

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*

31.08.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.18 Практикум по атомной спектроскопии  
*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:

03.03.02 – Физика

Профиль подготовки / специализация/магистерская программа:

все профили

3. Квалификация (степень) выпускника:

Высшее образование (бакалавр)

4. Форма обучения:

очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы:

Леонова Лиана Юрьевна,

кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: НМС физического факультета от 26.06.20 г. протокол № 6

*(наименование recommending structure, date, protocol number)*

8. Учебный год: 2022/2023

Семестр(ы): 5

**9 Цели и задачи учебной дисциплины:** Физический практикум предназначен для студентов физического факультета к теоретическому курсу «Атомная физика». На практикуме студенты получают знания по основам современной теории излучения света атомами, физическим, аппаратным и методическим основам современного спектрального анализа, базирующегося на явлениях эмиссии, абсорбции и излучении света атомами. Рассматриваются современные спектральные приборы (как призмные, так и дифракционные), источники света и приемники излучения оптического диапазона. Студенты осваивают методики качественного и полуквантитативного спектральных анализов.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина относится к вариативной части блока Б1.

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

Код	Компетенция	Планируемые результаты обучения
	Название	
ОПК-1	Способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук	<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>
ОПК-3	способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	<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>

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

—2/36.

**Форма промежуточной аттестации** зачет

**13 Виды учебной работы:**

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)	
	Всего	По семестрам
		Сем. 5
Аудиторные занятия	36	36
в том числе:		
лекции		
практические		
лабораторные	36	36

Самостоятельная работа	36	36
Итого:	72	72
Форма промежуточной аттестации	зачет	

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	<i>Введение</i>	<i>Основы современной теории излучения света атомами. Постулаты Бора. Квантовые числа. Серийные закономерности в спектре атома водорода.</i>
2	<i>Эмиссионный спектральный анализ</i>	<i>Этапы спектрально-аналитического процесса. Подготовка пробы к проведению анализа. Выбор источника, спектрального прибора, приемника излучения. Изучение таблиц и атласов.</i>
3	<i>Оборудование для проведения спектрального анализа</i>	<i>Изучение источников возбуждения спектра, призменных и дифракционных спектрографов. Приемники электромагнитного излучения.</i>
4	<i>Качественный спектральный анализ</i>	<i>Теоретические основы проведения качественного спектрального анализа. Аналитические и контрольные линии. Концентрационная чувствительность. Выполнение лабораторной работы.</i>
5	<i>Полуколичественный спектральный анализ</i>	<i>Теоретические основы проведения полуколичественного спектрального анализа. Интенсивность спектральных линий. Освоение различных методов полуколичественного спектрального анализа. Выполнение лабораторной работы по методу «последних линий».</i>

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	<i>Введение</i>	-	-	2	2	4
2	<i>Эмиссионный спектральный анализ</i>	-	-	4	4	8
3	<i>Оборудование для проведения спектрального анализа</i>	-	-	6	6	12
4	<i>Качественный спектральный анализ</i>	-	-	14	14	28
5	<i>Полуколичественный спектральный анализ</i>	-	-	10	10	20
Итого:		-	-	36	36	72

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

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

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

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (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 .
2	Тимофеев, В. Б. Оптическая спектроскопия объемных полупроводников и наноструктур : / Тимофеев В.Б. - Москва : Лань", 2015.
3	Спектральные методы анализа : учебное пособие / Е.В. Пашкова, Е. Волосова, А.Н. Шипуля и др. ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. – 56 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485007">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485007</a> (дата обращения: 27.10.2020). – Библиогр.: с. 44-45. – Текст : электронный. 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> >.

**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	Прэтт У. Цифровая обработка изображений. Т. 1, 2 / У. Прэтт. – 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	Шаевич А.Б. Методы оценки точности спектрального анализа. М. : Металлургияиздат, 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
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 интрасети 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)**

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:**

Для проведения лабораторных занятий с подгруппой студентов (не более 6 человек) - учебная лаборатория атомного спектрального анализа с компьютером, необходимыми для выполнения качественного и полуколичественного спектрального анализа оборудованием и материалами, учебная и методическая литература,

**19. Фонд оценочных средств:**

**19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения**

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)

ОПК-1 способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	знать: основы современной теории излучения света атомами;	Раздел 2 <i>Эмиссионный спектральный анализ</i>	<i>Собеседование по вопросам раздела</i>
	уметь: применять на практике знания о современных спектральных приборах и использовать их на практике;	Разделы 2-4, <i>Эмиссионный спектральный анализ</i> <i>Оборудование для проведения спектрального анализа</i>	<i>Собеседование по вопросам раздела</i>
	владеть: основными методами решения типовых задач спектрального анализа.	Разделы 4 <i>Качественный спектральный анализ</i>	<i>Собеседование по вопросам раздела</i>
ОПК-3 способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	знать: физические, аппаратные и методические основы современного спектрального анализа;	Раздел 2 <i>Эмиссионный спектральный анализ</i>	<i>Собеседование по вопросам раздела</i>
	уметь: применять на практике современные спектральные приборы (как призменные, так и дифракционные), источники света и приемники излучения оптического диапазона;	Разделы 2-4, <i>Эмиссионный спектральный анализ</i> <i>Оборудование для проведения спектрального анализа</i>	<i>Собеседование по вопросам раздела</i>
	владеть: основными методами решения типовых задач спектрального анализа.	Разделы 4 <i>Качественный спектральный анализ</i>	<i>Собеседование по вопросам раздела</i>
<b>Промежуточная аттестация</b>			<b>КИМ</b>

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

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами геофизических явлений;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение использовать знания об опасных космических и гелиофизических 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>

### **19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **19.3.1 Перечень вопросов к 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.

### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной

аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); 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.

Программа рекомендована НМС физического факультета ВГУ

(наименование факультета, структурного подразделения)

от 26.06.20 г. протокол № 6