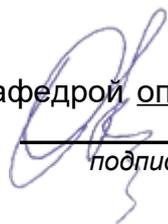


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии
(Овчинников О.В.)
подпись, расшифровка подписи



24.06_.2022_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.22 Основы атомного спектрального анализа

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки/специальности:

03.03.03 – Радиофизика

2. Профиль подготовки /специализации/ магистерская программа:

все профили

3. Квалификация (степень) выпускника:

Высшее образование (бакалавр)

4. Форма образования:

очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

оптики и спектроскопии

6. Составители программы:

Овчинников Олег Владимирович

доктор физико-математических наук, профессор

Леонова Лиана Юрьевна

кандидат физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: НМС физического факультета от 23.06.22 г. протокол № 6

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2024 / 2025

Семестр(-ы): 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: в приближении центрального поля ввести понятие электронных конфигураций всех атомов таблицы Менделеева, в рамках теории возмущения рассмотреть типы взаимодействия электронов друг с другом, провести на этой основе систематику состояний для всех групп атомов, показать основные серии оптических переходов, ввести расшифровку наиболее характерных спектров некоторых атомов. Курс предназначен для студентов-радиофизиков, как дополнение к теоретическому курсу «Квантовая теория», с целью более глубокого знакомства их с применением квантовой механики при решении задач о систематике стационарных состояний многоэлектронных атомов и связи этих состояний со спектрами. На практикуме студенты получают знания по 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 спектрального анализа.

Задачи учебной дисциплины:

- сформировать знания по применению квантовой механики в конкретном случае – систематика электрических состояний многоэлектронных атомов;
- приобрести умения и навыки работы с квантово-механическим аппаратом;
- получить знания о роли нецентрального и спин–орбитального взаимодействия в систематике состояний атомов;
- ознакомиться с закономерностями расположения состояний в энергетической шкале и спектральных линий в спектрах;
- освоить методы качественного анализа металлических сплавов по их атомным эмиссионным спектрам.

Место учебной дисциплины в структуре ООП: *Является обязательной дисциплиной блока Б1.*

10. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической	ОПК-1.3	Владеет знаниями фундаментальных разделов физики и применяет их в профессиональной деятельности	Знать: материал всех разделов программы по данному курсу. В том числе: уравнение Шрёдингера для многоэлектронных атомов, приближение центрального поля и систематику электронных состояний на его основе, коммутационные

	деятельности			соотношения операторов, систематику атомных состояний с учётом нецентрального и спин – орбитального взаимодействия ((L, S)- и (j, j) – связи), термы атомов (эквивалентные и неэквивалентные электроны), мультиплеты в спектрах, правило Ланде, диаграммы Гротриана для многоэлектронных атомов, спектры щелочных элементов и элементов с заполняющимися p - и d - оболочками, спектр и тонкую структуру линий атома водорода; основы современной теории излучения света атомами
ОПК-2	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-2.2 ОПК-2.3	Выбирает и использует современные методики измерений и оборудование для проведения экспериментальных исследований Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные, делает обоснованные выводы	
ПК-3	Способен обрабатывать, анализировать и оформлять результаты исследований и разработок	ПК-3.1 ПК-3.3	Обрабатывает полученные результаты исследований с использованием стандартных методов (методик) Оформляет результаты лабораторного компьютерного эксперимента в соответствии действующими требованиями	Уметь: применять знания при определении электронной конфигурации всех элементов таблицы Менделеева, термов невозбуждённых и возбуждённых состояний многоэлектронных атомов, их мультиплетности, при нахождении полного момента количества движения и положения уровней мультиплета с учётом правила Ланде в случае (L, S)-связи; систематизировать атомные состояния при (j, j) – связи), применять правила «непересечения» при переходе от одного типа связи к другому, строить диаграммы Гротриана для водорода, гелия и щелочных элементов; применять на практике знания о современных спектральных приборах и использовать их на практике Владеть: методом разделения переменных при решении дифференциальных уравнений, применением коммутационных

				соотношений для определения интегралов движения в случае (L,S) - или (j,j) – связи, построением спектров элементов с использованием диаграмм Гротриана; основными методами решения типовых задач спектрального анализа
--	--	--	--	--

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

Форма промежуточной аттестации(зачет/экзамен) _____ зачет _____.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			№ 5
Аудиторные занятия		42	28
в том числе:	лекции	8	8
	практические		
	лабораторные	34	34
Самостоятельная работа		30	30
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации <i>зачет</i>			
Итого:		72	108

13.1

Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекционные занятия		
01	<i>Введение.</i>	<i>Введение. Значение курса в изучении квантовой механики и его роль в спецкурсах каждой специализации.</i>
02	<i>Теоретическая основа описания атомных состояний</i>	<i>Уравнение Шредингера для атомов. Релятивистские поправки. Одноэлектронное приближение. Приближение</i>

		центрального поля.
03	Движение электрона в центральном поле.	Решение уравнения Шрёдингера для движения электрона в центральном поле. Систематика состояний электрона в центральном поле. Электронные конфигурации для всех групп атомов таблицы Менделеева.
04	Учёт поправок к электронным состояниям по теории возмущения.	Нецентральное взаимодействие. Спин – орбитальное взаимодействие. Коммутационные соотношения. Типы связей (L-S связь, (j,j) связь). Полный момент атома.
05	Нормальная связь (L-S связь). (j, j) – связь.	Систематика атомных состояний при L-S связи. Термы. Правило Гунда. Нахождение термов многоэлектронных конфигураций. Неэквивалентные и эквивалентные электроны. Атомные уровни. Систематика электронных и атомных состояний при (j,j) связи. Сопоставление атомных состояний в схеме нормальной и (j j) – связи.
06	Мультиплетное расщепление.	Мультиплетное расщепление термов. Правила отбора оптических переходов. Мультиплеты в спектрах.
07	Спектры многоэлектронных атомов. Спектр атома водорода и водородоподобных ионов. Атомные спектры и периодическая система Менделеева	Спектры многоэлектронных атомов и ионов. Спектральные серии. Спектральные серии атома водорода. Тонкая структура электронных состояний атома водорода и спектральных линий. Лэмбовский сдвиг. Периодичность расположения электронов в атомах и атомные спектры. График Мозеля.
2. Лабораторные занятия		
1	Эмиссионный спектральный анализ	Этапы спектрально-аналитического процесса. Подготовка пробы к проведению анализа. Выбор источника, спектрального прибора, приемника излучения. Изучение таблиц и атласов.
2	Оборудование для проведения спектрального анализа	Изучение источников возбуждения спектра, призмных и дифракционных спектрографов. Приемники электромагнитного излучения.
3	Качественный спектральный анализ	Теоретические основы проведения качественного спектрального анализа. Аналитические и контрольные линии. Концентрационная чувствительность. Выполнение лабораторной работы.

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Введение.	1			2		3
2	Теоретическая основа описания атомных состояний	1			4		5
3	Движение электрона в центральном поле.	1			4		5
4	Учёт поправок к электронным состояниям по теории возмущения.	1			2		3

5	Нормальная связь (L-S связь). (j, j) – связь.	2			2		4
6	Мультиплетное расщепление.	1			2		3
7	Спектры многоэлектронных атомов. Спектр атома	1			2		3
8	Эмиссионный спектральный анализ			10	4		14
9	Оборудование для проведения спектрального анализа			10	4		14
10	Качественный спектральный анализ			14	4		18
	Итого	8		34	30		72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Основными этапами освоения дисциплины являются:

- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
- Подготовка к лекционным и 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. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

(список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОС и ФГОС, используется общая сквозная нумерация для всех видов литературы)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
01	Спектральные методы анализа : учебное пособие / Е.В. Пащикова, Е. Волосова, А.Н. Шитуля и др. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. – 56 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485007 . – Библиогр.: с. 44-45. – Текст :

	электронный.
02	Фриш С. Э. Оптические спектры атомов: учебное пособие / С.Э. Фриш.— Изд. 2-е, испр. — СПб. [и др.]: Лань, 2010.— 644 с. <URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=625 >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
03	Ельяшевич М. А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Атомная спектроскопия / М. А. Ельяшевич; предисл. Л. А. Грибова. — Изд. 4-е, стер. — М.: URSS: КомКнига, 2007. — 415 с.: ил. — Загл. корешка : Атомная спектроскопия. — Предм. указ.: с. 404-415.— Библиогр.: с. 379-400.
04	Оптика : учебное пособие / В. С. Акиньшин, Н. Л. Истомина, Н. В. Каленова, Ю. И. Карковский ; под редакцией С. К. Стафеева. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1671-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/56605
05	Собельман И. И. Введение в теорию атомных спектров / И.И. Собельман. — М.: Наука, 1977.— 319 с.
06	Дробышев А. И. Основы атомного спектрального анализа: Учеб. пособие / С.-Петерб. ун-т. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 1997.— 198с.
07	Зайдель А.Н. Основы спектрального анализа / А.Н. Зайдель. — М. : Наука, 1965. — 322 с.
08	Давыдов А. С. Квантовая механика: [учебное пособие для студентов ун-тов и техн. вузов] / А.С. Давыдов.— 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011.— 703 с.
09	Бутиков Е. И. Оптика: Учебное пособие. 3е изд., доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2012. — 608 с. https://dl.booksee.org/genesis/859000/9ff94037c820a1241f6219cb2cddbcb40/_as/[Butikov_E.I.]_Optika(BookSee.org).pdf

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
1.	ЭБС "Университетская библиотека on-line" https://biblioclub.lib.vsu.ru/
2.	ЭБС "Лань" https://e.lanbook.com/
3.	ЭБС «Электронная библиотека технического вуза» http://www.studentlibrary.ru/
4.	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиоотека http://window.edu.ru/
5.	Электронный каталог ЗНБ ВГУ https://www.lib.vsu.ru/
6.	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ lib.mechmat.ru
7.	Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов Министерства образования и науки РФ fcior.edu.ru
8.	Поисковая система e-library.ru
9.	Поисковая система google.ru
10.	Архив научных журналов http://arch.neicon.ru/
11.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" http://rucont.ru
12.	ЭБС "Юрайт" http://www.biblio-online.ru/

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.	<i>Дополнительные главы атомных спектров: пособие для студентов : специальность: 010701- Физика / Воронеж. гос. ун-т; сост.: Т.В. Волошина, Л.Ю. Леонов, А.Н. Латышев. - Воронеж, 2004. - 23 с.</i>
2.	<i>Лабораторный практикум по атомной физике: "Атомный эмиссионный спектральный анализ"</i> <i>[Электронный ресурс] : [для проведения лаб. практикума по "Атомной физике" у студ. 3 курса</i> <i>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.</i> <i>текстовые и граф. дан. - Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2013.</i> <i><URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-175.pdf>.</i>
3.	<i>Электронный курс для дистанционного обучения "Основы атомной спектроскопии" - к лабораторному практикуму. -https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4117</i>
4.	<i>Электронный курс для дистанционного обучения "Основы атомной спектроскопии" - к курсу лекций. -https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4118</i>

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.).

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.	<i>Пакет офисных программ LibreOffice (https://ru.libreoffice.org/)</i>
2.	<i>Программное обеспечение ПЗС-линейки CCD Tool</i>

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

*Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ, Проектор BenQ MS 612ST, Доска магнитно-маркерная 100*200. Программное обеспечение: ОС Windows (WinPro*

8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc), Microsoft Office (OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc). Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ». Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product. Программный комплекс для ЭВМ - MathWorks. Система инженерного моделирования ANSYS HF Academic Research.

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

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)
<p><i>ОПК-1.3 Владеет знаниями фундаментальных разделов физики и применяет их в профессиональной деятельности</i></p> <p><i>ОПК-2.2 Выбирает и использует современные методики измерений и оборудование для проведения экспериментальных исследований</i></p> <p><i>ОПК-2.3 Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные, делает обоснованные выводы</i></p> <p><i>ПК-3.1 Обрабатывает полученные результаты исследований с использованием стандартных методов (методик)</i></p>	<p>Знает: материал всех разделов программы по данному курсу. В том числе: уравнение Шрёдингера для многоэлектронных атомов, приближение центрального поля и систематику электронных состояний на его основе, коммутационные соотношения операторов, систематику атомных состояний с учётом нецентрального и спин – орбитального взаимодействия ((L,S)- и (j,j) – связи), термы атомов (эквивалентные и неэквивалентные электроны), мультиплеты в спектрах, правило Ланде, диаграммы Гротриана для многоэлектронных атомов, спектры щелочных элементов и элементов с</p>	<p>Этапы 1-10</p> <p>Введение. Теоретическая основа описания атомных состояний Движение электрона в центральном поле. Учёт поправок к электронным состояниям по теории возмущения. Нормальная связь (L-S связь). (j, j) – связь. Мультиплетное расщепление. Спектры многоэлектронных атомов. Спектр атома водорода и водородоподобных ионов. Атомные спектры и периодическая система Менделеева</p> <p>Эмиссионный спектральный анализ</p> <p>Оборудование для проведения</p>	<p>Устный опрос, отчет по лабораторной работе</p>

<p><i>ПК-3.3 Оформляет результаты лабораторного или компьютерного эксперимента в соответствии с действующими требованиями</i></p>	<p>заполняющимися p- и d- оболочками, спектр и тонкую структуру линий атома водорода; основы современной теории излучения света атомами</p> <p>Умеет: применять знания при определении электронной конфигурации всех элементов таблицы Менделеева, термов невозбуждённых и возбуждённых состояний многоэлектронных атомов, их мультиплетности, при нахождении полного момента количества движения и положения уровней мультиплета с учётом правила Ланде в случае (L, S)-связи; систематизировать атомные состояния при (j, j) – связи), применять правила «непересечения» при переходе от одного типа связи к другому, строить диаграммы Гротриана для водорода, гелия и щелочных элементов; применять на практике знания о современных спектральных приборах и использовать их на практике</p> <p>Владеет: методом разделения переменных при решении дифференциальных уравнений, применением коммутационных соотношений для определения интегралов движения в случае (L, S)- или (j, j) – связи, построением</p>	<p>спектрального анализа</p> <p>Качественный спектральный анализ</p>	
---	--	--	--

	спектров элементов с использованием диаграмм Гротриана; основными методами решения типовых задач спектрального анализа		
Промежуточная аттестация (зачет)			КИМ

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 дисциплины;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение описывать основные характеристики спектральных приборов;
- 4) владение знаниями о современных спектральных приборах и принципах их работы.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лекционных и 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.</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. (LS)-связь.
2. (jj)-связь.
3. Мультиплетное расщепление.
4. Спектры многоэлектронных атомов.
5. Спектр атома водорода и водородоподобных ионов.
6. Периодичность расположения электронов в атомах и атомные спектры. График Мозеля
7. Уровни энергии и спектр атома алюминия.
8. Получение и расшифровка спектрограмм атома алюминия.
9. Группировка линий в серии.
10. Вычисление эффективных квантовых чисел и квантовых дефектов верхних уровней серий.
11. Определение пределов серий, эффективных квантовых чисел и квантовых дефектов основного терма алюминия.

12. Основные этапы спектрально-аналитического процесса для качественного спектрального анализа (выбор линий; выбор источника возбуждения, спектрального прибора; регистрация спектра; методы введения вещества в разрядный промежуток).
13. Физические основы и техника возбуждения атомных эмиссионных спектров. Принцип работы генератора ИВС-29.
14. Спектральные приборы для атомных эмиссионных спектров (принцип строения, осветительная часть, характеристики). Классификация спектральных приборов.
15. Дифракция Фраунгофера. Построение и принцип действия спектрометра с плоской дифракционной решеткой PGS-2.
16. Детектирование атомных эмиссионных спектров. Принцип действия приборов с зарядовой связью.
17. Основные этапы получения и расшифровки атомных эмиссионных спектров для качественного спектрального анализа.
18. Случайные и систематические ошибки эмиссионного анализа.
19. 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); 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 вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

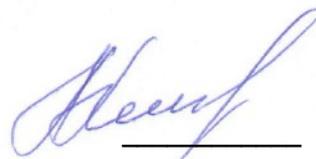
При оценивании используется качественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.

Составители:

Овчинников Олег Владимирович
доктор физико-математических наук, профессор



Леонова Лиана Юрьевна,
кандидат физико-математических наук, доцент



Программа рекомендована _____ НМС _____ физического факультета _____

(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол № 6 от 24.06.2021