



**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**

**2022 г.**

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Наименование дисциплины (модуля):** Б1.О.26.01 Эмиссионный спектральный анализ

**Направление подготовки:** 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

**Направленность (профиль) подготовки:** Электроника и нанoeлектроника

**Квалификация выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

Согласовано с УМК:  
физического факультета  
Протокол № 33 от «31» марта 2022 г.

**Председатель:** д.ф.-м.н., профессор  
Н.М. Буднев

**Рекомендовано кафедрой:**  
общей и экспериментальной физики

**Протокол №** 6  
от «24» марта 2022 г.

**Зав. кафедрой** д.ф.-м.н., доцент  
А.А. Гаврилюк

**Иркутск 2022г.**

## Содержание

<b>I. Цели и задачи дисциплины (модуля)</b> .....	3
<b>II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО</b> .....	3
<b>III. Требования к результатам освоения дисциплины</b> .....	3
<b>IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)</b> .....	4
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов .....	6
4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	7
4.3. Содержание учебного материала .....	8
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....	9
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС) .....	9
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	11
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии) .....	13
<b>V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)</b> .....	14
а) <i>перечень литературы</i> .....	14
б) <i>периодические издания</i> .....	15
в) <i>список авторских методических разработок</i> .....	15
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i> .....	15
<b>VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)</b> .....	15
6.1. Учебно-лабораторное оборудование: .....	15
6.2. Программное обеспечение: .....	15
6.3. Технические и электронные средства: .....	15
<b>VII. Образовательные технологии</b> .....	15
<b>VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации</b> .....	16

## **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 эмиссионному спектральному анализу. 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 ОПОПВО**

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» относится к дисциплине базовой части Б1.О.26.01 образовательной программы по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. 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» ”Твердотельная электроника”, “Материалы электронной техники”.

## **III. Требования к результатам освоения дисциплины**

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

- способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные(ОПК-2).

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-1	<p><i>ИДК ОПК.1.23</i> Использует базовые знания в области физики в своей профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• - Теоретические основы, понятия, законы и модели.</li> <li>• методы спектрального анализа</li> <li>• способы и технологии получения исследуемой пробы</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно анализировать и оценивать факты, явления и события;</li> <li>• осуществлять поиск и обработку актуальной информации в ЭБС и периодических изданиях и выявлять современные тенденции в развитии элементной базы электроники;</li> <li>• применять методы и средства измерения физических величин;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <p><i>-методами обработки и оценки погрешности измерений параметров</i> <i>-методами экспериментальных исследований параметров и характеристик веществ</i></p>
ОПК-2	<p><i>ИДК ОПК.2.1</i> Знает основные научные методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов и явлений</p>	<p><b>Знает:</b></p> <p>основные научные методы теоретического и экспериментального исследования физических объектов, процессов и явлений; теоретические основы, основные понятия, законы и модели атомной спектроскопии</p> <p><b>Умеет:</b></p> <p>применять теоретические знания к решению практических задач;</p> <p><b>Владеет:</b></p> <p>методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации</p>

**IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)**

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 71 час.

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

Из них 72 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/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекции	Семинарские/практические/лабораторные занятия	Консультации		
1	2	3	4	5	7	8	9	10	
1	1. Введение.	5	8	4		4		4.8	Решение экспериментальных задач, опрос, Отчёт по лабораторной работе, собеседование Отчёт по лабораторной работе, собеседование, Решение задач, опрос, письменный текущий контроль
2	Раздел 1. Качественный спектральный анализ веществ.	5	15	10		10		4.8	
3	Раздел 1. Спектроскопические методы измерения температуры дугового разряда	5	15	10		10		4.8	
4	Раздел 2. Полуколичественный спектральный анализ	5	15	10		10		4.8	
5	Раздел 2. Количественный спектральный анализ	5	15	10		10		4.8	
	Контроль КСР зачет		3			44		24	
	<b>Итого часов</b>		<b>71</b>						

#### 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся студентов по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	Раздел 1,2. Основы общей систематики сложных спектров	Обработка полученных экспериментальных данных, анализ результатов	В течение семестра	4.8	Отчёт, ответы на контрольные вопросы	Атомный эмиссионный спектральный анализ: метод. указ. лаб. раб./Л.И. Щепина, В.В. Лызганов.- Иркутск: Изд-во ИГУ. 2018.- 44 с.  Вся рекомендуемая литература [1-3]
3	Раздел 2. Спектры атомов с достраиваемой d оболочкой	Формулировка выводов по результатам работы. Работа с методическим материалом к каждой работе	В течение семестра	4.8	Отчёт, ответы на контрольные вопросы	
3	Раздел 2. Спектры атомов с заполняющимися p оболочками	- изучение теоретической части лабораторной работы; - оформление отчета; - подготовка к отчёту	В течение семестра	4.8	Отчёт, ответы на контрольные вопросы	
3	Раздел 2. Спектры атомов с двумя внешними s электронами	Закрепление лекционного материала для работы на лабораторных занятиях	В течение семестра	4.8	Опрос	
3	Все темы	Подготовка к зачету	К концу семестра	4.8		
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				24		

**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. Контуры 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 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.	<b>Тема 9</b>	Качественный спектральный анализ	12	Вопросы к зачету	ОПК-1 ОПК-2
2.	<b>Тема 10</b>	Количественный спектральный анализ	12	отчеты	ОПК-1, ОПК-2
3.	<b>Тема 11</b>	Полуколичественный спектральный анализ	8	Вопросы к зачету	ОПК-2 ОПК-1
4	<b>Тема 12</b>	Измерение температуры плазмы дуги спектроскопическим методом	8	отчеты	ОПК1 ОПК-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	ИДК
1	Введение	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное	Из списка основной и дополнительной литературы.	<i>ИДК ОПК.1.2</i>

			изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.		10
2	Основные свойства атомных спектров.	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	<i>ИДК</i> <i>опк.1.2</i>
3	Все темы с 8-11	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	<i>ИДК</i> <i>опк.1.2</i>
4	Темы 12 и 13	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	Из списка основной и дополнительной литературы.	<i>ИДК</i> <i>опк.1.2</i>
5	Взаимодействие излучения с веществом.	Внеаудиторная работа.	Изучение научной и специальной	Из списка основной и дополнительной	<i>ИДК</i> <i>опк.1.2</i>

			литературы, подготовка к занятиям, выполнение заданий по темам, вынесенным на самостоятельное изучение, конспектирование ответов на контрольные вопросы.	й литературы.	
6	Подготовка к зачету	Внеаудиторная работа		Из списка основной и дополнительной литературы.	<i>ИДК опк.1.2</i>
7	Темы лабораторных работ	Аудиторная работа.	- изучение теоретической части лабораторной работы; - оформление результатов эксперимента; - подготовка к отчёту	Методические материалы к лабораторным работам	<i>ИДК опк.2.1</i>

#### 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 учебным планом не предусмотрены

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

1. 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.
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/>

#### б) периодические издания

- нет.

#### в) список авторских методических разработок

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

#### г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- 1) НБ ИГУ <http://library.isu.ru/ru>
- 2) ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
- 3) ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- 4) ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
- 5) ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>

#### 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:

Интернет источники:

научные публикации в реферативных журналах по актуальным проблемам физики; материалы научных конференций. В частности научная электронная библиотека elibrary.ru; электронная библиотека «Труды ученых ИГУ» (<http://elib.library.isu.ru>);

Электронные версии журналов: “Успехи физических наук”, “Известия вузов (серия физика)”, “Физика твердого тела”, “Физика и техника полупроводников” [www.nanodigest.ru](http://www.nanodigest.ru)

– Интернет журнал о нанотехнологиях

### 6.3. Технические и электронные средства:

Мультимедийный проектор, экран (по необходимости), меловая или маркерная доска. В ходе учебного процесса используются технические средства обучения и контроля знаний студентов (презентации, контролирующих программ, демонстрационных установок), использование которых предусмотрено методической концепцией преподавания

## VII. Образовательные технологии

№ п/п	Виды учебной работы	Образовательные технологии
1.	Лабораторные 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

Фонд оценочных средств представлен в приложении.

### 8.1.1. Оценочные средства для входного контроля

(могут быть в виде тестов с закрытыми или открытыми вопросами).

## 8.1.2. Оценочные средства текущего контроля

\*Текущий контроль осуществляется в устной и письменной форме при выполнении студентами учебных заданий.

Тематика контрольных заданий и вопросов приведена ниже.

**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. Оценочные средства для промежуточной аттестации

\* Промежуточный контроль – зачет

**Примерный список вопросов к зачету***Перечень основных понятий и определений:*

Спектральный анализ (СА). Принципиальная оптическая схема спектрального прибора. Характеристики спектральных приборов. Зависимость освещенности спектра от ширины входной щели. Нормальная ширина щели. Выбор рациональных условий освещения щели и регистрация спектра. Явление “виньетирования”. Однолинзовый, двух- и трехлинзовый конденсор. Качественный СА. Схема генератора для питания дуги переменного тока. Количественный СА. Схема высоковольтной конденсированной искры. Изучение зависимости фактора контрастности от времени проявления и  $\lambda$ . Характеристическая кривая. Уравнение Шеппарда-Миза. Формула Ламакина-Шейбе. Метод трех эталонов. Измерение температуры плазмы дуги. Перечислить требования, предъявляемые для увеличения точности метода. Почему выбирают линии цинка: 3072 и 3075 ангстрем? Вывести расчетную формулу для определения температуры плазмы дуги.

**Структура и спектры сложных атомов**

Определение энергетических состояний электронов в сложных атомах. Сложение моментов и типы связи электронов в атоме.

Застройка электронных оболочек в атоме. Принцип Паули. Правило Хунда.

Оптические спектры сложных атомов.

Энергетические уровни и оптический спектр атома во внешнем постоянном магнитном поле. (Нормальный и аномальный эффект Зеемана, эффект Пашена-Бака).

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

**Разработчик:**

к.м-ф.н, доцент Щепина Л.И.

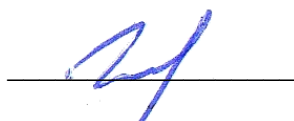


Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и экспериментальной физики

«24» марта 2022 г.

Протокол № 6

Зав. кафедрой



д.ф.-м.н., профессор А.А. Гаврилюк



**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**