

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОПОП

С. А. Тишкова

«07» мая 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой физики

С. А. Тишкова

«07» мая 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Применение спектральных методов для регистрации подповерхностных объектов»**

Составитель(и)

**Шагаутдинова И. Т., к.ф.-м.н., доцент кафедры  
физики**

Направление подготовки /  
специальность

**03.03.02 ФИЗИКА**

Направленность (профиль) ОПОП

**ИНЖЕНЕРНАЯ ФИЗИКА**

Квалификация (степень)

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Год приёма

**2023**

Курс

**3**

Семестр(ы)

**5**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**1.1. Целями освоения дисциплины (модуля)** «Применение спектральных методов для регистрации подповерхностных объектов» формирование базовых знаний о применении спектральных методов для установления состава и свойств подповерхностных объектов.

**1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):** «Применение спектральных методов для регистрации подповерхностных объектов»:

- Ознакомить студентов с основами важнейших современных физических методов анализа.
- Научить определять элементный состав вещества по спектрам испускания и поглощения.
- Освоить способы проведения измерений, обработку и анализ результатов измерений спектральных характеристик подповерхностных объектов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

**2.1. Учебная дисциплина (модуль)** «Применение спектральных методов для регистрации подповерхностных объектов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений и осваивается в 5 семестре.

**2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):**

- Оптика, Электричество и магнетизм, общий физический практикум

Знания: основных понятий и законов оптики.

Умения: решать задачи из курса общей физики

Навыки: работы с лабораторным оборудованием и обработки результатов

**2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):**

- *Оптические свойства биомолекул, производственная практика*

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей(их) компетенции(ий) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

ПК-5 Способность применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.

**Таблица 1 – Декомпозиция результатов обучения**

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-5 Способность применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических	ПК-5.1 знать фундаментальные понятия, законы и теории, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК-5.2 уметь применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных	ПК-5.3 владеть фундаментальными понятиями и законами, полученными при освоении профильных физических

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
дисциплин.		физических дисциплин	дисциплин

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Объём дисциплины (модуля) составляет 3 зачётные единицы, в том числе 38 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 38 часов – практические, семинарские занятия, и 70 часов – на самостоятельную работу обучающихся.

**Таблица 2 – Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации <i>[по семестрам]</i>
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
<b>Раздел I. Методы и техника абсорбционной, эмиссионной и люминесцентной спектрометрии</b>	5		<b>8</b>			<b>16</b>	Тест
Тема 1. Спектральные приборы и их основные узлы	5		4			4	доклад
Тема 2. Методы и техника абсорбционной спектрометрии	5		2			6	доклад
Тема 3. Методы и техника люминесцентной спектрометрии	5		2			6	доклад
<b>Раздел II. Спектроскопия атомов</b>	5		<b>12</b>			<b>22</b>	Тест
Тема 4. Атомно-эмиссионная спектроскопия	5		4			10	Письменный отчет
Тема 5. Атомно-абсорбционная спектроскопия	5		4			8	Письменный отчет
Тема 6. Атомно-флуоресцентная спектроскопия	5		4			4	доклад
<b>Раздел III. Спектроскопия молекул</b>	5		<b>10</b>			<b>16</b>	Тест
Тема 7. Абсорбционная спектроскопия молекул	5		8			10	Письменный отчет
Тема 8. Люминесценция			2			6	доклад
<b>Раздел IV. Радиоспектроскопия</b>	5		<b>2</b>			<b>6</b>	Доклад
Тема 9. Микроволновая	5		2			6	Доклад

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
спектроскопия. Радиочастотная спектроскопия							
<b>Раздел V. Рентгеновская спектроскопия</b>	5		4			12	Тест
Тема 10. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	5		2			6	Доклад
Тема 11. Рентгенфлуоресцентный метод анализа	5		2			6	Доклад
<b>Итого</b>			<b>36</b>			<b>72</b>	<b>Зачёт</b>

*Примечание:* Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

**Таблица 3 – Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
Раздел I. Методы и техника абсорбционной, эмиссионной и люминесцентной спектрометрии	24	ПК-5	1
Раздел II. Спектроскопия атомов	34	ПК-5	1
Раздел III. Спектроскопия молекул	26	ПК-5	1
Раздел IV. Радиоспектроскопия	8	ПК-5	1
Раздел V. Рентгеновская спектроскопия	16	ПК-5	1
<b>Итого</b>	<b>108</b>		

#### **Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)**

#### **Раздел I. Методы и техника абсорбционной, эмиссионной и люминесцентной спектрометрии**

**Тема 1.** Спектральные приборы и их основные узлы.

Принцип работы и основные оптические характеристики анализаторов частоты диспергирующего типа (угловая, линейная и обратная линейная дисперсия; спектральная полоса пропускания; разрешение и разрешающая сила; светосила). Освещение щели. Типовые оптические схемы монохроматоров. Полихроматоры. Интерференционные и растровые анализаторы частоты.

**Тема 2.** Методы и техника абсорбционной спектрометрии.

Спектрофотометры. Оптоволоконная спектрометрия. Дифференциальная и производная спектрофотометрия. Импульсная абсорбционная спектрофотометрия.

**Тема 3. Методы и техника люминесцентной спектрометрии.**

Оптические схемы возбуждения и регистрации люминесценции. Аппаратура и техника измерения люминесценции. Градуировка измерительного тракта по длинам волн, по спектральной чувствительности. Люминесцентная спектрометрия с временным разрешением. Импульсная катодолюминесценция.

**Раздел II. Спектроскопия атомов****Тема 4. Атомно-эмиссионная спектроскопия.**

Понятие эмиссионно-спектрального анализа. Классификация методов по способу атомизации. Источники атомизации и возбуждения в ЭСА (пламенная, дуговой разряд, искровой разряд, высокочастотный разряд, лазерное излучение, индуктивно-связанная плазма, лазерный микрозонд). Схемы спектрометров. Качественный эмиссионно-спектральный анализ. Таблицы и обозначения спектральных линий. Количественный эмиссионно-спектральный анализ. Уравнение Ломакина-Шейбе. Самопоглощение и самообращение спектральных линий. Физико-химические процессы на поверхности электродов. Понятие аналитической спектральной линии. Гомологичность спектральных линий. Основное уравнение количественного эмиссионно-спектрального анализа. Помехи в эмиссионно-спектральном анализе.

**Тема 5. Атомно-абсорбционная спектроскопия.**

Классификация методов атомно-абсорбционной спектроскопии по способу атомизации. Атомизаторы (пламенная, графитовая кювета Львова, графитовые печи Кинга и Массмана). Источники света в атомно-абсорбционной спектроскопии (лампы с полым катодом, безэлектродные разрядные лампы, источники сплошного спектра). Схема атомно-абсорбционного спектрофотометра. Количественный анализ в ААС. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Помехи в ААС.

**Тема 6. Атомно-флуоресцентная спектроскопия.**

Типы электронных переходов в атомах. Классификация методов по способу атомизации (пламенная, электротермическая). Схема атомно-флуоресцентного спектрометра. Особенности атомно-флуоресцентной спектроскопии. Атомизаторы, источники света, помехи.

**Раздел III. Спектроскопия молекул****Тема 7. Абсорбционная спектроскопия молекул.**

Классификация электронных переходов в молекулах. Особенности поглощения многоатомных молекул. Поглощение молекул в ультрафиолетовой и видимой областях спектра. Инфракрасная спектроскопия колебательных и вращательных спектров молекул. Спектроскопия комбинационного рассеяния. Основы молекулярного анализа.

**Тема 8. Люминесценция молекул.**

Определение люминесценции и классификация по способам возбуждения, длительности и механизмам, области применения. Основные характеристики и закономерности люминесценции (спектры излучения, правило Стокса, интенсивность, тушение люминесценции). Законы затухания свечения. Электронные переходы и типы люминесценции в молекулах. Характеристики люминесцирующих молекул.

**Раздел IV. Радиоспектроскопия****Тема 9. Микроволновая спектроскопия. Радиочастотная спектроскопия.****Раздел V. Рентгеновская спектроскопия****Тема 10. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.**

Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Энергии связи фотоэлектронов. Работа выхода электрона. Качественный анализ. Спектры основных уровней в РФЭС. Тонкая структура рентгеновских фотоэлектронных линий. Химические сдвиги в РФЭС. Фазовый анализ поверхности на основе химических сдвигов спектральных линий. Количественный анализ. Оже-электронная спектроскопия (ОЭС). Принципы и область использования.

**Тема 11. Рентгенофлуоресцентный метод анализа.**

Основы метода. Аппаратурные основы РФЛА, методики анализа проб и обработки результатов.

Оценка пределов обнаружения. Разрешающая способность и спектральные наложения. Приготовление проб и использование стандартных образцов. Приборы для рентгеновского анализа. Спектрометры с волновой дисперсией, спектрометры с энергетической дисперсией. Основные блоки приборов и условия проведения эксперимента.

## **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)**

*При проведении аудиторных занятий с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся используются следующие образовательные технологии:*

- 1) технология обучения в сотрудничестве (индивидуальная работа, работа в парах, малых группах, коллективная деятельность);
- 2) технология развития рефлексии через диалог. Реализуется в процессе проведения практических занятий. К способам реализации данной технологии мы относим и использование разных типов интерактивного воздействия и взаимодействия на практических занятиях (работа в тройках «говорящий-слушающий-наблюдатель», работа в «аквариуме», работа в диадах);
- 3) реализация практических навыков в процессе обучения.

Практическое занятие должно опираться на известный теоретический материал, который изложен или на который дана соответствующая ссылка в лекции.

Практическое занятие должно быть нацеленным на формирование определенных умений и закрепления определенных навыков, поэтому цель занятия должна быть заранее известна и понятна преподавателю и обучающимся. Лучше иметь сформулированные в письменном виде цель, задачи, содержание и последовательность занятия, ожидаемый результат.

### **5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

Рабочая программа дисциплины предназначена для самостоятельной работы студентов, но может быть использована и при проведении практических и лабораторных работ. Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с учебным планом специальности и государственным стандартом. Учебно-методические материалы по подготовке практических занятий содержат планы проведения занятий с указанием рассматриваемых вопросов. Студенту необходимо изучить рекомендуемую литературу, ответить на контрольные вопросы. Одни из них требуют простого воспроизведения изученного материала, другие – творческого подхода к решению вопросов и задач. Для выполнения заданий необходимо изучить рекомендуемую литературу по данной теме. Систематическое выполнение заданий формирует навыки решения расчетных задач, умение работать с учебной и справочной литературой.

В рабочей программе содержатся также варианты контрольной работы, которая позволит проверить уровень усвоения изученного материала.

Изучение курса завершается зачетом, вопросы к которому приведены в рабочей программе.

**Таблица 4 – Содержание самостоятельной работы обучающихся**

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Тема 1. Спектральные приборы и их основные узлы	4	Изучение литературы Конспектирование изученных источников
Тема 2. Методы и техника абсорбционной спектрометрии	6	Изучение литературы Конспектирование изученных

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
		источников
Тема 3. Методы и техника люминесцентной спектроскопии	6	Изучение литературы Конспектирование изученных источников
Тема 4. Атомно-эмиссионная спектроскопия	10	Изучение литературы Конспектирование изученных источников
Тема 5. Атомно-абсорбционная спектроскопия	8	Изучение литературы Конспектирование изученных источников
Тема 6. Атомно-флуоресцентная спектроскопия	4	Изучение литературы Конспектирование изученных источников
Тема 7. Абсорбционная спектроскопия молекул	10	Изучение литературы Конспектирование изученных источников
Тема 8. Люминесценция	6	Изучение литературы Конспектирование изученных источников
Тема 9. Микроволновая спектроскопия. Радиочастотная спектроскопия	6	Изучение литературы Конспектирование изученных источников
Тема 10. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	6	Изучение литературы Конспектирование изученных источников
Тема 11. Рентгенфлуоресцентный метод анализа	6	Изучение литературы Конспектирование изученных источников

### 5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Требования к оформлению доклада.

Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом). Поэтому при подборе необходимого материала для доклада отбирается самое главное. В докладе должны быть кратко отражены главные моменты из введения, основной части и заключения. При подготовке конспекта доклада необходимо составить не только текст доклада, но и необходимый иллюстративный материал, сопровождающий доклад (основные тезисы, формулы, схемы, чертежи, таблицы, графики и диаграммы, фотографии и т.п.).

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 6.1. Образовательные технологии

**Таблица 5 – Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий**

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа

Тема 1. Спектральные приборы и их основные узлы	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 2. Методы и техника абсорбционной спектрометрии	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 3. Методы и техника люминесцентной спектрометрии	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 4. Атомно-эмиссионная спектроскопия	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 5. Атомно-абсорбционная спектроскопия	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 6. Атомно-флуоресцентная спектроскопия	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 7. Абсорбционная спектроскопия молекул	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Фронтальный опрос, выполнение практических заданий, тематические дискуссии</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 8. Люминесценция	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 9. Микроволновая спектроскопия. Радиочастотная спектроскопия	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 10. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных ситуаций</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Тема 11. Рентгенфлуоресцентный метод анализа	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Тематические дискуссии, анализ конкретных</i>	<i>Не предусмотрено</i>

		ситуаций	
--	--	----------	--

## 6.2. Информационные технологии

– использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации таких как:

Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

<https://minobrnauki.gov.ru>

Министерство просвещения Российской Федерации <https://edu.gov.ru>

Федеральное агентство по делам молодежи (Росмолодёжь) <https://fadm.gov.ru>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор)

<http://obrnadzor.gov.ru>

Сайт государственной программы Российской Федерации «Доступная среда»

<http://zhit-vmeste.ru>

Российское движение школьников <https://рдуш.рф>

– использование возможностей электронной почты преподавателя;

– использование виртуальной обучающей среды LMS Moodle

## 6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### 6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 10 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ
Microsoft Security Assessment Tool. Режим доступа: <a href="http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273">http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273</a> (Free) Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates. Режим доступа: <a href="http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232">http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232</a> (Free)	Программы для информационной безопасности
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования,

Наименование программного обеспечения	Назначение
	ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением
КОМПАС-3D V21	Создание трёхмерных ассоциативных моделей отдельных элементов и сборных конструкций из них
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений

### 6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» <http://dlib.eastview.com> Имя пользователя: AstrGU  
Пароль: AstrGU.

Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов [www.polpred.com](http://www.polpred.com)

Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем» <https://library.asu.edu.ru/catalog/>

Электронный каталог «Научные журналы АГУ» <https://journal.asu.edu.ru/>  
Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Применение спектральных методов для регистрации подповерхностных объектов» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 6 – Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств**

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Раздел I. Методы и техника абсорбционной, эмиссионной и люминесцентной спектроскопии	ПК-5	Тест, доклад
Раздел II. Спектроскопия атомов	ПК-5	Тест, Практическое задание

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Раздел III. Спектроскопия молекул	ПК-5	Тест, Практическое задание
Раздел IV. Радиоспектроскопия	ПК-5	Тест, доклад
Раздел V. Рентгеновская спектроскопия	ПК-5	Тест, Практическое задание

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

**Таблица 7 – Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

**Таблица 8 – Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

### 7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

#### Раздел I. Методы и техника абсорбционной, эмиссионной и люминесцентной спектроскопии

##### 1. Вопросы для обсуждения

1. Методы и техника абсорбционной спектроскопии.
2. Методы и техника люминесцентной спектроскопии.

##### Практическое задание

1. Оптические схемы спектральных аппаратов.
2. Определение угловой ширины спектра, угловой дисперсии.

#### Раздел II. Спектроскопия атомов

##### Практическое задание

1. Анализ спектров атомов и ионов.
2. Анализ спектров редкоземельных ионов.

#### Раздел III. Спектроскопия молекул

##### 1. Вопросы для обсуждения

1. Электронное строение молекул
2. Абсорбционная спектроскопия молекул

##### Практическое задание:

1. Анализ вращательных и колебательных спектров молекул.
2. Характеристики переходов и интенсивности в случае спектров поглощения и испускания.
3. Характеристики переходов и интенсивности в случае спектров комбинационного рассеяния.

#### Раздел IV. Радиоспектроскопия

##### Практическое задание:

1. Неоптические методы спектрального анализа. Доклад.

#### Раздел V. Рентгеновская спектроскопия

##### 1. Вопросы для обсуждения

1. Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА).
2. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС).

#### Перечень вопросов и заданий, выносимых на зачёт

1. Происхождение линейчатых спектров.
2. Спектры атомов.
3. Спектры ионов.
4. Молекулярные спектры.
5. Электронные спектры.
6. Люминесценция твердого тела.
7. Возбуждение вещества и интенсивность спектральных линий.
8. Ширина и форма спектральной линии.
9. Газовый разряд, как источник света в спектральном анализе.
10. Источники сплошного излучения.
11. Призмные спектральные аппараты: принципы работы, оптические схемы.
12. Дифракционные спектральные аппараты: принципы работы, оптические схемы.
13. Основные характеристики и параметры спектральных аппаратов: рабочая область спектра, линейная дисперсия, угловая дисперсия, увеличение, спектральная ширина щели, разрешающая способность, светосила.
14. Методы измерений спектров.
15. Идентификация спектральных полос и линий.

16. Эмиссионный качественный анализ.
17. Абсорбционный качественный анализ.
18. Эмиссионный количественный анализ.
19. Абсорбционный количественный анализ.
20. Лазерная аналитическая спектроскопия.
21. Импульсный катодолюминесцентный анализ.

**Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов**

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-5 Способность применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.				
1.	Задание закрытого типа	Спектроскопический метод, основанный на термическом возбуждении свободных атомов или одноатомных ионов и регистрации оптического спектра испускания возбужденных атомов, называется: а. атомно-эмиссионная спектроскопия; б. атомно-абсорбционная спектроскопия; в. спектроскопия в видимой области спектра; г. УФ - спектроскопия.	а	1
2.		Спектр поглощения вещества – это графическая зависимость: а. интенсивности излучения раствора от длины волны излучаемого света; б. оптической плотности раствора от длины волны падающего света; в. пропускания раствора от концентрации вещества в растворе; г. оптической плотности от концентрации вещества в растворе.	б	1
3.		Кюветы для ИК-спектроскопии изготавливают из: а. KCl; б. NaBr; в. стекла; г. кварца.	г	1
4.		Каждое вещество имеет свой индивидуальный характер колебаний в следующей области ИК-спектра: а. область «прозрачности»; б. область «отпечатков пальцев»; в. область двойной связи; г. область функциональных групп.	б	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
5.		Спектр поглощения раствора вещества, подчиняющегося закону Бугера-Ламберта-Бера, можно получить при помощи: а. спектрофотометра; б. газового хроматографа; в. флуориметра; г. рефрактометра.	а	1
6.	Задания открытого типа	Атомные спектры поглощения являются...	линейчатыми	2
7.		Метод молекулярной абсорбционной спектроскопии в УФ- и видимой областях спектра называют...	спектрофотометрией	2

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
<b>Основной блок</b>				
1.	<i>Ответ на занятия</i>		40	
2.	<i>Выполнение практического задания</i>		50	
<b>Всего</b>			<b>90</b>	-
<b>Блок бонусов</b>				
3.	<i>Посещение занятий</i>		5	
4.	<i>Своевременное выполнение всех заданий</i>		5	
<b>Всего</b>			<b>10</b>	-
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-2
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-2
<i>Неготовность к занятию</i>	-5
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-5

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	Зачтено
90–100	5 (отлично)	
85–89	4 (хорошо)	

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
75–84	3 (удовлетворительно)	
70–74		
65–69		
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **8.1. Основная литература**

1. Ельяшевич М. А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Атомная спектроскопия / М. А. Ельяшевич; авт. предисл. Л. А. Грибов. — 6-е изд.. — Москва: Либроком, 2012. — 415 с.

2. Ельяшевич М. А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Молекулярная спектроскопия / М. А. Ельяшевич; авт. предисл. Л. А. Грибов. — 6-е изд.. — Москва: Либроком, 2012. — 528 с.

3. Ельяшевич М. А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Общие вопросы спектроскопии/М. А. Ельяшевич; авт. послесл. Л. А. Грибов. — Москва: URSS, 2012. —240 с

4. Лефедова, О. В. Молекулярная спектроскопия : учеб. -метод. пособие для аспирантов / Лефедова О. В. - Иваново : Иван. гос. хим. -технол. ун-т. , 2016. - 95 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/ghu\\_010.html](https://www.studentlibrary.ru/book/ghu_010.html) (дата обращения: 03.09.2024). - Режим доступа : по подписке.

5. Пашкова, Е. В. Спектральные методы анализа : учебное пособие / Е. В. Пашкова, Е. В. Волосова, А. Н. Шипуля, Ю. А. Безгина, Глазунова Н. Н - Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2017. - 56 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/stavgau\\_00134.html](https://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_00134.html) (дата обращения: 03.09.2024). - Режим доступа : по подписке.

6. Тучин, В. В. Оптическая биомедицинская диагностика. Т. 2 / Пер. с англ. под ред. В. В. Тучина. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 368 с. - ISBN 978-5-9221-0777-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922107778.html> (дата обращения: 03.09.2024). - Режим доступа : по подписке.

### **8.2. Дополнительная литература**

1. Валова, (Копылова) В. Д. Физико-химические методы анализа : Практикум / В. Д. Валова (Копылова), Л. Т. Абесадзе. - 5-е изд. , стер. - Москва : Дашков и К, 2024. - 220 с. - ISBN 978-5-394-05531-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394055317.html> (дата обращения: 03.09.2024). - Режим доступа : по подписке.

2. Васильева В.И. Спектральные методы анализа. Практическое руководство : учебное пособие для вузов / В. И. Васильева [и др.]; под ред. В. Ф. Селеменова, В. Н. Семенова. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 412 с.

3. Горболетова, Г. Г Учебно-методическое пособие по спектральным методам анализа для студентов магистратуры / Горболетова Г. Г, Чернявская Н. В, Базанов М. И. , Лыткин А. И/ - Иваново : Иван. гос. хим. -технол. ун-т. , 2016. - 149 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : [https://www.studentlibrary.ru/book/ghu\\_026.html](https://www.studentlibrary.ru/book/ghu_026.html) (дата обращения: 03.09.2024). - Режим доступа : по подписке.

### **8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)**

*Электронная библиотечная система IPRbooks [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)*

*Электронно-библиотечная система VOOK.ru <https://book.ru>*

*Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru), <https://urait.ru/>*

*Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех» <https://biblio.asu.edu.ru>. Учётная запись образовательного портала АГУ.*

*Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента» Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)*

*Регистрация с компьютеров АГУ*

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Аудитория с мультимедийными средствами.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).