



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра общей и экспериментальной физики



УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета
/ Н.М. Буднев
02 апреля 2025г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.02.01 Специальный практикум по спектроскопии

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки: Экспериментальная физика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная.

Согласовано с УМК:

физического факультета

Протокол № 49

от « 26 » марта 2025 г.

Зам. председателя, к.ф.-м.н., доцент

В.В. Чумак

Рекомендовано кафедрой:

общей и экспериментальной физики

Протокол № 5

от « 21 » февраля 2025 г.

Зав.кафедрой, д.ф.-м.н., профессор

А.А. Гаврилюк

Иркутск 2025 г.

Содержание

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	4
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	4
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	5
4.3. Содержание учебного материала	5
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	6
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС).....	7
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	8
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	10
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	10
а) <i>перечень литературы</i>	10
б) <i>периодические издания</i>	10
в) <i>список авторских методических разработок</i>	10
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	15
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	11
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	11
6.2. Программное обеспечение:	11
6.3. Технические и электронные средства:	11
VII. Образовательные технологии	11
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	11

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)

1. Цели и задачи дисциплины : Целью курса является создание фундаментальной базы знаний о природе атомных спектров. Предусматривается осуществить последовательное изложение систематики атомных спектров, осветить общие вопросы спектроскопии. Наряду с результатами исследований спектров в оптической области рассматриваются результаты радиоспектроскопических исследований и ТГц спектроскопия.

Задачи курса. Первая из них заключается в мировоззренческой и методологической направленности курса. Необходимо сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину природы атомных спектров. Создание такой картины происходит поэтапно, путем обобщения экспериментальных данных и на их основе производится построение моделей наблюдаемых явлений.

Во-вторых, в рамках единого подхода необходимо рассмотреть основные явления, вывести основные законы и получить их выражение в виде математических уравнений. Необходимо научить студентов количественно решать конкретные задачи.

В-третьих, необходимо научить студентов основам постановки и проведения физического эксперимента с последующим анализом и оценкой полученных результатов.

Неотъемлемой частью курса «Атомная спектроскопия» является специальный физический практикум по спектроскопии. Его главные задачи: 1). Научить применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций, экспериментально изучить основные закономерности, оценить порядки изучаемых величин, определить точность экспериментальных результатов.

2). Ознакомиться с измерительной аппаратурой и принципом ее действия, с основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований. Общее число задач спецпрактикума определяется кафедрой в соответствии с учебным планом и содержанием настоящей программы.

II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПВО

Потребность курса, посвященного атомным спектрам, существует и в наши дни. По-прежнему знание спектров необходимо и физикам, занимающимся строением атомов или свойствами газоразрядной плазмы; специалисту-практику, работающему в области применения спектрального анализа или создания газосветных ламп. Астрофизику, определяющему по спектру звезды или туманности, происходящие в них процессы. Химику знание спектров дает возможность проследить расположение внешних электронов в атомах и тем самым подвести физический фундамент под периодическую систему Менделеева. Со спектрами встречается и геофизик, наблюдающий свечение верхних слоев атмосферы и специалист в области квантовой электроники.

Дисциплина «Специальный практикум по спектроскопии» относится к дисциплине базовой части **Б1.В.02.01** образовательной программы по направлению **03.03.02 Физика**. При изучении этой дисциплины используются знания, приобретенные при изучении «Атомной физики» и «Оптики». Дисциплина «Атомная спектроскопия» является базовой для изучения таких дисциплин как «Квантовая физика» «Теория конденсированного состояния».

III. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

- способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ПК-2).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2	ИДК ПК-2 Использует базовые знания в области физики в своей профессиональной деятельности	Знает: • - Теоретические основы, понятия, законы и модели. • методы спектрального анализа • способы и технологии получения исследуемой пробы Умеет: • самостоятельно анализировать и оценивать факты, явления и события; • осуществлять поиск и обработку актуальной информации в ЭБС и периодических изданиях и выявлять современные тенденции в физике конденсированного состояния; • применять методы и средства измерения физических величин; Владеет: -методами обработки и оценки погрешности измерений параметров -методами экспериментальных исследований параметров и характеристик веществ

IV. Содержание и структура дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы.

Занятия проводятся только в очной форме обучения. с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭЛИОС факультета. Электронной и дистанционной форм обучения не предусматривается.

Из них 50 часов – практическая подготовка

Форма промежуточной аттестации: зачёт

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся , практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекц ии	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
1	Раздел 1. Качественный спектральный анализ веществ.	6	17.5	12,5	2	12,5		3	отчёт, защита отчёта
2	Раздел 1. Спектроскопические методы измерения температуры дугового разряда	6	17.5	12,5	2	12,5		3	отчёт, защита отчёта
3	Раздел 2. Полуколичественный спектральный анализ	6	17.5	12,5	2	12,5		3	отчёт, защита отчёта
4	Раздел 2. Количественный спектральный анализ	6	18.5	12,5	2	12,5		4	отчёт, защита отчёта
	Контроль		1						
Итого часов			72	50		50		13	зачёт

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно- методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	Раздел 1,2. Основы общей систематики сложных спектров	Обработка полученных экспериментальных данных, анализ результатов	В течение семестра	3	Отчёт	[1-3]
6	Раздел 2. Спектры атомов с доставляющей оболочкой	Формулирование выводов по результатам работы. Работа с методическим материалом к каждой работе	В течение семестра	3	Собеседование	[1-3]

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	Раздел 2. Спектры атомов с достраивающейся оболочкой	Закрепление лекционного материала для работы на лабораторных занятиях	В течение семестра	3	Собеседование	[1-3]
6	Раздел 2. Спектры атомов с двумя внешними электронами	изучение теоретической части лабораторной работы, оформление отчета	В течение семестра	4	отчет	[1-3]

4.3. Содержание учебного материала

Раздел 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СПЕКТРОСКОПИИ

Тема 1. Основные положения спектроскопии Основные квантовые законы. Уровни энергии, переходы между ними. Деление спектроскопии по свойствам излучения, по свойствам АС (атомных систем)

2. Основные характеристики уровней энергии Невырожденные и вырожденные уровни энергии. Квантование моментов количества движения и их проекций. Магнитные моменты и их связь с механическими моментами. Прецессия и взаимодействие магнитных моментов.

3. Симметрия АС и их уровней энергии Общая характеристика симметрии АС. Основные понятия теории групп и важнейшие группы. Невырожденные и вырожденные типы симметрии.

4. Вероятности переходов и правила отбора Вероятности спонтанных и вынужденных переходов. Время жизни возбужденных состояний. Дипольное излучение. Силы осцилляторов. Естественная ширина уровней энергии и спектральных линий

5. Интенсивности в спектрах Мощности испускания и поглощения. Заселенность уровней. Основные законы равновесного излучения. Коэффициенты поглощения. Неравновесные спектры испускания. Контурные спектральных линий и полос. Уширение спектральных линий обусловленное тепловым движением и взаимодействием частиц.

Раздел 2. АТОМНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

6. Уровни энергии и спектры атома водорода Квантовые числа одноэлектронного атома и степень вырождения его уровней. Зависимость спектров одноэлектронных атомов от заряда и массы ядра. Характеристика стационарных состояний. Правила отбора и вероятности переходов. Тонкая структура уровней энергии и спектральных линий. Сдвиг уровней.

7. Электронные оболочки атомов и периодическая система элементов. Квантовые числа электронов в сложном атоме и принцип Паули. Электронные слои и оболочки и их заполнение. Зависимость энергии электронов от азимутального квантового числа. Ход заполнения электронных слоев и оболочек. Свойства элементов с заполненными и незаполненными оболочками. Типы спектров различных элементов.

8. Одноэлектронные спектры атомов с одним внешним S электроном. Основной уровень атомов щелочных металлов. Возбужденные уровни и спектральные серии атомов щелочных металлов. Интенсивности в спектрах. Спектры ионов изоэлектронных с атомами щелочных металлов.

9. Основы общей систематики сложных спектров. Сложение орбитальных и спиновых моментов и типы связи. Общая характеристика нормальной связи. Термы конфигураций, состоящих из эквивалентных электронов. Термы смешанных конфигураций, содержащих эквивалентные электроны. Мультиплетное расщепление. Мультиплеты в спектрах. (j,j)-связь.

10. Спектры атомов с двумя внешними S электронами. Общая характеристика спектров атомов с двумя внешними электронами. Спектр атома гелия. Спектры атомов щелочноземельных металлов. Спектры атомов цинка, кадмия, ртути. Смешанные термы.

11. Спектры атомов с заполняющимися и заполненными p оболочками. Общая характеристика спектров с заполняющимися p оболочками. Спектры атомов с одним внешним электроном. Спектры атомов с p оболочками p^2 , p^3 , p^4 . Спектры атомов галоидов. Спектры атомов инертных газов.

12. Спектры атомов с достраивающимися d и f оболочками. Особенности спектров атомов с достраивающимися оболочками. Общая характеристика спектров атомов с достраивающимися d оболочками. Спектры атомов с d оболочками заполненными менее чем наполовину. Спектры атомов с d оболочками заполненными наполовину. Спектры атомов с d оболочками заполненными более чем наполовину. Спектры атомов с внешними S электронами и заполненной d оболочкой. Общая характеристика спектров атомов с достраивающимися f оболочками. Спектры атомов с f оболочками заполненными менее чем наполовину. Спектры атомов с f оболочками заполненными наполовину. Спектры атомов с f оболочками заполненными более чем наполовину.

13. Рентгеновские спектры и Терагерцевая спектроскопия. Общая характеристика рентгеновских спектров поглощения и испускания. Терагерцевая спектроскопия. Физические принципы ТГц источников и приемников. Квантовокаскадный ТГц лазер. Применение ТГц излучения. Временная ТГц спектроскопия.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	Тема 9	Качественный спектральный анализ	12.5	Вопросы к зачету	ПК-1 К-2
2.	Тема 10	Количественный спектральный анализ	12.5	отчеты	ПК-1 К-2
3.	Тема 11	Полуколичественный спектральный анализ	12.5	Вопросы к зачету	ПК-2 К-2
4	Тема 12	Измерение температуры плазмы дуги спектроскопическим методом	12.5	отчеты	ПК1 К-2

--	--	--	--	--	--

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Разделы 1-2 Тема 8	Аудиторная	Изучить теоретическую часть лабораторной работы	Методическое описание, авторское пособие [1-3]	3
2.	Разделы 1-2 Тема 9	Аудиторная	Изучить оптическую схему спектрофотометра ИСП-28. Познакомиться с электрической схемой дугового генератора ИВС-28 . Подготовиться к началу эксперимента	Методическое описание, авторское пособие [1-3]	3
3.	Разделы 1-2 Тема 10, 11	Аудиторная	Провести эксперимент. Обработать экспериментальные данные.	Методическое описание, авторское пособие [1-3]	3
4.	Разделы 1-2 Тема 12 и 13	Внеаудиторная	оформление отчета; подготовка к защите	Вся рекомендуемая литература	4

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Цель самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – самостоятельная работа выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.
- внеаудиторная – самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа помогает студентам:

1) **Овладеть знаниями:**

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;
- работа со справочниками и другой справочной литературой;
- ознакомление с нормативными и правовыми документами;
- учебно – методическая и научно-исследовательская работа;
- использование компьютерной техники, Интернета и др.;

2) Закреплять и систематизировать знания:

- работа с конспектом лекций;
- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;
- подготовка плана;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- подготовка ответов на контрольные вопросы;
- заполнение рабочей тетради;
- аналитическая обработка текста;
- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на семинаре (конференции, круглом столе и т.п.);
- подготовка реферата;
- составление библиографии использованных источников;
- тестирование и др.;

3) Формировать умения:

- решение ситуационных задач и упражнений по образцу;
- выполнение расчетов(графические и расчетные работы);
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к тестированию;
- опытно-экспериментальная работа;
- подготовка к выпускной квалификационной работе.

Методические указания к выполнению лабораторных работ:

- подробное описание проведения эксперимента, знакомство с описанием лабораторной работы.
- при получении допуска преподаватель обращает внимание на требования к отчетному материалу.
- библиографические справки на источники информации и справочный материал.
- чередование творческой работы на занятиях с заданиями во внеаудиторное время.
- во время допуска дается четкий инструктаж по выполнению самостоятельных заданий, указываются цель, условия выполнения, объем работы и сроки выполнения.

- при отчете лабораторной работы осуществляется текущий учет и
- контроль за самостоятельной работой студентов.
- дается оценка работы, обобщается уровень усвоения навыков самостоятельной и творческой работы.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы не планируются.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

1. Н.С. Бухман, Л.М. Бухман. Концепции современного образования (лабораторный практикум) изд. Лань:, 2022. 264 с. (ISBN 978-5-8114-8669-4).
2. Спектроскопия атомов и молекул в конденсированных средах: учеб. Пособие/ Е.А. Раджабов.-Иркутск:Изд-во ИГУ, 2013.- 107 с.
3. Атомный эмиссионный спектральный анализ: метод. указ. лаб.раб./Л.И.Щепина, В.В. Лызганов.- Иркутск: Изд-во ИГУ. 2018.-44 С. [Спецпрактикум_Эмиссионный спектральный анализ_PHYS_18-19_МКТЕ_29: методические указания к лабораторным работам \(isu.ru\)](#)
4. <http://www.nsu.ru/materials/ssl/text/encyclopedia/spectroscopy.html>
5. Труды по атомной спектроскопии на сайте <http://www.samaranews.ru/bes.phtml>
6. Библиотека Института спектроскопии РАН
7. Зайдель А.Н. Прокофьев В.К. Райский С.М.Таблицы спектральных линий.1982.
8. Калинин С.К., Замятин Г.М., Перевертун В.М. и др. Атлас спектральных линий (для кварцевого спектрографа). Изд.Наука. Алма-Ата. 1988.
9. И.Куба, Л.Кучера, Ф. Плзак, М.Дворжак, Я Мраз. Таблицы совпадений по атомной спектроскопии, 2000г.
10. <http://www.spectroscopymag.com/spectroscopy/>

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы__Читальный электронный зал “Библиотех_”_____

д) В системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по данному курсу

VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Спектральные приборы ИСП-22, ИСП-28. Генераторы дугового разряда ДГ-2 и искрового разряда ИГ-3. Микроденситометр MD-100. Стилоскоп СЛ-11.

Материалы: Образцы сталей и сплавов. Набор эталонов на основе дюралюминия. Соли, содержащие элементы периодической системы Д.М.Менделеева. Высококонтрастная универсальная пленка AGFA производство Бельгии. Спектральные фотопластинки. Графитовые электроды.

6.2. Программное обеспечение:

- стандартные сервисы MS Windows для работы в глобальной сети Интернет;
- Microsoft Word и Microsoft Excel в составе пакета MS Office. Лицензия на новые версии периодически обновляется Центром новых информационных технологий ИГУ по всему университету

VII. Образовательные технологии:

Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы:

Проведение занятий в интерактивной форме, в форме ролевых игр, например, лабораторная работа “ Качественный спектральный анализ.” Разбор конкретных ситуационных задач, например, лабораторная работа “ Количественный спектральный анализ” и др. Мастер классы проходят в виде участия студентов в Международной школе по люминесценции и лазерной физике.

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Оценочные средства (ОС):

1. Оценочные средства для входного контроля (в виде тестов с закрытыми или открытыми вопросами).
2. Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе университета (в виде тестов, ситуационных задач) и др. Назначение оценочных средств ТК - выявить сформированность компетенций –ПК-2 .

Перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы студентов

1. Найти основной терм для нормальной конфигурации урана U ($5f^3 6d 7s^2$).
2. Определить возможные термы для конфигурации эквивалентных электронов p^2 .

3. Рассмотреть конфигурацию марганца Mn ($3d^5 4p^2$) и определить ее терм.
4. Расшифровать запись для атома кислорода (исходная $1s^2 2s^2 2p^4$ конфигурация) : $2p^3(^4S)3s^5S$

1. Найти основной терм для нормальной конфигурации нептуний Np ($f^4 ds^2$).
2. Определить возможные термы для конфигурации эквивалентных электронов p^5 .
3. Рассмотреть конфигурацию марганца Mn ($3d^5 4p^2$) и определить ее терм.
4. Расшифровать запись для атома кислорода (исходная $1s^2 2s^2 2p^4$ конфигурация) : $2p^3(^4S)3s^3S$.

1. Найти основной терм для нормальной конфигурации урана U ($5f^3 6d 7s^2$).
2. Определить возможные термы для конфигурации эквивалентных электронов p^2 .
3. Рассмотреть конфигурацию марганца Mn ($3d^5 4p^2$) и определить ее терм.
4. Расшифровать запись для атома кислорода (исходная $1s^2 2s^2 2p^4$ конфигурация) : $2p^3(^4S)3s^5S$

1. Найти основной терм для нормальной конфигурации берклий ($f^8 d s^2$).
2. Определить возможные термы для конфигурации эквивалентных электронов p^1 .
3. Рассмотреть конфигурацию марганца Mn ($3d^5 4p^2$) и определить ее терм.
4. Расшифровать запись для атома кислорода (исходная $1s^2 2s^2 2p^4$ конфигурация) : $2p^3(^2P)3s^3P$

1. Найти основной терм для нормальной конфигурации кюрий Cm ($5f^7 6d 7s^2$).
2. Определить возможные термы для конфигурации эквивалентных электронов p^5 .
3. Рассмотреть конфигурацию марганца Mn ($3d^5 4p^2$) и определить ее терм.
4. Расшифровать запись для атома кислорода (исходная $1s^2 2s^2 2p^4$ конфигурация) : $2p^3(^2P)3s^1P$

1. Найти основной терм для нормальной конфигурации урана U ($5f^3 6d 7s^2$).
2. Определить возможные термы для конфигурации эквивалентных электронов p^2 .
3. Рассмотреть конфигурацию кобальта ($d^7 p^2$) и определить ее терм.
4. Расшифровать запись для иона марганца (исходная $3d^5 4s^2$ конфигурация) : $3d^5(^6S)4s^5S$

Примечание: Студент готов к зачету, если он знает и понимает основные формулы и законы атомной спектроскопии, умеет их применять для решения задач, знает методы решения задач.

8.1.3. Тестовые задания для проверки сформированности компетенций

Перечень основных понятий и определений:

Спектральный анализ (СА). Принципиальная оптическая схема спектрального прибора.

Характеристики спектральных приборов.

1. Угловая дисперсия: a) $d\varphi/d\lambda$
b) $d\lambda/d\varphi$
c) $d\lambda/d\varphi$
2. Разрешающая способность: a) $\lambda/d\lambda$
b) $d\lambda/d\lambda$
c) $(d\varphi/d\lambda) x_0$
3. Увеличение спектрального прибора: a) f_2/f_1
b) $s_0 (f_2/f_1)$
c) $s_0 (f_2/f_1) + S'$
4. Нормальная ширина щели : a) $(\lambda/D)f_1$
b) D/f_1
c) $s_0 (f_2/f_1)$
5. Зависимость освещенности линейчатого спектра от ширины входной щели: a) зависит
b) не зависит
c) $E=E_0 (f_1 s_0)/(f_2^2 \varphi)$
6. Явление виньетирования: a) Дифракция на щели
b) Интерференция
c) когда часть света не попадает на объектив коллиматора

Выбор рациональных условий освещения щели и регистрация спектра. Явление “виньетирования”. Однолинзовый конденсор. Качественный СА. Схема генератора для питания дуги переменного тока. Количественный СА. Схема высоковольтной конденсированной искры. Изучение зависимости фактора контрастности от времени проявления и λ . Характеристическая кривая. Уравнение Шеппарда-Миза. Формула Ламакина-Шейбе. Метод трех эталонов.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки : 03.03.02 Физика

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направленности подготовки **экспериментальная физика**

Разработчик:



(подпись)

доцент

(занимаемая должность)

Л.И. Щепина

(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры __общей и экспериментальной физики

(наименование)

«_21_» февраля _____ 2025__г.

Протокол № 5__



Зав. кафедрой _____

_____ Гаврилюк А.А.