



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)
ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП ДТФИТ

И.о. зам. директора по учебной и
методической работе ИНТПИМ


(подпись)

Нефедев К.В.
(ФИО)



(подпись)

Красицкая С.Г.
(ФИО.)

2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Позитронная аннигиляционная спектроскопия в исследовании
материалов
Программа бакалавриата
по направлению подготовки 03.03.02 Физика,
профиль «Цифровые технологии в физике»

Форма подготовки очная

курс **4**, семестр **8**
лекции **21** час.
практические занятия нет час.
лабораторные работы **28** час.
в том числе с использованием МАО лек. 36 /нет /лаб. 0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 90 час.
в том числе с использованием МАО 36 час.
самостоятельная работа 63 час.
в том числе на подготовку к экзамену 0 час.
контрольные работы (количество) нет
курсовая работа / курсовой проект нет
зачет 8 семестр
экзамен 8 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями
Федерального государственного образовательного стандарта
по направлению подготовки **03.03.02 Физика**,
утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ
от 7 августа 2020 г. № 891.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента теоретической физики и
интеллектуальных технологий, протокол № 4 от «25» ноября 2021 г.
Директор Департамента: Нефедев К.В.
Составитель Разов В.И. к.ф.-м.н доцент

Владивосток,
2022

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании ДТФИТ:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании ДТФИТ:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III Рабочая программа пересмотрена на заседании ДТФИТ:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании ДТФИТ:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор департамента _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Курс предназначен для студентов очной формы обучения, по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Цифровые технологии в физике»

Цель освоения дисциплины:

Курс «Позитронная аннигиляционная спектроскопия» спектроскопия нанокластеров и наноструктур рассчитан на ознакомление студентов с основными положениями современного метода анализа химико-физического, структурного состояния вещества нанокластеров и наноструктур в конденсированном состоянии. Преподавание курса направлено на подготовку студентов к освоению данного метода анализа.

Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится основной вариативной части профессионального модуля **Б1.В.ДВ 1**. При освоении данной дисциплины необходимы знания, умения обучающегося, приобретенные в результате освоения (модулей): Измерительная электроника в ядерной физике, Техника и методы радиационных измерений.

Знания, умения, навыки, получаемые в результате освоения дисциплины:

Освоение дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:

ОК-1 - владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения

ОПК-1 - умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

ПК-3 готовностью к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов

ПК-4 - способность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций

ПК-5 - готовность к эксплуатации современного физического оборудования и приборов,

ПК-6 - способность использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов и приборов, к сбору и анализу

информационных исходных данных для проектирования приборов и установок

Краткое содержание дисциплины:

Позитрон (e^+) и позитроний (Ps) в конденсированных средах. Позитрон (e^+). Свойства и характеристики. Позитроний (Ps). Свойства и характеристики. Специфические свойства и аннигиляция позитрония. Процессы аннигиляции и взаимодействия позитронов и позитрония с веществом. Образование позитрония . Модель Оре. Химическая физика позитрония. Позитроний в жидкостях . “Пузырьковая” модель. Позитроника твердого тела. Модель “свободного объема”. Модель “ловушек”. Экспериментальные методы позитронной аннигиляционной спектроскопии. Экспериментальная техника в химфизике позитрония. Метод тройных совпадений. Метод угловой корреляции аннигиляционных квантов. Метод Доплеровского смещения аннигиляционной гамма-линии. Измерения времени жизни позитронов и позитрония . Спектрометр быстро-быстрых совпадений. Основы метода измерения времени жизни позитронов и позитрония .

Виды учебной работы:

Лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Трудоёмкость освоения дисциплины:

4 зачётных единицы (144 часов) - академический бакалавриат;

SUMMARY

The course is intended for students of internal form of training on line establish a training **14.03.02 "Nuclear physics and technologies"**, profile **"Radiation protection of humans and the environment"**

Goal of learning:

The course is "Positron annihilation spectroscopy" spectroscopy of nanoclusters and nanostructures designed to familiarize students with the basic provisions of the modern method of analysis of chemical - physical , structural state of matter of nanoclusters and nano-structures in the condensed state . The teaching course is done Leno to prepare students to master this method of analysis.

The place of discipline in the structure of the PLO:

Discipline refers to the basic variable part of a professional module **B1.V.DV 1**. During the development of this discipline with the necessary knowledge, skills the student acquired in the result of the development (modules): Measuring electronics in nuclear physics, Techniques and methods of radiation measurements .

Knowledge and skills obtained as a result of mastering the discipline:

The development of the discipline provides for the formation of the following competences:

OK-1 - possession of culture of thinking, ability to generalize, analysis, information perception, goal setting and choice of ways of its achievement

MIC-1 - the ability to use basic laws of natural-science disciplines in professional activity, to apply methods of mathematical analysis and modeling, theoretical and experimental studies.

PK-3 readiness to carry out physical experiments on a given methodology, describing ongoing research and analysis of the results

PC-4 - ability to use technical means to measure basic parameters of the objects of study, in the preparation of data for compilation of reviews, reports and scientific publications

PC-5 - the readiness for operation of modern physical equipment and devices,

PC-6 is the ability to use information technology when developing new installations, materials and devices, the collection and analysis of information of initial data for designing of devices and installations

Discipline summary:

A positron (e^+) and positronium (Ps) in condensed matter . A positron (e^+) . Properties and characteristics . Positronium (Ps) . Properties and characteristics . Specific properties and annihilation of positronium . The processes of annihilation and the interaction of positrons and positronium with matter . The formation of positronium . The Ore Model. Chemical physics of positronium . Positronium in liquids . The “bubble” model” . The model of “free volume”. Model “traps”. Experimental methods of positron annihilation spectroscopy . Experimental techniques in humpste of positronium . Method of triple coincidences . The method of angular correlations of annihilation quanta . Method Doppler offset of annihilation gamma-line . Measurement of the lifetime of positrons and positronium . The spectrometer is a fast-fast coincidence. A method of measuring the lifetime of positrons and positronium .

Types of educational work:

Lectures, laboratory works, self-contained work

Form of interim certification:

Examination

The complexity of learning:

4 credits (144 hours) - academic bachelor degree;

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные и профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК-1 - владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения	Знает	содержание фундаментальных принципов спектрометрии ИИ, современные методики ядерной спектроскопии, технику исследования распадов;
	Умеет	применять полученные в курсе знания для решения конкретных научных задач; - планировать схему эксперимента; - интерпретировать полученные экспериментальные данные; - определять основные ядерные характеристики;
	Владеет	представлением о градуировке и проверках различных типов спектрометров.
ПК-3 готовностью к проведению физических экспериментов по заданной методике, составлению описания проводимых исследований и анализу результатов	Знает	терминологию, которая применяется в спектрометрии и радиометрии; технические средства для измерения основных параметров объектов исследования; практические приложения технических средств спектрометрии и радиометрии основные правила применения средств защиты.
ПК-4 - способность использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров.	Умеет	решать задачи прикладного и теоретического характера; пользоваться таблицами, методичками, каталогами;
ПК-5 - готовность к эксплуатации современного физического оборудования и приборов,	Владеет	основными математическими методами обработки результатов эксперимента, используемыми спектрометрии и радиометрии ядерных излучений . навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины « Спектрометрия и радиометрия ядерных излучений » применяются следующие методы активного и интерактивного обучения:

- проблемная лекция;
- подготовка лекций с презентациями;
- дискуссия.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Модуль 1. История открытия. Позитрон (e^+) и позитроний (**Ps**) в конденсированных средах.

Раздел I. Позитрон (e^+) и позитроний (**Ps**) в конденсированных средах.

Тема 1. Позитрон (e^+) и позитроний (**Ps**) в конденсированных средах.

Модуль 2 Процессы аннигиляции и взаимодействия позитронов и позитрония с веществом. Образование позитрония.

Раздел I Процессы аннигиляции и взаимодействия позитронов и позитрония с веществом. Образование позитрония.

Тема 1. Процессы аннигиляции и взаимодействия позитронов и позитрония с веществом. Образование позитрония.

Модуль 3 Позитрон (e^+) и позитроний (**Ps**) в конденсированных средах.

Раздел I. Позитрон (e^+) и позитроний (**Ps**) в конденсированных средах.

Тема 1. Позитрон (e^+). Свойства и характеристики

Тема 2. Позитроний (**Ps**). Свойства и характеристики. Специфические свойства аннигиляции позитрония.

Модуль 4 Химическая физика позитрония. Позитроний в жидкостях . “Пузырьковая” модель

Раздел I Позитроний в жидкостях . “Пузырьковая” модель

Тема 1. Позитроний в жидкостях . “Пузырьковая” модель

Модуль 5 Позитронная аннигиляционная спектроскопия (**ПАС**) твердого тела. Модель “свободного объема”. Модель “ловушек”.

Раздел I Позитронная аннигиляционная спектроскопия твердого тела.

Тема 1. Модель “свободного объема”. Модель “ловушек”.

Модуль 7 Экспериментальные методы **ПАС**

Раздел I Экспериментальные методы **ПАС** позитронной спектроскопии

Тема 1. Метод тройных совпадений.

Тема 2. Метод угловой корреляции аннигиляционных квантов.

Тема 3. Метод Доплеровского смещения аннигиляционной гамма-линии.

Модуль 8. Измерения времени жизни позитронов (e^+) и позитрония (**Ps**).

Раздел I. Измерения времени жизни позитронов (e^+) и позитрония (**Ps**).

Тема 1 Основы метода измерения времени жизни (e^+) и позитрония (**Ps**).

Тема 2 Спектрометр быстро-быстрых совпадений.

Модуль 9 Методы обработки спектров времени жизни. Обработка результатов эксперимента. Программы “GEXFIT”, TIMEFIT” “POSITRONFIT”

Раздел I. Методы обработки спектров времени жизни.

Тема 1 Программы “GEXFIT”, TIMEFIT” “POSITRONFIT”

Тема 2. Обработка результатов эксперимента.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лабораторные работы (28час.).

Лабораторная работа № 1.

Спектрометр быстро-быстрых совпадений.

Лабораторная работа № 2.

Спектрометрия бета-распада и электронов

Лабораторная работа № 3.

Изучение гамма-гамма совпадений (6 час.).

Лабораторная работа № 4.

Измерение малых активностей (6 час.).

Лабораторная работа № 5

Изучение спектрометра на базе ORTEC

Лабораторная работа № 6

Спектрометр задержанных гамма-гамма совпадений (6 час.).

II. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по курсу « Позитронная аннигиляционная спектроскопия » Приложения 1 включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

I. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Модуль 1	ОК-1 ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	Области применения. Дифференциальный и интегральные спектры. Классификация спектрометров. Приборная форма линии и аппаратный спектр. Спектрометрия гамма – излучений. Сцинтилляционный спектрометр быстрых с органическим сцинтиллятором. Полупроводниковые гамма-детекторы..	устный опрос	выполнение лабораторных заданий
2	Модуль 2	ОК-1 ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	Спектрометрия нейтронов. Основные источники нейтронов. Источники нейтронов и их характеристики. Активационный метод.. Номенклатура активационных детекторов.	устный опрос	выполнение практических заданий
3	Модуль 3	ОК-1 ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	Спектрометрия альфа - излучения . Детекторы альфа-частиц. Альфа – детекторы. Магнитные альфа – спектрометры..Характеристики магнитных альфа – спектрометров. Приборные формы линии магнитных альфа – спектрометров.	устный опрос	выполнение практических заданий
4	Модуль 4	ОК-1 ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	Спектрометрия бета - излучения .Области применения бета - спектрометрии . Рассмотрение областей применения бета - спектрометрии. Классификация бета - спектрометров. Приборная форма линии и аппаратный спектр.	устный опрос	выполнение лабораторных заданий
		ОК-1	Спектрометры с полупроводниковыми детекторами. Полупроводниковые детекторы. Основные типы детекторов.	устный	выполнение лабораторных

5	Модуль 5	ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	<p>Исследование основных типов полупроводниковых детекторов.</p> <p>Приборная форма аппаратурной линии</p> <p>Методы автоматизированного поиска пиков полного поглощения.</p> <p>Математические методы обработки непрерывных аппаратурных спектров для получения группового спектра фотонов источника и радионуклидного состава.</p>	опрос	заданий
6	Модуль 6	ОК-1 ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	<p>Методы низкофоновых измерений .</p> <p>Ядерная геохронология..</p> <p>Метод радиоуглеродного датирования.</p> <p>Ядерная океанология.</p>	устный опрос	выполнение заданий
			<p>Методы снижения фона спектрометров</p> <p>Пассивные методы защиты. Выбор материалов защиты.</p>	устный опрос	выполнение лабораторных заданий
			<p>Метод антисовпадений. Метод дискриминации по форме импульса.</p>	устный опрос	выполнение лабораторных заданий

Приложение 1 к рабочей программе учебной дисциплины



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

(ДФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

по дисциплине « Позитронная аннигиляционная спектроскопия »

Направление подготовки - 03.03.02 Физика,

профиль «Цифровые технологии в физике»

Форма подготовки (очная)

Владивосток

2022

I. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Principles and Applications of positron and positronium chemistry.
Editors Y C Jean , P E Mallon, World Scientific, 2006 y.
2. Гольданский В.И. Физическая химия позитрона и позитрония ,Москва, Наука, 1968. (pdf,djvu)
3. Арифов У.А., Арифов П.У. Физика медленных позитронов, Ташкент, "ФАН", 1971, с. 3-61,150.
4. Арифов У.А., Арифов П.У., Шевелев С.В., Узаков А.А. в сб. Атомные системы и аннигиляция позитронов , Ташкент, Изд-во "ФАН" , УзССР,1972.
5. Арифов П.У., Арутюнов Н.Ю., и др. Квантовые свойства атомов и ионов и позитронная диагностика, Ташкент, "ФАН", 1975.
6. Соловьев П.В. Fortran для персонального компьютера (справочное пособие), Москва, 1991.

Дополнительная литература

1. Электронная версия спецкурса. (ppt, pdf, djvu). Презентация отдельных разделов.
2. Презентация курса лекций. (ppt, pdf, djvu)

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Информационно-справочные системы: ЭБС ДВФУ www.dvfu.ru, библиотеки, ресурсы и порталы по естествознанию и ресурсы подготовленные автором рабочей программы razov.viv@dvfu.ru (ppt, pdf, djvu)

II. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание методических указаний включает:

- Эффективное изучение курса предполагает регулярное посещение занятий и систематическое повторение материала, излагаемого преподавателем на лекции;
- Алгоритм изучения данной дисциплины состоит в методическом изучении материала курса его регулярном повторении в часы самостоятельной работы, а так же посещение консультаций с преподавателем;
- Работа с указанной литературой должна осуществляться прежде всего в рамках лекционного курса;

- Подготовка к зачёту и экзамену должна проходить регулярно в течении семестров отведённых для занятий.

III. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используется следующее программное обеспечение: издательская система Adobe Reader, Microsoft Office (PowerPoint и Word), Open Office, а также используются следующие информационно-справочные системы: ЭБС ДВФУ www.dvfu.ru, библиотеки, ресурсы и порталы по естествознанию и ресурсы подготовленные автором рабочей программы razov.viv@dvfu.ru (ppt, pdf, djvu)

IV. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитория для чтения лекций и проведения практических занятий: персональный компьютер Lenovo ThinkPad E125 с лицензионным и свободным программным обеспечением – MS PowerPoint 2007 и Acrobat Reader XI; проектор Benq MP770; переносной экран.

Вся научно-учебная экспериментальная база кафедры , спектрометры для измерений ядерно - физических характеристик , блоки и устройства ядерной электроники в стандартах, «КАМАК», NIM . Персональные компьютеры и пакеты прикладных программ для моделирования в электронике (Lab VIEW) и обработки результатов экспериментов .

Оборудование , используемое в учебном процессе:

1. Персональные компьютеры , подключённые к сети Интернет (во всех дисциплинах) - 8 к-т.
2. **Позитронный аннигиляционный временной спектрометр ORTEC.**
3. **Позитронный аннигиляционный временной спектрометр САМАС.**
4. Низкофоновый бета-гамма спектрометр МКС-1315.
5. Сцинтилляционные гамма спектрометры с NaJ(Tl) детекторами 3 к-та.
6. Полупроводниковый гамма спектрометр с HP Ge детектором 1 к-т.
7. Комплекты National Instruments (NI ELVIS) - 4 к-та.
8. Спектрометры на базе блоков “ЩЕГОЛ” ,”ВЕКТОР” ,”САМАС”,”NIM”:
9. Осциллографы (цифровые) - 7 шт.
10. Генераторы (цифровые) - 7 шт.
11. Блоки высокого напряжения – 12 шт.
12. Пакеты прикладных программ Spectra Line, PALTfit , GEXFit , TAUFit и др .

Приложение 2 к рабочей программе учебной дисциплины



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)
ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине « Позитронная аннигиляционная спектроскопия »
Направление подготовки - 03.03.02 Физика,
профиль «Цифровые технологии в физике»
Форма подготовки (очная)

Владивосток
2022

Контрольные и методические материалы, а также критерии и показатели необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в Приложении 2.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Общими критериями оценки результатов самостоятельной работы студентов являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

Оценка студенческого реферата включает:

- полноту изложения материала по теме;
- изложение современных результатов;
- качество подготовки презентации (дизайн, простота);
- степень владения материалом (доклад при минимальном обращении к конспектам).

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, предполагает самостоятельное изучение следующих тем в указанные сроки:

1. Позитрон (e^+) и позитроний (Ps) в конденсированных средах. **(2 неделя).**

Самостоятельная работа по данной тематике должна включать изучение материалов лекций, а так же изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем. *Оценка выставляется на основе успешной защиты реферата по пяти бальной системе.*

2 Свойства и характеристики. . Позитрон. Позитроний (Ps). Специфические свойства и аннигиляция позитрония. **(4неделя).**

Самостоятельная работа по данной тематике должна включать изучение материалов лекций, а так же изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем. *Оценка выставляется на основе успешной защиты реферата по пяти бальной системе.*

3. Химическая физика позитрония. Модель Ore. **(6 неделя).**

Самостоятельная работа по данной тематике должна включать изучение материалов лекций, а так же изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем. *Оценка выставляется на основе успешной защиты реферата по пяти бальной системе.*

4. Позитронная аннигиляционная спектроскопия твердого тела. Модель “свободного объема”. Модель “ловушек”. **(8 неделя).**

Самостоятельная работа по данной тематике должна включать изучение материалов лекций, а так же изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем. *Оценка выставляется на основе успешной защиты реферата по пяти бальной системе.*

5 Экспериментальные методы позитронная аннигиляционная спектроскопия. Метод тройных совпадений. Метод угловой корреляции аннигиляционных квантов. Метод Допплеровского смещения аннигиляционной гамма-линии. Измерения времени жизни (e^+) и позитрония (Ps). **(10 неделя).**

Самостоятельная работа по данной тематике должна включать изучение материалов лекций, практических занятий, а так же изучение основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем. *Оценка выставляется на основе успешной защиты реферата по пяти бальной системе.*

Сдача материала по изученным темам проходит преподавателю в устной форме в часы консультаций.

Оценка ответа студента осуществляется по пятибалльной системе: отлично, хорошо, удовлетворительно, не удовлетворительно.

Вопросы для аттестации:

1. Позитрон (e^+) и позитроний (Ps) в конденсированных средах.
2. Позитрон. Свойства и характеристики. (усный опрос)
3. Позитроний (Ps). Свойства и характеристики. (усный опрос)
4. Специфические свойства и аннигиляция позитрония. (усный опрос)
5. Процессы аннигиляции и взаимодействия позитронов и позитрония с веществом. Образование позитрония . (усный опрос)
6. Химическая физика позитрония. Модель Оре. (усный опрос)
7. Позитроний в жидкостях . “Пузырьковая” модель. (усный опрос)
8. Позитронная аннигиляционная спектроскопия твердого тела. Модель “свободного объема”. Модель “ловушек”. (усный опрос)

9. Экспериментальные методы позитронная аннигиляционная спектроскопия. Метод тройных совпадений. Метод угловой корреляции аннигиляционных квантов. Метод Доплеровского смещения аннигиляционной гамма-линии. (усный опрос)

10. Измерения времени жизни (e^+) и позитрония (Ps). (отчёт по лаб.работе)

11. Спектрометр быстро-быстрых совпадений. Основы метода измерения времени жизни позитронов и позитрония . (Ps) (отчёт по лаб.работе)

12. Методы обработки спектров времени жизни . Обработка результатов эксперимента.

Программы “GEXFIT”, “TIMEFIT” , “POSITRONFIT”. (отчёт по лаб.работе)

Паспорт ФОС

Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
		текущий контроль	Промежуточная аттестация
ОК-1 ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	Позитрон (e^+) и позитроний (Ps) в конденсированных средах. Позитрон. Свойства и характеристики.	устный опрос	реферат
ОК-1 ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	Позитроний (Ps). Свойства и характеристики. Специфические свойства и аннигиляция позитрония.	устный опрос	реферат устный опрос
ОК-1 ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	Химическая физика позитрония. Модель Ore.	устный опрос	реферат устный опрос
ОК-1 ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	Позитроний в жидкостях . “Пузырьковая” модель.	устный опрос	реферат устный опрос
ОК-1 ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	Позитронная аннигиляционная спектроскопия твердого тела. Модель “свободного объема”. Модель “ловушек”.	устный опрос	реферат устный опрос
ОК-1 ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	. Экспериментальные методы позитронной аннигиляционной спектроскопии. Метод тройных совпадений. Метод угловой корреляции аннигиляционных квантов. Метод Доплеровского смещения аннигиляционной гамма-линии.	устный опрос	реферат устный опрос
ОК-1 ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	Измерения времени жизни (e^+) и позитрония (Ps). Спектрометр быстро-быстрых совпадений. Основы метода измерения времени жизни позитронов и позитрония .	устный опрос	выполнение лабораторных заданий
ОК-1 ОПК-1 ПК-3 ПК-4 ПК-5	Методы обработки спектров времени жизни . Обработка результатов эксперимента. Программы “GEXFIT”, “TIMEFIT” “POSITRONFIT”.		выполнение лабораторных заданий

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
(ОК-1) способность к самоорганизации и самообразованию	Знает (пороговый уровень)	Как организовать работу по проведению различных исследований	Организованная работа по проведению различных мероприятий	Различные мероприятия, (проведенный литературный поиск по теме исследования)	61-75
	умеет (продвинутый)	Найти самостоятельно различные дополнительные источники информации для своей профессиональной деятельности	Самостоятельно найденные источники информации для повышения своей квалификации и работы	Умение найти необходимую информацию для проведения своих исследований, (составленный литературный обзор по теме исследования)	76-85
	владеет (высокий)	Навыками поиска необходимой информации для своей профессиональной деятельности и способностью самостоятельно организовать свою работу	Самостоятельно найденные источники дополнительной информации для проведения исследований и организация этих исследований	Организованная работа по проведению исследований по своей тематике, полученные результаты и их анализ (оформленный отчет по проведенной работе)	86-100
(ОПК-3) способность использовать основные естественнонаучные законы понимания окружающего мира и явлений природы	знает (пороговый уровень)	Знает о возможности использования основных естественнонаучных законов для понимания окружающего мира и явлений природы	Понимание окружающего мира и явлений природы с точки зрения основных естественнонаучных законов	Умение объяснять не все различные природные явления на основании знания законов естественнонаучных дисциплин	61-75
	Умеет (продвинутый)	Умеет использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы	Понимание окружающего мира и явлений природы с точки зрения основных естественнонаучных законов	Умение объяснять большинство различных явлений природы на основании знания законов естественнонаучных дисциплин	76-85
	владеет (высокий)	Использует основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы	Понимание окружающего мира и явлений природы с точки зрения основных естественнонаучных законов	Умение объяснять явления природы на основании знания законов естественнонаучных дисциплин	86-100
(ПК-3) способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты	знает (пороговый уровень)	Как организовать экспериментальные исследования и получить результат	Получает результаты, самостоятельно организовав экспериментальные исследования	Количество самостоятельно организованных экспериментальных исследований	61-75
	умеет (продвинутый)	Организовать экспериментальные исследования, получить и обработать результаты	Самостоятельно организует исследования, получает результаты и обрабатывает их	Самостоятельно полученные и обработанные результаты исследования, представленные руководителю	76-85
	владеет (высокий)	Способность организовать исследование, получить, обработать и проанализировать полученные результаты	Способность проанализировать полученные и обработанные результаты собственных исследований	Самостоятельно полученные и обработанные результаты исследований, которые можно представить в виде доклада или иной публикации	86-100