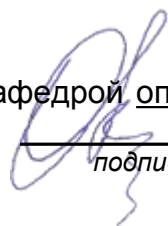


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО «ВГУ»)**

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



24.06.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.03.02 Основы 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 /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:** 2023 / 2024

**Семестр(-ы):** 6

## 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-физиков, 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.

### *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;
- на примере спектров нескольких атомов получить навыки расшифровки спектров, представления о сериях линий и мультиплетов в спектрах.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** *часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.3), блок Б1*

**11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

| Код  | Название компетенции  | Код(ы)               | Индикатор(ы)  | Планируемые результаты обучения   |
|------|---|----------------------|---|---|
| ПК-5 | Способен проводить экспериментальную проверку выбранных технологических решений производства приборов и исследование параметров наноструктурных материалов спектральными методами | ПК-5.1<br><br>ПК-5.2 | Организует и контролирует экспериментальные проверки разработанных технологических процессов<br><br>Разрабатывает программы проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки технологических | 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 соотношения операторов, систематику атомных состояний с учётом нецентрального и спин – орбитального взаимодействия (( $L, S$ )- и ( $j, j$ ) – связи), термы атомов (эквивалентные и неэквивалентные электроны), |

|  |  |        |  |  |
|--|--|--------|--|--|
|  |  | ПК-5.3 | <p>процессов</p> <p>Составляет перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов</p> | <p>мультиплеты в спектрах, правило Ланде, диаграммы Гротриана для многоэлектронных атомов, спектры щелочных элементов и элементов с заполняющимися <math>p</math>- и <math>d</math>- оболочками, спектр и тонкую структуру линий атома водорода.</p> <p>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 <math>(L,S)</math>-связи; систематизировать атомные состояния при <math>(j,j)</math> – связи), применять правила «непересечения» при переходе от одного типа связи к другому, строить диаграммы Гротриана для водорода, гелия и щелочных элементов.</p> <p>Владеть: методом разделения переменных при решении дифференциальных уравнений, применением коммутационных соотношений для определения интегралов движения в случае <math>(L,S)</math>- или <math>(j,j)</math> – связи, построением спектров элементов с использованием диаграмм Гротриана.</p> |
|--|--|--------|--|--|

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.(в соответствии с учебным планом) — 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен) \_\_\_\_\_ экзамен \_\_\_\_\_.

### 13. Виды учебной работы

| Вид учебной работы                        |              | Трудоемкость |              |
|---|--------------|--------------|--------------|
|   |              | Всего        | По семестрам |
|   |              |              | № 6          |
| Аудиторные занятия                        |              | 28           | 28           |
| в том числе:                              | лекции       | 28           | 28           |
|   | практические |              |              |
|   | лабораторные |              |              |
| Самостоятельная работа                    |              | 44           | 44           |
| в том числе: курсовая работа (проект)     |              |              |              |
| Форма промежуточной аттестации<br>экзамен |              | 36           | 36           |
| Итого:                                    |              | 108          | 108          |

#### 13.1 Содержание разделов дисциплины:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                     | Содержание раздела дисциплины   |
|-------|---|---|
| 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 Шрёдингера для атомов. Релятивистские поправки. Одноэлектронное приближение. Приближение центрального поля.</i>  |
| 03    | <i>Движение электрона в центральном поле.</i>                       | <i>Решение уравнения Шрёдингера для движения электрона в центральном поле. Систематика состояний электрона в центральном поле. Электронные конфигурации для всех групп атомов таблицы Менделеева.</i> |
| 04    | <i>Учёт поправок к электронным состояниям по теории возмущения.</i> | <i>Нецентральное взаимодействие. Спин – орбитальное взаимодействие. Коммутационные соотношения. Типы связей (L-S связь, (j,j) связь). Полный момент атома.</i>  |
| 05    | <i>Нормальная связь (L-S связь).</i>                                | <i>Систематика атомных состояний при L-S связи. Термы. Правило Гунда. Нахождение термов многоэлектронных конфигураций. Незквивалентные и эквивалентные электроны. Атомные уровни.</i>                 |
| 06    | <i>(j, j) – связь.</i>  | <i>Систематика электронных и атомных состояний при (j,j) связи. Сопоставление атомных состояний в схеме</i>   |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | нормальной и $(j j)$ – связи.  |
| 07 | Мультиплетное расщепление.                         | Мультиплетное расщепление термов. Правила отбора оптических переходов. Мультиплеты в спектрах.                                   |
| 08 | Спектры многоэлектронных атомов.                   | Спектры многоэлектронных атомов и ионов. Спектральные серии.   |
| 09 | Спектр атома водорода и водородоподобных ионов.    | Спектральные серии атома водорода. Тонкая структура электронных состояний атома водорода и спектральных линий. Лэмбовский сдвиг. |
| 10 | Атомные спектры и периодическая система Менделеева | Периодичность расположения электронов в атомах и атомные спектры. График Мозеля.   |

### 13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                              | Виды занятий (часов) |              |              |                        |          | Всего |
|-------|--|----------------------|--------------|--------------|------------------------|----------|-------|
|       |  | Лекции               | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Контроль |       |
| 1     | Введение.  | 2                    |              |              | 4                      |          | 6     |
| 2     | Теоретическая основа описания атомных состояний              | 3                    |              |              | 6                      |          | 9     |
| 3     | Движение электрона в центральном поле.                       | 3                    |              |              | 4                      |          | 7     |
| 4     | Учёт поправок к электронным состояниям по теории возмущения. | 3                    |              |              | 4                      |          | 7     |
| 5     | Нормальная связь (L-S связь).                                | 3                    |              |              | 4                      |          | 7     |
| 6     | $(j, j)$ – связь.  | 3                    |              |              | 6                      |          | 9     |
| 7     | Мультиплетное расщепление.                                   | 3                    |              |              | 4                      |          | 7     |
| 8     | Спектры многоэлектронных атомов.                             | 3                    |              |              | 4                      |          | 7     |
| 9     | Спектр атома водорода и водородоподобных ионов.              | 3                    |              |              | 4                      |          | 7     |
| 10    | Атомные спектры и периодическая система Менделеева           | 2                    |              |              | 4                      |          | 6     |
|       | Итого  | 28                   |              |              | 44                     | 36       | 108   |

### 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 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    | <i>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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485007">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485007</a>. – Библиогр.: с. 44-45. – Текст : электронный.</i> |
| 02    | <i>Фриш С. Э. Оптические спектры атомов: учебное пособие / С.Э. Фриш.— Изд. 2-е, испр. — СПб. [и др.]: Лань, 2010.— 644 с.</i><br><URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=625">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=625</a> >.   |

### б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник  |
|-------|---|
| 03    | <i>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.</i>  |
| 04    | <i>Оптика : учебное пособие / В. С. Акинъшин, 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/56605">https://e.lanbook.com/book/56605</a></i> |
| 05    | <i>Собельман И. И. Введение в теорию атомных спектров / И.И. Собельман. — М.: Наука, 1977.— 319 с.</i>  |
| 06    | <i>Дробышев А. И. Основы атомного спектрального анализа: Учеб. пособие / С.-Петерб. ун-т. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 1997.— 198с.</i>   |
| 07    | <i>Зайдель А.Н. Основы спектрального анализа / А.Н. Зайдель. — М. : Наука, 1965. — 322 с.</i>   |
| 08    | <i>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.</i>  |

|    |   |
|----|---|
| 09 | Бутиков Е. И. Оптика: Учебное пособие. 3е изд., доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2012. — 608 с.<br><a href="https://dl.booksee.org/genesis/859000/9ff94037c820a1241f6219cb2cddbcb40/_as/[Butikov_E.I.]_Optika(BookSee.org).pdf">https://dl.booksee.org/genesis/859000/9ff94037c820a1241f6219cb2cddbcb40/_as/[Butikov_E.I.]_Optika(BookSee.org).pdf</a> |
|----|---|

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

| № п/п | Источник  |
|-------|---|
| 1.    | ЭБС "Университетская библиотека on-line" <a href="https://biblioclub.lib.vsu.ru/">https://biblioclub.lib.vsu.ru/</a>                        |
| 2.    | ЭБС "Лань" <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>  |
| 3.    | ЭБС «Электронная библиотека технического вуза» <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.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.    | Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ <a href="http://lib.mechmat.ru">lib.mechmat.ru</a>    |
| 7.    | Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов Министерства образования и науки РФ <a href="http://fcior.edu.ru">fcior.edu.ru</a> |
| 8.    | Поисковая система <a href="http://e-library.ru">e-library.ru</a>  |
| 9.    | Поисковая система <a href="http://google.ru">google.ru</a>  |
| 10.   | Архив научных журналов <a href="http://arch.neicon.ru/">http://arch.neicon.ru/</a>  |
| 11.   | Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>   |
| 12.   | ЭБС "Юрайт" <a href="http://www.biblio-online.ru/">http://www.biblio-online.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.    | 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.   |
| 2.    | Лабораторный практикум по атомной физике: "Атомный эмиссионный спектральный анализ" [Электронный ресурс] : [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.<br><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.    | Электронный курс для дистанционного обучения "Основы атомной спектроскопии" - к лабораторному практикуму. - <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4117">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4117</a>  |
| 4.    | Электронный курс для дистанционного обучения "Основы атомной спектроскопии" - к курсу лекций. - <a href="https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4118">https://edu.vsu.ru/enrol/index.php?id=4118</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.).

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:

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) |
|--|--|---|---------------------------|
| ПК-5.1. Организует и контролирует экспериментальные проверки разработанных | Знает: материал всех разделов программы по данному курсу. В том числе: уравнение Шрёдингера для  | Этапы 1-10<br><br>Введение.<br>Теоретическая основа описания атомных состояний          | Устный опрос              |



|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <p>технологических процессов</p> <p>ПК-5.2. Разрабатывает программы проведения экспериментов в соответствии с утвержденной методикой проверки технологических процессов</p> <p>ПК5.3. Составляет перечень параметров, подлежащих контролю и измерению при проведении технологических процессов и анализе используемых материалов</p> | <p>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 ((<math>L, S</math>)- и (<math>j, j</math>) – связи), термы атомов (эквивалентные и неэквивалентные электроны), мультиплеты в спектрах, правило Ланде, диаграммы Гротриана для многоэлектронных атомов, спектры щелочных элементов и элементов с заполняющимися <math>p</math>- и <math>d</math>-оболочками, спектр и тонкую структуру линий атома водорода.</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 (<math>L, S</math>)-связи; систематизировать атомные состояния при (<math>j, j</math>) – связи), применять правила</p> | <p>Движение электрона в центральном поле. Учёт поправок к электронным состояниям по теории возмущения. Нормальная связь (<math>L</math>-<math>S</math> связь). (<math>j, j</math>) – связь. Мультиплетное расщепление. Спектры многоэлектронных атомов. Спектр атома водорода и водородоподобных ионов. Атомные спектры и периодическая система Менделеева</p> |  |
|--|--|--|--|

|   |   |  |     |
|---|---|--|-----|
|   | <p>«непересечения» при переходе от одного типа связи к другому, строить диаграммы Гротриана для водорода, гелия и щелочных элементов.</p> <p>Владеет: методом разделения переменных при решении дифференциальных уравнений, применением коммутационных соотношений для определения интегралов движения в случае <math>(L, S)</math>- или <math>(j, j)</math> – связи, построением спектров элементов с использованием диаграмм Гротриана.</p> |  |     |
| <b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b> |   |  | 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 всех лекционных занятий. Выполнение всех заданий. Полный ответ на КИМ зачетного занятия. Правильные ответы на дополнительные вопросы.</i>                                      | <i>Повышенный уровень</i>            | <i>отлично</i> |
| <i>Посещение лекционных занятий. Выполнение заданий с незначительными замечаниями. Полный ответ на КИМ зачетного занятия. Неполные, неправильные ответы на ряд дополнительных вопросов.</i> | <i>базовый уровень</i>               | <i>хорошо</i>  |

|   |                   |                     |
|---|-------------------|---------------------|
| Пропуски лекционных занятий. Выполнение заданий с существенными замечаниями. Неполный ответ на КИМ зачетного занятия. Неполные, неправильные ответы на ряд дополнительных вопросов. | Пороговый уровень | удовлетворительно   |
| Пропуски большинства лекционных занятий, не выполнение заданий. Неправильный ответ на КИМ зачетного занятия. Отсутствие ответов на большинство дополнительных вопросов.             | –                 | неудовлетворительно |

### 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 экзамену:

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.

### 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.

Составитель:

Леонова Лиана Юрьевна,  
кандидат физико-математических наук, доцент



Программа рекомендована \_\_\_\_\_ НМС \_\_\_\_\_ физического факультета \_\_\_\_\_

(наименование факультета, структурного подразделения)

протокол от 22.06.2022 № 6