

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
оптики и спектроскопии



(Овчинников О.В.)

подпись, расшифровка подписи

21. 06. 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.31 Практикум по атомной спектроскопии  
Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:

03.03.02 – Физика

2. Профиль подготовки / специализация/магистерская программа: физика медицинских, лазерных технологий и наноматериалов

3. Квалификация (степень) выпускника: Высшее образование (бакалавр)

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы Татьянина Елена Павловна, кандидат физико-математических наук, доцент; Леонова Лиана Юрьевна, кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: НМС физического факультета от 20.06.23 г. протокол № 6  
(наименование recommending структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2025/2026

Семестр(ы): 5

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

*Целями освоения учебной дисциплины являются:* получение знаний по основам современной теории излучения света атомами, физическим, аппаратным и методическим основам современного спектрального анализа, базирующегося на явлениях эмиссии света атомами. Практикум предназначен для студентов физического факультета, обучающихся по направлению 03.03.02 Физика и изучающих теоретический курс «Атомная физика».

*Задачи учебной дисциплины:*

- изучить физические принципы действия современных спектральных приборов (как призмных, так и дифракционных), источников света и приемников излучения оптического диапазона;
- освоить методики качественного и полуколичественного спектральных анализов при исследовании атомарного состава вещества

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: обязательная часть блока Б1.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.4	Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированных в рамках базовых дисциплин естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	знать: основы современной теории излучения света атомами;  уметь: применять на практике знания о современных спектральных приборах и использовать их на практике;  владеть: основными методами решения типовых задач спектрального анализа.
		ОПК-1.5	Умеет использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	
		ОПК-1.6	Владеет навыками использования знаний о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук при решении практических задач, структурирования естественно-научной информации	

ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-2.1	Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	знать: физические, аппаратные и методические основы современного спектрального анализа;
		ОПК-2.2	Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	уметь: применять на практике современные спектральные приборы (как призмённые, так и дифракционные), источники света и приемники излучения оптического диапазона; владеть: основными методами решения типовых задач спектрального анализа.

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час** (в соответствии с учебным планом)—2/72.

**Форма промежуточной аттестации** зачет

**13. Виды учебной работы:**

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 5
Аудиторные занятия		34	34
в том числе:	лекции		
	практические		
	лабораторные	34	34
Самостоятельная работа		38	38
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации <i>зачет</i>			
Итого:		72	72

**13.1. Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Введение	Основы современной теории излучения света атомами. Постулаты Бора. Квантовые числа. Серийные закономерности в спектре атома водорода.
2	Эмиссионный спектральный анализ	Этапы спектрально-аналитического процесса. Подготовка пробы к проведению анализа. Выбор источника, спектрального прибора, приемника излучения. Изучение таблиц и атласов.
3	Оборудование для проведения спектрального анализа	Изучение источников возбуждения спектра, призмённых и дифракционных спектрографов. Приемники электромагнитного излучения.
4	Качественный спектральный анализ	Теоретические основы проведения качественного спектрального анализа. Аналитические и контрольные линии. Концентрационная чувствительность. Выполнение лабораторной работы.

5	Полуколичественный спектральный анализ	Теоретические основы проведения полуколичественного спектрального анализа. Интенсивность спектральных линий. Освоение различных методов полуколичественного спектрального анализа. Выполнение лабораторной работы по методу «последних линий».
---	--	--

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение	-	-	2	2	4
2	Эмиссионный спектральный анализ	-	-	2	2	4
3	Оборудование для проведения спектрального анализа	-	-	6	2	8
4	Качественный спектральный анализ	-	-	14	16	30
5	Полуколичественный спектральный анализ	-	-	10	16	26
	Итого			34	38	72

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

Основными этапами освоения дисциплины являются:

- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
- Подготовка к лабораторным занятиям.

В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения лабораторных работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации. Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

#### а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Лабораторный практикум по атомной физике: "Атомный эмиссионный спектральный анализ" [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : [для проведения лаб. практикума по "Атомной физике" у студ. 3 курса физ. фак., обуч. по направлениям "Физика" и "Радиофизика" ; для направлений 011800 - Радиофизика, 011200 - Физика] / Воронеж. гос. ун-т; [сост. : О.В. Овчинников и др.] .— Электрон. текстовые и граф. дан. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-175.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-175.pdf</a> >.

2	Тимофеев, В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур : / Тимофеев В.Б. - Москва : Лань", 2015. <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56610">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=56610</a> >.
3	Спектральные методы анализа: Учебное пособие / Пашкова Е.В., Волосова Е.В., Шипуля А.Н. - Москва :СтГАУ - "Агрус", 2017. - 56 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/976630">https://znanium.com/catalog/product/976630</a> Режим доступа: по подписке.

#### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Борщевский А.Я. Строение атомных частиц. Водородоподобные атомы / А.Я. Борщевский. – М. : МГУ, 2010. – 86 с.
5	Барсуков В.И. Атомный спектральный анализ / В.И. Барсуков. – М. : Изд-во Машиностроение-1, 2005. – 103 с.
6	Хасанов Р.Р. Атомно-эмиссионный спектральный анализ: Учебно-методическое пособие / Р.Р. Хасанов, Р.Р. Хусаинов. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2012. – 27 с.
7	Прикладная физическая оптика: учеб. Пособие для студ инж.-физ. и оптич. спец. вузов / В.А. Москалева, И.М. Нагибина, Н.А. Полушкина и др. – С.-Пб.: Политехника, 1995. - 527 с.
8	Лебедева В. В. Техника оптической спектроскопии: учебное пособие для студ. физич. и физ.-мат. фак-в ун-тов / В.В. Лебедева. - М.: Изд-во Московского ун-та, 1986. - 352 с.
9	Русанов А.К. Основы количественного спектрального анализа руд и минералов / А.К. Русанов. – М. : Недра, 1978 – 400 с.
10	Малышев В.И. Введение в экспериментальную спектроскопию / В.И. Малышев. - М.: Изд. физ.-мат. лит., 1979. - 384 с.
11	Нагибина И.М. Спектральные приборы и техника спектроскопии / И.М. Нагибина, В.К. Прокофьев.- М.; Л. : Изд. Машиздат. [Лен. Отд-е], 1963. - 271 с.
12	Зайдель А.Н. Таблицы спектральных линий / А.Н. Зайдель, В.К. Прокофьев, С.М. Райский. – М.: Наука, 1977. – 800 с.
13	Калинин С.К. Атлас дугового спектра / С.К. Калинин, А.А. Явнель. – М.: Гостехиздат, 1952. – 52 с.
14	Прэйт У. Цифровая обработка изображений. Т. 1, 2 / У. Прэйт. – М. : Мир, 1982. – 312 с, 480 с.
15	Физические основы и принципы работы приемников излучения в оптических системах: учебно- методическое пособие по специальности 010701 (010400) – Физика / Воронежский гос. ун-т; сост.: Т.В. Волошина, Л.Ю. Леонова, В.Н. Расхожев. – Воронеж: ЛОП ВГУ, 2005. – 39 с.
16	Шевич А.Б. Методы оценки точности спектрального анализа. М. : Металлургиздат, 1964. – 71 с.

#### в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1	Поисковая система e-library.ru
2	Поисковая система google.ru
3	Архив научных журналов <a href="http://arch.neicon.ru/">http://arch.neicon.ru/</a>
4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
5	Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a>
6	ЭБС "Издательства "Лань" <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
7	ЭБС "Университетская библиотека online" <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru">https://biblioclub.lib.vsu.ru</a>
8	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" <a href="https://rucont.ru">https://rucont.ru</a>
9	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ <a href="http://lib.mexmat.ru">lib.mexmat.ru</a>
10	Виртуальная обучающая среда Moodle < <a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a> >

### 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
1.	Общий физический практикум : "Атомный эмиссионный спектральный анализ" [Электронный ресурс] : учебное пособие : [для студ. 3 курса физ. фак. ; для направления 011800 - Радиофизика] / Воронеж. гос. ун-т; [сост. : О.В. Овчинников и др.] .— Электрон. текстовые и граф. дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интранета ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-31.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-31.pdf</a> >.

2.	Лабораторный практикум по атомной физике: "Атомный эмиссионный спектральный анализ" [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : [для проведения лаб. практикума по "Атомной физике" у студ. 3 курса физ. фак., обуч. по направлениям "Физика" и "Радиофизика" ; для направлений 011800 - Радиофизика, 011200 - Физика] / Воронеж. гос. ун-т; [сост. : О.В. Овчинников и др.] .— Электрон. текстовые и граф. дан. — Воронеж : Издательско- полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000; Adobe Acrobat Reader .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-175.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-175.pdf</a> >.
3.	Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающимися в бакалавриате по направлению "Физика" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. 4-го курса направления 03.03.02 Физика] / Сост.: Л.Ю. Леонова, Л.В. Титова ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019.
4.	Электронный курс для дистанционного обучения «Практикум по атомной эмиссионной спектроскопии» <a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=6376">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=6376</a>

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

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные и практические занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лабораторного занятия: 1. Формулировка целей занятия и ответы на вопросы студентов. 2. Ознакомление с теоретической основой работы, основными приемами и техникой безопасности при работе с используемыми приборами и реактивами. 3. Выполнение экспериментальной части работы. 4. Обработка экспериментальных результатов и предоставление их для предварительной проверки преподавателю.

Защита лабораторной работы проводится с целью выявления уровня освоения материала по тематике работы, способности дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы. Защита работы заключается в оформлении работ, устной беседе преподавателя со студентом по полученным в работе результатам и основным теоретическим понятиям по теме работы.

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде самостоятельных и контрольных работ, докладов и рефератов).

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или “MOOC ВГУ” (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

1.	Пакет офисных программ LibreOffice ( <a href="https://ru.libreoffice.org/">https://ru.libreoffice.org/</a> )
2.	Программное обеспечение ПЗС-линейки CCD Tool

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебные и учебно-научные лаборатории кафедры оптики и спектроскопии для проведения лабораторных занятий: генератор активизированной дуги переменного тока и высоковольтной искры ИВС-29 с поджигом высокочастотным разрядом и напряжением порядка 30000 В; спектрометр с плоской дифракционной решеткой PGS-2 с ПЗС-линейкой фирмы ToshibaTCD1304AP; маркерная доска, компьютер, проектор, экран, учебная и методическая литература.

Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации

Аудитория для самостоятельной работы, компьютерный класс с доступом к сети «Интернет»: компьютеры (мониторы, системные блоки) (15 шт.)

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
<p>ОПК-1.4. Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированных в рамках базовых дисциплин естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)</p> <p>ОПК-1.5. Умеет использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</p> <p>ОПК-1.6. Владеет навыками использования знаний о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук при решении практических задач, структурирования естественно-научной информации</p>	<p>знать: основы современной теории излучения света атомами;</p> <p>уметь: применять на практике знания о современных спектральных приборах и использовать их на практике;</p> <p>владеть: основными методами решения типовых задач спектрального анализа.</p>	<p>Этапы 1-5</p> <p>Введение</p> <p>Эмиссионный спектральный анализ</p> <p>Оборудование для проведения спектрального анализа</p> <p>Качественный спектральный анализ</p> <p>Полуколичественный спектральный анализ</p>	<p>Отчет о выполнении лабораторной работы</p>
<p>ОПК-2.1. Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений</p> <p>ОПК-2.2. Обработывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов</p>	<p>знать: физические, аппаратные и методические основы современного спектрального анализа;</p> <p>уметь: применять на практике современные спектральные приборы (как призмные, так и дифракционные), источники света и приемники излучения оптического диапазона;</p> <p>владеть: основными методами решения типовых задач спектрального анализа.</p>		<p>Отчет о выполнении лабораторной работы</p>
Промежуточная аттестация (зачет)			КИМ

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания и критерии их оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости осуществляется с помощью выполнения лабораторных работ.

В случае невыполнения обучающимся лабораторной работы преподаватель не оценивает работу обучающего выше 2 баллов (положительная оценка (3/4/5) может быть выставлена по результатам выполнения индивидуального задания).

**Перечень заданий и вопросов для текущего контроля успеваемости:**

**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:**

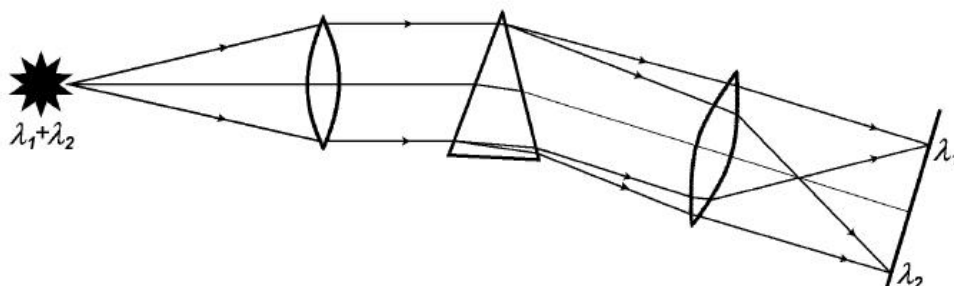
**Тестовые задания:**

1. Эмиссионный спектр атомов какого элемента содержит большее число линий?

- 1) лития
- 2) бария
- 3) алюминия
- 4) урана

Правильный ответ: Поскольку эмиссионный спектр атома связан, в первую очередь, с изменением состояния его валентных электронов, наиболее богатым будет спектр атомов, содержащих наибольшее число таковых, в данном случае – урана.

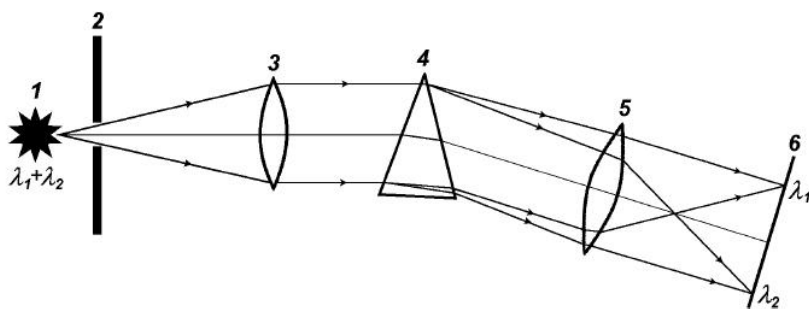
2. Ниже дана предельно упрощенная оптическая схема прибора для атомно-эмиссионного анализа. Какой абсолютно необходимый элемент пропущен на этой схеме?



- 1) Коллиматор
- 2) Компаратор
- 3) Отверстие
- 4) Щель
- 5) Диспергирующий элемент

Правильный ответ: На схеме пропущена щель. Правильная схема выглядит так:





где: 1 – источник сигнала (пламя, дуга, искра и т.д.), 2 – щель, 3 – коллиматор, 4 – диспергирующий элемент (призма или дифракционная решетка), 5 – объектив приемника сигнала, 6 – плоскость формирования изображения (спектра).

3. Какие спектральные линии называют резонансными?

- 1) Линии, для которых наиболее выражено самопоглощение
- 2) Линии, отвечающие переходу электронов с возбужденных уровней на основной
- 3) Линии, поддающиеся визуальному наблюдению
- 4) Синглетные линии
- 5) Дублетные и триплетные линии

Правильный ответ: Резонансными называют линии, отвечающие переходу внешних электронов атома с возбужденных уровней на основной.

4. Основным ограничением применения дугового атомно-эмиссионного метода является:

- 1) Высокая стоимость аппаратуры и расходных материалов
- 2) Сложность проведения качественного анализа
- 3) Малая чувствительность
- 4) Сложность проведения количественного анализа
- 5) Небольшой круг определяемых элементов

Правильный ответ: Благодаря легкости достижения высоких температур, атомизация и возбуждение образца в дуге позволяет определять с высокой чувствительностью очень многие элементы при использовании относительно простых и недорогих приборов. Однако из-за непреодолимой нестабильности горения дуги количественный анализ этим методом сильно затруднен.

5. Каково основное назначение входной щели в приборах для проведения атомно-эмиссионного анализа?

- 1) Ослабление фона
- 2) Ослабление сигнала
- 3) Выделение части спектрального диапазона
- 4) Формирование параллельного пучка света
- 5) Формирование изображения в фокальной плоскости объектива приемника сигнала

Правильный ответ: Входная щель, располагаясь в фокусе объектива коллиматора, является источником света для всей оптической схемы прибора, и именно ее монохроматические изображения наблюдаются в фокальной плоскости объектива приемника сигнала (в плоскости формирования изображения спектра). В частности, именно монохроматические изображения входной щели мы визуально наблюдаем в объективе спектрального прибора.

6. Какие спектральные линии составляют гомологическую пару?

- 1) Линии элементов из одной подгруппы периодической системы
- 2) Близлежащие линии в спектре определяемого элемента
- 3) Две наиболее интенсивные линии в спектре определяемого элемента.
- 4) Линии определяемого элемента и внутреннего стандарта, отношение интенсивностей которых не изменяется при изменении условий атомизации и возбуждения.
- 5) Линии определяемого элемента и эталона (образца сравнения)

Правильный ответ: Гомологическую (аналитическую) пару составляют линии определяемого элемента и внутреннего стандарта (элемента, изначально отсутствующего в анализируемой пробе и специального введенного в нее в точно известной концентрации), интенсивности которых сравнивают при проведении количественного анализа, поскольку их отношение не изменяется при изменении условий атомизации и возбуждения.

7. Для чего в оптических спектральных приборах часто устанавливают две или даже три призмы?

- 1) Для увеличения угловой дисперсии прибора
- 2) Для уменьшения светосилы прибора
- 3) Для увеличения спектрального диапазона прибора
- 4) В этом случае прибор проще в изготовлении
- 5) Чтобы сделать оптическую схему более компактной

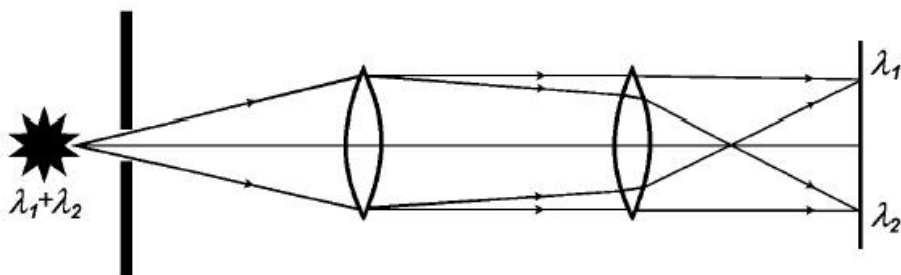
Правильный ответ: При этом увеличивается угловая дисперсия прибора и, следовательно, его разрешающая способность.

8. Для каких спектральных линий наиболее характерен эффект самопоглощения?

- 1) Резонансных
- 2) Синглетных
- 3) Дуплетных
- 4) Триплетных
- 5) Наименее интенсивных

Правильный ответ: Эффект самопоглощения наиболее характерен для резонансных линий (отвечающих переходу внешних электронов атома с возбужденных уровней на основной), поскольку большая часть атомов всегда находится в основном состоянии и способна к обратному переходу (возбуждению).

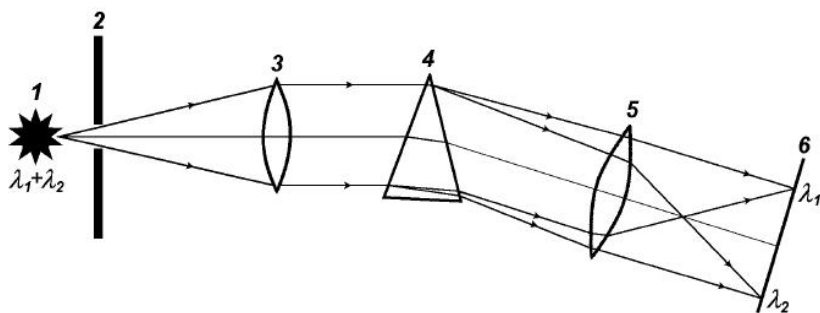
9. Ниже дана предельно упрощенная оптическая схема прибора для атомно-эмиссионного анализа. Какой абсолютно необходимый элемент пропущен на этой схеме?



- 1) Коллиматор

- 2) Компаратор
- 3) Светофильтр
- 4) Щель
- 5) Диспергирующий элемент

Правильный ответ: На схеме пропущен диспергирующий элемент. Правильная схема выглядит так:



где: 1 – источник сигнала (пламя, дуга, искра и т.д.), 2 – щель, 3 – коллиматор, 4 – диспергирующий элемент (призма или дифракционная решетка), 5 – объектив приемника сигнала, 6 – плоскость формирования изображения (спектра).

10. В лабораторию доставлен образец минерала. Необходимо оценить содержание в этом образце лития, рубидия и цезия. Выберите наиболее рациональный метод.

- 1) Атомно-эмиссионной анализ с использованием дуги
- 2) Атомно-эмиссионной анализ с использованием искры
- 3) Фотометрия пламени
- 4) Атомно-абсорбционная спектроскопия

Правильный ответ: Фотометрия пламени и атомно-абсорбционная спектроскопия требует перевода анализируемых образцов в раствор, следовательно, лучше воспользоваться другими методами. Поскольку необходимо только оценить содержание трех элементов (то есть провести полуколичественный анализ), рациональнее использовать более простой в аппаратном оформлении дуговой атомно-эмиссионной анализ.

11. Эмиссионный спектр атома представляет собой:

- 1) набор узких линий
- 2) набор широких полос
- 3) комбинацию узких полос и широких линий
- 4) непрерывную кривую с максимумами

Правильный ответ: Эмиссионный спектр атома возникает вследствие переходов его электронов из возбужденных состояний в основное (реже – в возбужденные с более низкой энергией). Если при таком переходе возникает квант электромагнитного излучения, то его энергия равна разности энергий двух состояний, которые могут принимать только дискретные значения. Поэтому эмиссионный спектр атома представляет собой набор узких линий.

12. Аналитическим сигналом при проведении качественного атомно-эмиссионного анализа является:

- 1) Длины волн спектральных линий

- 2) Интенсивность спектральных линий
- 3) Ширина спектральных линий
- 4) Расстояние между спектральными линиями
- 5) Этот метод почти не используют для качественного анализа

Правильный ответ: Поскольку длины волн эмиссионных спектральных линий характеристичны для каждого элемента, именно они используются как аналитический сигнал при проведении качественного анализа.

13. Эмиссионный спектр атомов какого элемента содержит большее число линий:

- 1) лития
- 2) натрия
- 3) стронция
- 4) железа

Правильный ответ: Поскольку эмиссионный спектр атома связан, в первую очередь, с изменением состояния его валентных электронов, наиболее богатым будет спектр атомов, содержащих наибольшее число таковых, в данном случае – железа.

14. Какое из перечисленных ниже электромагнитных излучений имеет наименьшую длину волны:

- 1) видимое
- 2) рентгеновское
- 3) ультрафиолетовое
- 4) инфракрасное

Правильный ответ: По уменьшению длины волны указанные электромагнитные излучения располагаются в следующем порядке: инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое и рентгеновское (наименьшая длина волны).

15. Какой метод атомизации образца и возбуждения атомов позволяет качественно определять наиболее широкий круг элементов в методе атомно-эмиссионного анализа:

- 1) Пламя
- 2) Дуга постоянного тока
- 3) Дуга переменного тока
- 4) Искра

Правильный ответ: Качественно определять наиболее широкий круг элементов позволяет искра, поскольку она обладает наиболее высокой эффективной температурой.

16. Аналитическим сигналом при проведении количественного атомно-эмиссионного анализа является:

- 1) Длины волн спектральных линий
- 2) Интенсивность спектральных линий
- 3) Ширина спектральных линий
- 4) Расстояние между спектральными линиями
- 5) Этот метод почти не используют для количественного анализа

Правильный ответ: Количественный атомно-эмиссионный анализ основан на измерении интенсивности электромагнитного излучения при заданной длине волны.

17. Квант какого из перечисленных ниже типов электромагнитных излучений имеет наименьшую энергию:

- 1) видимого
- 2) рентгеновского
- 3) ультрафиолетового
- 4) инфракрасного

Правильный ответ: По уменьшению энергии кванта указанные электромагнитные излучения располагаются в следующем порядке: рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное (наименьшая энергия кванта).

18. Эмиссионный спектр атомов какого элемента содержит большее число линий:

- 1) цезия
- 2) бериллия
- 3) алюминия
- 4) кобальта

Правильный ответ: Поскольку эмиссионный спектр атома связан, в первую очередь, с изменением состояния его валентных электронов, наиболее богатым будет спектр атомов, содержащих наибольшее число таковых, в данном случае – кобальта.

19. Какие спектральные методы анализа основаны на излучении света?

- 1) фотокolorиметрия;
- 2) спектрофотометрия;
- 3) атомно-абсорбционная спектроскопия;
- 4) атомно-эмиссионная спектроскопия.

20. На чем основано диспергирующее действие треугольной призмы?

- 1) на зависимости показателя преломления материала призмы от длины волны направленного на нее излучения;
- 2) на зависимости коэффициента рефракции призмы от длины волны направленного на нее излучения;
- 3) на зависимости интенсивности свечения материала призмы от длины волны направленного на нее излучения;
- 4) на зависимости коэффициента светопропускания призмы от частоты направленного на нее излучения.

## **20.2 Промежуточная аттестация**

**Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации:**

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами изучаемых явлений;

- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение использовать знания об изучаемых явлениях;
- 4) владение современными способами атомного эмиссионного анализа.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено

**Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:**

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лабораторных занятий. Правильно выполненные задания лабораторных работ. Ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время зачета. Ответы на дополнительные вопросы по основам атомного эмиссионного анализа. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области экологической геофизики.</i>	<i>Повышенный базовый и пороговый уровни</i>	<i>зачтено</i>
<i>Пропуски занятий без уважительных причин. Неправильно выполненные лабораторные работы. Неумение давать ответы по основным вопросам дисциплины. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	—	<i>не зачтено</i>

**Перечень вопросов к зачету:**

1. Строение атома. Сериальная структура атомных спектров. Излучение и поглощение квантов света атомами.
2. Спектральные линии и их характеристики. Абсолютная и относительная интенсивности спектральных линий.
3. Основные этапы спектрально-аналитического процесса для качественного спектрального анализа (выбор линий; выбор источника возбуждения, спектрального прибора; регистрация спектра; методы введения вещества в разрядный промежуток).
4. Физические основы и техника возбуждения атомных эмиссионных спектров. Принцип работы генератора ИВС-29.
5. Спектральные приборы для атомных эмиссионных спектров (принцип строения, осветительная часть, характеристики). Классификация спектральных приборов.
6. Дифракция Фраунгофера. Построение и принцип действия спектрометра с плоской дифракционной решеткой PGS-2.
7. Детектирование атомных эмиссионных спектров. Принцип действия приборов с зарядовой связью.
8. Основные этапы получения и расшифровки атомных эмиссионных спектров для качественного спектрального анализа.
9. Случайные и систематические ошибки эмиссионного анализа.
- 10 Чувствительность спектрального анализа. Предел обнаружения. Надежность. Применение эмиссионного спектрального анализа.

**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); тестирования; оценки результатов практической деятельности (выполнение лабораторных работ). 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. Практический уровень полученных знаний оценивается при сдаче отчетов по лабораторным работам.

При оценивании используется качественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.