISBN: 978-5-7262-1547-1, 2011.— 232 с. // Издательство «Лань»: электронно-библиотечная система.— URL: https://e.lanbook.com/book/75706#book_name .
17	Бета-распад. Определение максимальной энергии бета-спектра : лабораторный практикум для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост. : А.Г. Бабенко [и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008 .— 47 с. : ил .— <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m08-06.pdf >. 5 экз.

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

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Установки ядерной спектрометрии: альфа, бета-, гамма-спектрометрии. Лаборатории №38, 37, 33, 27.

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)
<p>ПК-4 способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин</p>	<p>знать: типы детекторов, механизмы и процессы формирования сигналов, параметры и характеристики детекторов, формирование аппаратных спектров, временные характеристики спектрометров; уметь: выбирать оптимальный тип детектора, формировать процедуры калибровки спектрометра и оптимальные условия измерений, интерпретировать аппаратные спектры; владеть: методами решения задач спектрометрии высокоэнергетических излучений.</p>	<p>П.1-8</p>	<p>Вопросы КИМ</p>

* 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 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
- 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.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полный ответ на вопросы билета и дополнительные вопросы, оформленная и выполненная лабораторная работа.	Повышенный уровень	Отлично
Для полного ответа требуются наводящие вопросы. Неполные ответы на дополнительные вопросы. Оформленная и выполненная лабораторная работа с незначительными ошибками.	Базовый уровень	Хорошо
Неполный ответ на вопросы. Неполные ответы на дополнительные вопросы. Общий объем продемонстрированных знаний при этом не менее 75%. Лабораторная работа со значительными ошибками.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Неправильный ответ на вопросы билета. Неполные ответы на дополнительные вопросы. Общий объем продемонстрированных знаний при этом менее 75. Отсутствие оформленной лабораторной работы	■	Неудовлетворительно

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 экзамену:

УТВЕРЖДАЮ
заведующий кафедрой ядерной физики
Кадменский С.Г.
___-20__

Направление подготовки: Физика 03.03.02

Дисциплина: Б1.В.ДВ.04.02 Полупроводниковая спектрометрия излучений

Вид контроля: Экзамен

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Зонная структура. Структура p-п.
2. Аппаратные спектры. Непрерывные спектры.

Преподаватель _____ В.М. Вахтель

УТВЕРЖДАЮ
заведующий кафедрой ядерной физики
Кадменский С.Г.
_____.20

Направление подготовки: Физика 03.03.02
Дисциплина: Б1.В.ДВ.04.02 Полупроводниковая спектрометрия излучений
Вид контроля: Экзамен

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Амплитудный спектр. Объёмный заряд. Функция отклика.
2. Взаимодействие излучения с детектором. Особенности электронной обработки.

Преподаватель _____ В.М. Вахтель

УТВЕРЖДАЮ
заведующий кафедрой ядерной физики
Кадменский С.Г.
_____.20

Направление подготовки: Физика 03.03.02
Дисциплина: Б1.В.ДВ.04.02 Полупроводниковая спектрометрия излучений
Вид контроля: Экзамен

Контрольно-измерительный материал № 3

1. Предусилители. Амплитудные и временные усилители.
2. Форма линий. Рентгеновская спектрометрия.

Преподаватель _____ В.М. Вахтель

УТВЕРЖДАЮ
заведующий кафедрой ядерной физики
Кадменский С.Г.
_____.20

Направление подготовки: Физика 03.03.02
Дисциплина: Б1.В.ДВ.04.02 Полупроводниковая спектрометрия излучений
Вид контроля: Экзамен

Контрольно-измерительный материал № 4

1. Координатные преобразователи. Цифровое преобразование.
2. Принципы работы. Форма линий.

Преподаватель _____ В.М. Вахтель

УТВЕРЖДАЮ
заведующий кафедрой ядерной физики
Кадменский С.Г.
_____.20

Направление подготовки: Физика 03.03.02
Дисциплина: Б1.В.ДВ.04.02 Полупроводниковая спектрометрия излучений
Вид контроля: Экзамен

Контрольно-измерительный материал № 5

1. Типы детекторов. Плазменный эффект.
2. Принципы функционирования. Методы определения координат.

Преподаватель _____ В.М. Вахтель

УТВЕРЖДАЮ
заведующий кафедрой ядерной физики
Кадменский С.Г.
_____.20

Направление подготовки: Физика 03.03.02
Дисциплина: Б1.В.ДВ.04.02 Полупроводниковая спектрометрия излучений
Вид контроля: Экзамен

Контрольно-измерительный материал № 6

1. Аппаратурный спектр. Процедуры градуировки.
2. Разрешение. Одномерное, двумерное распределение.

Преподаватель _____ В.М. Вахтель

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, фронтальная беседа); письменных работ (лабораторные работы тестирование; оценки результатов практической деятельности (лабораторная работа,). 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 лабораторная работа, позволяющая оценить степень сформированности умений, навыков. При оценивании используются количественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.