

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра общей и физической химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«20» мая 2021 г.

**Рабочая программа**  
**«Физико-химические методы анализа»**

Направление подготовки  
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)  
«Экология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «14» мая 2021 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
факультета биологии и экологии  
протокол № 7 от «17» мая 2021 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Физико-химические методы анализа» являются: освоение студентами фундаментальных основ физико-химических методов анализа, включая изучение теоретических основ методов и аспекты их практического применения.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата.

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» является дисциплиной по выбору и относится к вариативной части блока Б1.

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: аналитическая химия, органическая химия, физическая химия. Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины необходимы для выполнения выпускной работы, в научно-производственной и проектной деятельности.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретение следующих знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности:

Код компетенции	Формулировка компетенции	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общекультурные компетенции</b>		
ОК-7	Способностью к самоорганизации и самообразованию	<b>Знать:</b> фундаментальные разделы биологии, экологии, химии. <b>Уметь:</b> проводить научные исследования в области экологии, охраны природы и иных наук об окружающей среде. <b>Владеть:</b> навыками проведения физико-химического анализа вредных выбросов в окружающую среду.
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		

ОПК-2	<p>Владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами количественной обработки информации.</p>	<p><b>Знать:</b> фундаментальные разделы физики, химии и биологии; основы и общие закономерности, на которых основано развитие тех или иных родственных методов</p> <p><b>Уметь:</b> выбрать метод или совокупность нескольких методов, наиболее подходящих в данных обстоятельствах, дающих наибольшую информацию.</p> <p><b>Владеть:</b> методами отбора и анализа геологических и биологических проб, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере.</p>
ОПК-9	<p>Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы физических, химических и биологических методов анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> применять законы и общие закономерности биологических процессов при исследовании живых систем.</p> <p><b>Владеть навыками:</b> поиска данных в области биофизических исследований живых систем.</p>
	<p><b>Профессиональные компетенции</b></p>	

ПК-2	<p>Владением методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия.</p>	<p><b>Знать:</b> стратегию обращения с отходами и нормативно-правовое регулирование обращением с отходами.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять контроль загрязняющих веществ в различных средах.</p> <p><b>Владеть:</b> современными методами обработки и интерпретации экологической информации.</p>
------	---	---

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины «Физико-химические методы анализа»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 ч.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационн	самостоятель ная работа	
1	Электронная спектроскопия	8	1	1	2	0,3		1	Опрос по контрольным вопросам. Тестовые задания
2	Инфракрасная спектроскопия	8	1	1	2	0,3		2	Опрос по контрольным вопросам.

									Тестовые задания
3	Люминесцентные методы анализа	8	1	1	2	0,3		2	Опрос по контрольным вопросам. Тестовые задания
4	Спектроскопия ядерного магнитного резонанса	8	1	1	2	0,3		2	Опрос по контрольным вопросам. Тестовые задания
5	Метод электронного парамагнитного резонанса	8	1	1	2	0,3		3	Опрос по контрольным вопросам.
6	Хроматографические методы анализа	8	1	1	2	0,3		1	Опрос по контрольным вопросам.
7	Масс-спектрометрия	8	1	1	2	0,3		2	Опрос по контрольным вопросам.
8	Кондуктометрический метод анализа	8	1	1	2	0,3		1	Опрос по контрольным вопросам. Тестовые задания
9	Потенциометрический метод анализа	8	1	1	2	0,3		1	Опрос по контрольным вопросам. Тестовые задания
10	Вольтамперометрия	8	1	1	2	0,3		1	Опрос по контрольным вопросам.
							<b>0,3</b>	<b>12,7</b>	<b>Зачет</b>
	<b>Всего</b>		<b>10</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>0,3</b>	<b>28,7</b>	

### Содержание разделов дисциплины:

#### 1. Электронная спектроскопия

1.1. Законы поглощения света.

1.2. Механизм поглощения видимых и ультрафиолетовых лучей.

1.3. Спектры поглощения.

1.4. Устройство приборов.

1.5. Практическое применение.

#### 2. Инфракрасная спектроскопия

- 2.1. Теоретические основы метода.
- 2.2. Спектры поглощения.
- 2.3. Устройство приборов.
- 2.4. Практическое применение.

### **3. Люминесцентные методы анализа**

- 3.1. Теоретические основы метода.
- 3.2. Параметры люминесценции и основные законы люминесценции.
- 3.3. Практическое применение люминесцентной спектроскопии.

### **4. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса**

- 4.1. Теоретические основы метода.
- 4.2. Химический сдвиг.
- 4.3. Спин-спиновое взаимодействие.
- 4.4. Измерение спектров протонного магнитного резонанса.
- 4.5. Применение ПМР.

### **5. Метод электронного парамагнитного резонанса**

- 5.1. Принцип метода.
- 5.2. Параметры спектров ЭПР.
- 5.3. Спектрометры ЭПР.
- 5.4. Применение ЭПР-спектроскопии.

### **6. Хроматографические методы анализа**

- 6.1. Теоретические основы методов хроматографии.
- 6.2. Жидкостно-адсорбционная хроматография.
- 6.3. Жидкостно-жидкостная хроматография.
- 6.4. Проникающая хроматография.
- 6.5. Теоретические основы газо-жидкостной хроматографии.

### **7. Масс-спектрометрия**

- 7.1. Теоретические основы метода.
- 7.1. Методы ионизации.
- 7.2. Закономерности фрагментации.
- 7.3. Возможности масс-спектрометрии.

### **8. Кондуктометрический метод анализа**

- 8.1. Электропроводность растворов.
- 8.2. Аппаратурное оформление.
- 8.3. Практическое применение.

### **9. Потенциометрический метод анализа**

- 9.1. Прямая потенциометрия.
- 9.2. Потенциометрическое титрование.
- 9.3. Практическое применение.

### **10. Вольтамперометрия**

- 10.1. Основы метода.
- 10.2. Полярографический фон.
- 10.3. Диффузионный ток.
- 10.4. Качественный и количественный анализ.
- 10.5. Аппаратурное оформление.
- 10.6. Применение метода.

## **5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и знакомит студентов с системой изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с

задачами и целями данного курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. На лекции рассматриваются методические и организационные особенности изучения данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** – последовательное изложение учебного материала в виде монолога преподавателя с применением презентаций и таблиц по теме. Возможно также общение со студентами при рассмотрении примеров и фактов, знакомых из школьного материала или смежных учебных дисциплин. Требования к академической лекции: современный научный уровень, информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, современных фактов.

**Лабораторно-практическое занятие**, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний на практике. В лабораторных работах осуществляется интеграция теоретико-методологических знаний с практическими умениями и навыками студентов в условиях той или иной степени близости к реальной профессиональной деятельности.

## **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно- телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:**

### **а) основная литература**

1. Казин В.Н. Физико-химические методы анализа Учебно-методическое пособие / Ярослав. гос. ун-т. Ярославль, 2016. 55 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20160305.pdf>
2. Васильев В.П. Аналитическая химия. –к.н.2. Физико-химические методы анализа. М.: Министерство образования РФ. 2007. 383 с. ISBN 978-5-358-03521-8, 978-5-358-03520-1.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=359128&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=359128&cat_cd=YARSU)
3. Казин В.Н. Физико-химические методы анализа: лабораторный практикум / В.Н. Казин, Т.Н. Орлова, И.В. Тихонов; Яросл. гос. ун-т им. П.Г. Демидова. - Ярославль: ЯрГУ, 2011. 72 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20110313.pdf>

### **б) дополнительная литература**

1. Казин В.Н., Урванцева Г.А. Физико-химические методы исследования в экологии и биологии // Учеб. пособие (гриф УМО); Яросл. гос. ун-т. Ярославль, 2002. 172 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20020305.pdf>

### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (<http://www.lib.uniyar.ac.ru/>).

2. Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам» (<http://www.edu.ru>).
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» (<http://biblioclub.ru>).
4. Научная библиотека ЯрГУ им. П.Г. Демидова (доступ к лицензионным современным библиографическим, реферативным и полнотекстовым профессиональным базам данных и информационным справочным системам: реферативные базы данных Web of Science, Scopus; научная электронная библиотека eLIBRARY.RU; электронно-библиотечные системы IPRbooks, Юрайт, Проспект,; базы данных Polpred.com, «Диссертации РГБ (авторефераты)», ProQuest Dissertations and Theses Global; электронные коллекции Springer; издательство Elsevier на платформе ScienceDirect; журналы Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS), Nature Publishing Group, и др.) [http://www.lib.uni-yar.ac.ru/content/resource/net\\_res.php](http://www.lib.uni-yar.ac.ru/content/resource/net_res.php)

#### **8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (персональный компьютер, мультимедийная установка, настенный проекционный экран).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Для проведения практических занятий используются: анализатор вольтамперометрический Экотест-ВА-ВЭД, весы аналитические, милливольтметры, модули "Термический анализ", "Термостат", "Универсальный контроллер", "Электрохимия", РМС универсальная, РМС №1 "Перегонка", РМС №6 "Тепловые эффекты", РМС №7 "Кинетика 2", РМС №9 "Колометрия", спектрофотометры.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий – списочному составу группы обучающихся.

Автор:

Профессор кафедры  
общей и физической химии, д.х.н.



В.Н. Казин



**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Физико-химические методы анализа»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие формирование компетенций**

**1.1. Контрольные вопросы по дисциплине «Физико-химические и биологические методы анализа», необходимые для текущего контроля успеваемости**

**1. Электронная спектроскопия**

1.1. Спектр электромагнитных колебаний. Длина волны, частота, волновое число, энергия электромагнитного излучения. Единицы измерения этих величин.

1.2. Закон Бугера-Ламберта-Бееера. Светопропускание, абсорбция, молярный коэффициент ослабления. Отклонения от закона Бееера.

1.3. Определение концентрации растворенного вещества по величине абсорбции, метод калибровочных кривых. Чувствительность колориметрического метода. Анализ с помощью реагентов.

1.4. Правило выбора светофильтра, длины волны и толщины кюветы.

1.5. Спектры поглощения. Определение молярного коэффициента ослабления по спектрам поглощения.

1.6. Механизм поглощения видимых и ультрафиолетовых лучей.

1.7. Количественный анализ по УФ-спектрам.

1.8. Качественный анализ по УФ-спектрам: хромофоры, батохромный и гипсохромный сдвиги.

1.9. Источники, монохроматоры, приемники излучения, материал оптики в видимой и ультрафиолетовой области. Растворители в УФ-спектроскопии.

**2. Инфракрасная спектроскопия**

2.1. Сопоставление механизмов поглощения образцами ультрафиолетовых и инфракрасных лучей.

2.2. Валентные и деформационные колебания.

2.3. Рекомендации по расшифровке инфракрасных спектров (корреляционные диаграммы, таблицы характеристических частот).

2.5. Количественный анализ по ИК-спектрам.

2.6. Подготовка образцов: растворы, тонкие пленки, пасты, твердые вещества, газы.

2.7. Устройство приборов: источники, монохроматоры и приемники излучения.

2.8. Особенности солевой оптики.

**3. Люминесцентные методы анализа**

3.1. Люминесценция, виды люминесценции.

3.2. Теоретические основы люминесцентного метода анализа.

3.3. Понятие о синглете и триплете.

3.4. Внутренняя конверсия, интеркомбинационная конверсия.

3.5. Флуоресценция и фосфоресценция.

3.6. Принцип Франка-Кондона.

3.7. Квантовый выход. Определение квантового выхода.

3.8. Законы Стокса и Вавилова, правило Каши.

3.9. Качественный и количественный анализ.

#### **4. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса**

- 4.1. Ядра, имеющие магнитный момент.
- 4.2. Условие резонанса.
- 4.3. Химический сдвиг. Эталонное вещество. Факторы, влияющие на величину химического сдвига.
- 4.4. Спин-спиновое взаимодействие.
- 4.5. Аналитические параметры ПМР-спектра.
- 4.6. Приборы. Применение ПМР.

#### **5. Метод электронного парамагнитного резонанса**

- 5.1. Теоретические основы метода.
- 5.2. Аналитические параметры ЭПР-спектра.
- 5.3. Спиновые метки, спиновые зонды.
- 5.4. Применение ЭПР.
- 5.5. Спектрометры ЭПР.

#### **6. Хроматографические методы анализа**

- 6.1. В чем состоят теоретические основы газо-жидкостной хроматографии?
- 6.2. Принцип выбора газа-носителя, жидкой фазы, твердого носителя.
- 6.3. Неполярные и полярные жидкие фазы.
- 6.4. Качественный анализ. Зависимость времени удерживания от различных факторов.
- 6.5. Способы количественного обсчета хроматограмм.
- 6.6. Принципиальная схема хроматографической установки.
- 6.7. Каков принцип работы дифференциальных детекторов?
- 6.8. В чем сущность капиллярной газо-жидкостной хроматографии?
- 6.9. Каковы области применения газовой хроматографии?

#### **7. Масс-спектрометрия**

- 7.1. Основы метода. Метод ионизации электронным ударом. Энергия ионизации.
- 7.2. Принципиальная схема масс-спектрометра.
- 7.3. Типы фрагментации.
- 7.4. Химическая ионизация.
- 7.5. Масс-спектры. Разрешающая способность.
- 7.6. Закономерности фрагментации.
- 7.7. Возможности масс-спектрометрии.

#### **8. Кондуктометрический метод анализа**

- 8.1. Электропроводность, какова ее размерность? В чем состоит принцип метода определения электропроводности?
- 8.2. Что называется удельной электропроводностью, какова ее размерность? Как зависит удельная электропроводность от концентрации ионов и их подвижности?
- 8.3. Что такое постоянная сосуда, какой физический смысл она имеет?
- 8.4. Что называется молярной электропроводностью, какова ее размерность? Как зависит молярная электропроводность от концентрации ионов?
- 8.5. Как влияет температура на электропроводность? В чем причина зависимости электропроводности от температуры?
- 8.6. Почему нельзя проводить измерение электропроводности раствора, если электроды не полностью погружены в жидкость?
- 8.7. В чем состоит сущность метода кондуктометрического титрования?
- 8.8. От чего зависит ход кривых кондуктометрического титрования?
- 8.9. В каких случаях имеет место отклонение кривых от линейного хода?
- 8.10. В чем состоит преимущество метода кондуктометрического титрования перед другими объемными методами?

#### **9. Потенциометрический метод анализа**

- 9.1. На чем основаны потенциометрические методы анализа?

- 9.2. Что такое гальванический элемент? Что называется э.д.с. гальванического элемента?
- 9.3. Что такое электродный потенциал? Уравнение Нернста для электродного потенциала. Стандартный электродный потенциал.
- 9.4. Типы электродов.
- 9.5. Диффузионный потенциал. Солевой мостик и его назначение.
- 9.6. Какие функции выполняют индикаторные электроды и какие – электроды сравнения?
- 9.7. Электроды сравнения: водородный, каломельный, хлорсеребряный.
- 9.8. В чем сущность потенциометрического определения рН раствора? Какие индикаторные электроды могут быть использованы для определения рН?
- 9.9. Как устроен стеклянный электрод? Указать достоинства и недостатки стеклянного электрода.
- 9.10. Ионоселективные электроды.
- 9.11. Указать достоинства, недостатки и области применения метода прямой потенциометрии.
- 9.12. Что такое рН? В каких пределах может изменяться рН?
- 9.13. Активность, коэффициент активности, их вычисление.
- 9.14. Кривые потенциометрического титрования.
- 9.15. Назвать достоинства и области применения потенциометрического титрования в неводных средах.

## **10. Вольтамперометрия**

- 10.1. Сущность вольтамперометрического метода.
- 10.2. Что такое вольтамперная кривая?
- 10.3. Полярнографический фон и его назначение.
- 10.4. Диффузионный ток, его определение и связь с концентрацией растворенного вещества.
- 10.5. Потенциал полуволны, применение потенциала полуволны в качественном анализе.
- 10.6. Устройство простейшего полярнографа, ртутного капающего и вращающегося платинового микроэлектродов. Электрохимические процессы, протекающие на ртутном капающем электроде.
- 10.7. Хроноамперометрия с линейной разверткой потенциала.
- 10.8. Инверсионная вольтамперометрия.
- 10.9. Практическое применение вольтамперометрии.

### **Правила выставления оценки по результатам опроса:**

- *Отлично* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа содержания лекции, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме лекции, с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с

отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

**Примеры тестовых заданий для проведения промежуточной аттестации по темам разделов:**

### **Раздел «Электронная спектроскопия»**

1. Разбейте спектр электромагнитных колебаний на области и расположите их в сторону уменьшения длины волны и увеличения энергии:

- а) микроволны, инфракрасное излучение, радиоволны, видимые лучи, ультрафиолетовое излучение,  $\gamma$ -излучение, рентгеновское излучение;
- б)  $\gamma$ -излучение, рентгеновское излучение, ультрафиолетовое излучение, видимые лучи, инфракрасное излучение, микроволны, радиоволны;
- в) радиоволны, микроволны, инфракрасное излучение, видимые лучи, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение,  $\gamma$ -излучение;
- г) инфракрасное излучение, микроволны, радиоволны, видимые лучи, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение,  $\gamma$ -излучение.

2. Какими соотношениями определяется энергия электромагнитного излучения?

- а)  $\Delta E = h \cdot \bar{\nu} = h \cdot c / \lambda = h \cdot c \cdot \nu$ ; б)  $\Delta E = h \cdot \nu = h \cdot \lambda / c = h \cdot \lambda \cdot \bar{\nu}$ ; в)  $\Delta E = h \cdot \nu = h \cdot \lambda / c = h \cdot c \cdot \bar{\nu}$ ; г)  $\Delta E = h \cdot \nu = h \cdot c / \lambda = h \cdot c \cdot \bar{\nu}$ .

3. Укажите единицы измерения длины волны, частоты и волнового числа:

- а)  $\nu$  [Гц];  $\lambda$  [м];  $\bar{\nu}$  [см<sup>-1</sup>]; б)  $\nu$  [Гц];  $\lambda$  [см<sup>-1</sup>];  $\bar{\nu}$  [м]; в)  $\nu$  [м];  $\lambda$  [см<sup>-1</sup>];  $\bar{\nu}$  [Гц]; г)  $\nu$  [см];  $\lambda$  [Гц];  $\bar{\nu}$  [см<sup>-1</sup>].

4. Какое излучение называют монохроматическим?

- а) излучение, заключенное в таком узком интервале длин волн, что дальнейшее его сжатие не позволяет получить о веществе дополнительную информацию; б) излучение, заключенное в широком интервале длин волн; в) лучи от любого источника излучения; г) видимый свет.

5. Запишите математическое выражение закона Беера:

- а)  $\Delta E = h \cdot \nu = h \cdot c / \lambda = h \cdot c \cdot \bar{\nu}$ ; б)  $A = \varepsilon \cdot C \cdot l$ ; в)  $k = \varepsilon \cdot C$ ; г)  $T = I / I_0$ .

6. Укажите единицы измерения абсорбции вещества:

- а) л/моль·см; б) безразмерная величина; в) %; г) моль/л.

7. В каком интервале изменяется абсорбция вещества?

- а) от 0 до 100%; б) от 0 до 1; в) изменяется от нуля до бесконечности; г) от 0 до 2.

8. Укажите единицы измерения коэффициента ослабления (экстинкции):

- а) безразмерная величина; б) л/моль·см; в) моль/л; г) %.

9. Укажите причины положительного и отрицательного отклонения от закона Беера:

- а) сольватация растворенных веществ; б) диссоциация с образованием большего числа поглощающих частиц - положительное отклонение; ассоциации молекул друг с другом - отрицательное отклонение; в) сольватация растворенных веществ, ассоциация молекул друг с другом - положительное отклонение, диссоциация с образованием большего числа поглощающих частиц - отрицательное отклонение; г) закон Беера выполняется во всех случаях.

10. Чем определяется чувствительность колориметрического метода?

- а) величиной абсорбции вещества; б) величиной  $\text{tg} \alpha = \varepsilon \cdot l$ , чем выше коэффициент ослабления (при  $l = \text{const}$ ), тем чувствительнее метод; в) светопропусканием или прозрачностью образца; г) величиной  $\text{tg} \alpha = \varepsilon \cdot l$ , чем ниже коэффициент ослабления (при  $l = \text{const}$ ), тем чувствительнее метод.

11. Наибольшая энергия кванта необходима:

- а) для осуществления перехода  $n \rightarrow \sigma^*$ ; б) для осуществления перехода  $\sigma \rightarrow \sigma^*$ ;

в) для осуществления перехода  $\pi \rightarrow \pi^*$ ; г) для осуществления перехода  $n \rightarrow \pi^*$ .

12. Какие типы переходов осуществляются в видимой и ультрафиолетовой области и почему?

а)  $\sigma \rightarrow \sigma^*$ , т. к. для возбуждения электронов наиболее прочной  $\sigma$ -связи необходимы кванты света максимальной длины; б) практическое значение имеют переходы  $\pi \rightarrow \pi^*$  и  $n \rightarrow \pi^*$ , поскольку только им соответствуют длины волн, попадающие в рабочий диапазон прибора; в)  $n \rightarrow \sigma^*$  и  $\pi \rightarrow \pi^*$ ; энергия переходов  $n \rightarrow \sigma^*$  и  $\pi \rightarrow \pi^*$  меньше, и, следовательно, длина волны света, возбуждающего такой переход, соответственно меньше; г)  $\sigma \rightarrow \sigma^*$  и  $n \rightarrow \sigma^*$ , поскольку только им соответствуют длины волн, попадающие в рабочий диапазон прибора.

13. Что называется спектром поглощения вещества?

а) оптические характеристики веществ: абсорбция вещества, коэффициент ослабления и светопропускание, вычерченные в зависимости от длины волны, частоты или волнового числа;

б) зависимость только коэффициента ослабления от длины волны; в) зависимость абсорбции вещества (A) от концентрации (C); г) зависимость только светопропускания от волнового числа.

14. Какими величинами характеризуется УФ-спектр?

а) характеризуют длиной волны, при которой наблюдается минимум поглощения, и абсорбцией вещества; б) характеризуют длиной волны, при которой наблюдается максимум поглощения, указывается растворитель; в) характеризуют длиной волны, при которой наблюдается максимум поглощения, и молярным коэффициентом ослабления в этом максимуме; указывается растворитель; г) характеризуют длиной волны, при которой наблюдается максимум поглощения, и абсорбцией вещества; указывается растворитель.

15. Что называют хромофорами?

а) группировки, вызывающие переходы  $\sigma \rightarrow \sigma^*$ ; б) группы, содержащие одинарные связи;

в) группировки, вызывающие электронные переходы любого типа; г) группировки, вызывающие избирательное поглощение электромагнитного колебания в видимой и ультрафиолетовой части спектра.

16. Что принято называть батохромным и гипсохромным сдвигами и чем они обусловлены?

а) любой сдвиг максимума, вызванный влиянием растворителя;

б) сдвиг максимума в сторону более длинных волн принято называть батохромным сдвигом (обусловлен наличием атома галогена, гидрокси-, amino-, алкильных групп и др.), а сдвиг в сторону более коротких волн – гипсохромным (например, образование водородной связи с растворителем); в) сдвиг максимума в сторону более длинных волн принято называть батохромным сдвигом (обусловлен, например, образование водородной связи с растворителем); а сдвиг в сторону более коротких волн – гипсохромным (обусловлен наличием атома галогена, гидрокси-, amino-, алкильных групп и др.); г) сдвиг максимума в сторону более длинных волн принято называть гипсохромным сдвигом (обусловлен наличием атома галогена, гидрокси-, amino-, алкильных групп и др.), а сдвиг в сторону более коротких волн – батохромным (например, образование водородной связи с растворителем).

17. Какие растворители используются в УФ-спектроскопии?

а) используются растворители, имеющие поглощение в исследуемой области спектра;

б) любые растворители, в которых растворяется исследуемое вещество; в) используются вещества, не имеющие поглощения в исследуемой области спектра и не реагирующие с растворенным веществом; г) ацетон, бензол, толуол.

18. Назовите источники, приемники излучения, материал оптики в видимой и ультрафиолетовой области.

а) видимая область - водородная (дейтериевая) лампа, фотоэлемент, кварц; УФ-область - перекальные лампы, фотоэлемент, специальные сорта органического стекла; б) видимая область - водородная (дейтериевая) лампа, термоэлемент, кварц; УФ-область - штифты Глобара и Нернста, термоэлемент, специальные сорта органического стекла; в) видимая область - ртутные лампы высокого давления, фотоэлемент, соли щелочных и щелочноземельных металлов; УФ-область - водородная (дейтериевая) лампа, термоэлемент, кварц; г) видимая область - перекальные лампы, фотоэлемент, специальные сорта органического стекла; УФ-область - водородная (дейтериевая) лампа или ртутные лампы, фотоэлемент, кварц.

19. Что позволяет использование реагентов в колориметрическом методе анализа?

а) реагенты позволяют понизить чувствительность метода; б) реагенты - это соединения, которые взаимодействуют с анализируемым веществом и образуют продукты, обладающие высоким коэффициентом ослабления; в) реагенты - это соединения, которые взаимодействуют с анализируемым веществом и образуют продукты, растворы которых обладают менее интенсивной окраской; г) реагенты - это соединения, которые взаимодействуют с анализируемым веществом и образуют продукты, обладающие низким коэффициентом ослабления.

20. Как выбрать цвет светофильтра?

а) определить оптическую плотность раствора на каждом светофильтре; цвет светофильтра должен соответствовать области минимального поглощения раствора; б) можно использовать любой светофильтр; в) определить оптическую плотность раствора на каждом светофильтре; цвет светофильтра должен соответствовать области максимального поглощения раствора; г) необходимо выбрать светофильтр, пропускающий те лучи, которые слабее поглощаются анализируемым веществом.

### **Раздел «Инфракрасная спектроскопия»**

1. Какие агрегатные состояния исследуются методами колебательной спектроскопии?

а) твердые вещества, растворы; б) газы, растворы, твердые вещества; в) твердые вещества, растворы, газы, аморфная фаза; г) твердые вещества, аморфная фаза.

2. Чем сопровождается поглощение веществом ИК излучения?

а) происходят изменения колебательных состояний, т. е. молекулы переходят на другие уровни энергии; б) сопровождается изменением энергии электронных оболочек атомов и молекул; в) сопровождается свечением вещества, возникающим при переходе молекул из возбужденного состояния в основное; г) сопровождается ионизацией вещества.

3. Чем обусловлены проявления колебаний в ИК-спектрах?

а) ионизацией вещества; б) изменением поляризуемости молекул ( $\alpha$ ); в) изменением дипольного момента ( $\mu$ ); г) изменением абсорбции.

4. Какие колебания активны в ИК-спектрах?

а) антисимметричные и симметричные относительно центра симметрии; б) антисимметричные относительно центра симметрии; в) симметричные относительно центра симметрии; г) никакие из вышеперечисленных.

5. Сравните энергии и волновые числа валентных и деформационных колебаний:

а) для возбуждения деформационных колебаний требуется меньшая энергия, чем в случае валентных колебаний, и, следовательно, они имеют большее волновое число; б) для возбуждения деформационных колебаний требуется большая энергия, чем в случае валентных колебаний, и, следовательно, они имеют большее волновое число; в) для возбуждения деформационных колебаний требуется меньшая энергия, чем в случае валентных колебаний, и, следовательно, они имеют меньшее волновое число;

г) для возбуждения колебаний валентных требуется меньшая энергия, чем в случае деформационных колебаний, и, следовательно, они имеют большее волновое число.

6. Деформационные колебания подразделяются на:

а) симметричные и несимметричные; б) ножничные, маятниковые, веерные и крутильные; в) симметричные и антифазные; г) ножничные, веерные и крутильные.

7. Число колебательных степеней свободы у нелинейной и линейной молекул, состоящих из N атомов, равно:

а) у нелинейной  $3N-6$ , а у линейной  $3N-5$ ; б) у нелинейной  $3N-5$ , а у линейной  $3N-6$ ; в) у нелинейной  $3N-5$ , а у линейной  $3N-4$ ; г) у нелинейной  $3N-6$ , а у линейной  $3N-4$ .

8. Истинный ИК-спектр вещества получают:

а) для твердого вещества; б) для раствора; в) для аморфной фазы. г) для газообразного состояния;

9. Какие растворители используются в ИК-спектроскопии?

а) растворители, имеющие поглощение в исследуемой области спектра; б) любые растворители, в которых растворяется исследуемое вещество; в) используются вещества, не имеющие поглощения в исследуемой области спектра и не взаимодействующие с материалом кювет; г) ацетон, бензол, толуол.

10. Назовите источники, приемники излучения, материал оптики в ИК-области:

а) ртутные лампы высокого давления или штифты Глобара и Нернста, термоэлементы или болометры, соли щелочных и щелочно-земельных металлов; б) водородная (дейтериевая) лампа, фотоэлемент, кварц; в) штифты Глобара и Нернста, термоэлемент, специальные сорта органического стекла; г) перекальные лампы, термоэлемент, специальные сорта органического стекла.

## **Раздел «Люминесцентные методы»**

1. В чем различия между возбужденным синглетным и соответствующим триплетным состояниями?

а) возбужденный электрон синглетного состояния имеет спин, параллельный электрону, с которым он был спарен; в триплетном состоянии два внешних электрона имеют один и тот же спин; триплетное состояние всегда обладает более низкой энергией, чем соответствующее синглетное состояние;

б) возбужденный электрон синглетного состояния имеет спин, параллельный электрону, с которым он был спарен; в триплетном состоянии два внешних электрона имеют антипараллельные спины; триплетное состояние всегда обладает более низкой энергией, чем соответствующее синглетное состояние;

в) возбужденный электрон синглетного состояния имеет спин, антипараллельный электрону, с которым он был спарен; в триплетном состоянии два внешних электрона имеют один и тот же спин; триплетное состояние всегда обладает более низкой энергией, чем соответствующее синглетное состояние;

г) возбужденный электрон синглетного состояния имеет спин, антипараллельный электрону, с которым он был спарен; в триплетном состоянии два внешних электрона имеют один и тот же спин; триплетное состояние всегда обладает более высокой энергией, чем соответствующее синглетное состояние.

2. Что называется флуоресценцией?

а) безызлучательный переход энергии из возбужденных состояний без изменения мультиплетности; б) излучение, испускаемое при переходе между состояниями, имеющую одинаковую мультиплетность; в) безызлучательные переходы между состояниями различной мультиплетности; г) излучение, испускаемое при переходе между состояниями с различной мультиплетностью.

3. При каких длинах волн наблюдается спектр флуоресценции и фосфоресценции? Дайте объяснение.

- а) триплетное состояние обладает более низкой энергией, чем соответствующее синглетное состояние, поэтому спектр фосфоресценции наблюдается при больших длинах волн, чем спектр флуоресценции;
- б) триплетное состояние обладает более высокой энергией, чем соответствующее синглетное состояние, поэтому спектр фосфоресценции наблюдается при больших длинах волн, чем спектр флуоресценции;
- в) триплетное состояние обладает более низкой энергией, чем соответствующее синглетное состояние, поэтому спектр фосфоресценции наблюдается при меньших длинах волн, чем спектр флуоресценции;
- г) триплетное состояние обладает более низкой энергией, чем соответствующее синглетное состояние, поэтому спектр флуоресценции наблюдается при больших длинах волн, чем спектр фосфоресценции.

4. Что называется внутренней конверсией?

- а) излучение, испускаемое при переходе между состояниями, имеющую одинаковую мультиплетность; б) излучение, испускаемое при переходе между состояниями с различной мультиплетностью; в) безызлучательный переход энергии из возбужденных состояний без изменения мультиплетности; г) излучение, испускаемое при переходе между состояниями с различной мультиплетностью.

5. Что называется фосфоресценцией?

- а) излучение, испускаемое при переходе между состояниями с различной мультиплетностью; б) безызлучательные переходы между состояниями различной мультиплетности; в) излучение, испускаемое при переходе между состояниями, имеющую одинаковую мультиплетность;
- г) безызлучательный переход энергии из возбужденных состояний без изменения мультиплетности;

6. Что называется интеркомбинационной конверсией?

- а) излучение, испускаемое при переходе между состояниями, имеющую одинаковую мультиплетность; б) безызлучательный переход энергии из возбужденных состояний без изменения мультиплетности; в) излучение, испускаемое при переходе между состояниями с различной мультиплетностью; г) называются безызлучательные переходы между состояниями различной мультиплетности.

7. При каких длинах волн наблюдается спектр поглощения и флуоресценции? Дайте объяснение.

- а) спектр флуоресценции сдвинут в коротковолновую область по сравнению с полосами поглощения, так как энергия поглощенного кванта частично растрачивается на тепловые колебания;
- б) спектр флуоресценции сдвинут в длинноволновую сторону по сравнению с полосами поглощения, так как энергия поглощенного кванта частично растрачивается на тепловые колебания, поэтому энергия флуоресценции меньше, чем энергия поглощения кванта света;
- в) спектр флуоресценции сдвинут в коротковолновую сторону по сравнению с полосами поглощения, так как энергия поглощенного кванта частично растрачивается на тепловые колебания, поэтому энергия флуоресценции больше, чем энергия поглощения кванта света;
- г) спектр флуоресценции сдвинут в длинноволновую сторону по сравнению с полосами поглощения, так как энергия поглощенного кванта меньше, чем энергия флуоресценции.



## Раздел «Спектроскопия ядерного магнитного резонанса»

1. Что определяют в ЯМР-спектроскопии?

а) напряженность поля; б) энергию поля; в) магнитную восприимчивость; г) магнитную индукцию.

2. По какой формуле определяется химический сдвиг?

а)  $\delta = (\Delta\nu/\nu_0) \cdot 10^6 = (\Delta H/H_0) \cdot 10^6$ ; б)  $\delta = (\Delta\nu/\nu_0)$ ; в)  $\delta = (\Delta H/H_0)$ ; г)  $\delta = (\Delta\nu/\nu_0)/(\Delta H/H_0)$ .

3. Чем обусловлен вклад в константу экранирования, влияющей на значения химического сдвига?

а) парамагнитной составляющей; б) диамагнитной составляющей; в) разницей составляющих; г) суммой составляющих.

4. По каким основным характеристикам в ЯМР-спектроскопии устанавливается структура соединения?

а) мультиплетность; б) химический сдвиг; в) интегральная интенсивность; г) всеми перечисленными.

5. Чем обусловлена возможность количественного определения таких смесей, как 2,4-динитрофторбензол, 2,4-динитротолуол, 2,4-динитрохлорбензол?

Различием:

а) значений химических сдвигов ( $\delta$ ) ароматических протонов; б) интегральной интенсивности; в) мультиплетности ароматических протонов; г) констант спин-спинового взаимодействия;

6. Как определить химический сдвиг протона для алифатических соединений?

а)  $\delta = 5,28 + \sum S(\delta)$ ; б)  $\delta = 9,33 + \sum S(\delta)$ ; в)  $\delta = 0,23 + \sum S(\delta)$ ; г)  $\delta = 7,27 + \sum S(\delta)$ .

7. Положение сигнала протона гидроксильной группы в ЯМР-спектре зависит от

а) мультиплетности групп; б) концентрации, температуры; в) числа протонов продукта;

д) рабочей частоты спектрометра;

8. В ПМР-спектре смеси циклогексана, тетраметилсилана и бензола содержатся три пика при  $\delta = 0$ ; 7,27; и 1,4 м.д. Определите, какой сигнал относится к какому растворителю.

а) 0 м.д. - циклогексан; 1,4 м.д. - тетраметилсилан; 7,27 м.д. - бензол;

б) 1,4 м.д. - циклогексан; 0 м.д. - тетраметилсилан; 7,27 м.д. - бензол;

в) 7,27 м.д. - циклогексан; 0 м.д. - тетраметилсилан; 1,4 м.д. - бензол;

г) 7,27 м.д. - циклогексан; 7,27 м.д. - тетраметилсилан; 0 м.д. - бензол.

9. В ПМР-спектре наблюдается система сигналов: дублет и квартет, относящихся к алифатическому соединению. Определите сочетание групп:

а)  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ ; б)  $-\text{CH}=\text{CH}_2$ ; в)  $-\text{CH}-\text{CH}_3$ ; г)  $\text{CH}_3-\text{CH}_3$ .

10. В ПМР-спектре наблюдаются три синглета при химических сдвигах  $\delta$ , равных 7.27, 7.33, 2.5 м.д.. Установлено, что это смесь из трех растворителей. Выберите растворители:

а) гексаметилдисилоксан; хлороформ; ацетон б) бензол; хлороформ; ацетон;

в) хлороформ; диметилформаид; бензол г) ацетон; этиловый спирт; бензол

11. Если разность химического сдвига ( $\Delta\delta$ ) сравнима с величиной расщепления сигналов взаимодействующих ядер, то ядра обозначают буквами алфавита:

а) AX; б) AX<sub>2</sub>; в) XAY; г) AB.

12. В случае разности химического сдвига ( $\Delta\delta$ ) много больше величины расщепления сигналов взаимодействующих ядер, то ядра обозначают:

а) AB<sub>2</sub>; б) ABC; в) XAY; г) AB.

13. Рассчитайте химический сдвиг ароматического протона- дублета с  $m$ -константой для 2,4-динитротолуола.

а) 9,10 м.д.; б) 9,05 м.д.; в) 8,95 м.д.; г) 9,15 м.д.

14. 2,4-Динитрофенол представляет собой трехспиновую систему (три протона). Какие дублеты наблюдаются в ПМР-спектре для протонов Н(а), Н(б), Н(с)?

а) Н(а)-дублет с *o*-константой, Н(б)-дублет с *m*-константой, Н(с)-дублет дублетов с *o*-константой; б) Н(а)-дублет с *m*-константой, Н(б)-дублет с *o*-константой, Н(с)-дублет дублетов с *o*-константой; в) Н(а)-дублет с *m*-константой, Н(б)-дублет дублетов с *o*-константой, Н(с)-дублет с *o*-константой; г) Н(а)-дублет с *m*-константой, Н(б)-дублет с *o*-константой, Н(с)-дублет с *o*-константой.

15. Какому соединению соответствует система АВС?

а) 2,4-динитрофенол; б) нитробензол; в) *para*- нитрохлорбензол; г) *ortho*-нитрохлорбензол;

16. Какая система называется гомоядерной? Образована:

а) только протонами; б) протоном и углеродом; в) протоном и фтором; г) протоном и азотом.

17. В каких структурах встречаются системы АА'ХХ'?

а) *para*-замещенные бензолы; б) *ortho*-замещенные бензолы; в) незамещенные бензолы; г) *meta*замещенные бензолы.

18. Какое из свойств растворителя оказывает влияние на качество спектров?

а) вязкость; б) показатель преломления; в) сольватационные свойства; г) вязкость; сольватационные свойства.

### Раздел «Кондуктометрический метод анализа»

1. В каком интервале может изменяться водородный показатель?

А. рН = 0÷14. Б. рН = 0÷19. В. рН = -1÷14. Г. рН = -1÷19.

2. Степень диссоциации для растворов слабых электролитов:

А. Уменьшается по мере уменьшения концентрации. Б.  $\alpha = 1$ . В. Увеличивается по мере уменьшения концентрации. Г.  $\alpha = \text{const}$ .

3. Зависимость удельной электропроводности ( $\chi$ ) от температуры:

А. При повышении температуры « $\chi$ » уменьшается. Б. При повышении температуры на один градус « $\chi$ » увеличивается на 2÷2,2%. В. При понижении температуры « $\chi$ » увеличивается. Г. При повышении температуры на один градус « $\chi$ » увеличивается в 2 раза.

4. Единицы измерения электропроводности:

А. Ом. Б. Ом<sup>-1</sup> см<sup>-1</sup>. В. Сименс (См). Г. Ом<sup>-1</sup> см<sup>2</sup> моль<sup>-1</sup>.

5. Зависимость удельной электропроводности от концентрации:

А. Увеличивается с ростом концентрации. Б. Увеличивается с ростом концентрации, достигает максимального значения, а затем уменьшается. В. Уменьшается с ростом концентрации. Г. Увеличивается с ростом концентрации, достигает максимального значения и затем не изменяется.

6. Закон разведения Оствальда:

А.  $K_d = [A^-] [B^+] / [BA]$ . Б.  $K_d = c\alpha^2 / (1-\alpha)$ . В.  $K_d = c^2\alpha / (1-\alpha)$ . Г.  $K_d = c \lambda^2_v / \lambda_\infty (\lambda_\infty - \lambda_v)$ .

7. Математическое выражение для удельной электропроводности:

А.  $\chi = R S/l$ . Б.  $\chi = 1/\rho$ . В.  $\chi = l / R S$ . Г.  $\chi = 1/R$ .

8. От каких факторов зависит удельная электропроводность:

А. От скорости движения ионов. Б. От давления. В. От температуры. Г. От концентрации электролита.

9. Для растворов сильных электролитов характерно:

А.  $\alpha = 1$ . Б.  $\alpha \neq 1$ . В.  $W = \text{const}$ . Г.  $\alpha < 1$ . Д.  $W \neq \text{const}$ .

10. Водородный показатель буферных растворов:

- А.** Изменяется при разбавлении. **Б.** Очень мало изменяется при добавлении небольших количеств сильной кислоты или сильного основания. **В.** Не изменяется при разбавлении.  
**Г.** Изменяется при добавлении небольших количеств сильной кислоты или сильного основания.

### **Раздел «Потенциометрический метод анализа»**

**1.** Укажите индикаторный электрод, применяемый на практике при потенциометрическом титровании кислот:

- А.** Хлорсеребряный. **Б.** Водородный. **В.** Стеклянный. **Г.** Каломельный.

**2.** Укажите сколько основных типов скачков потенциала возникают в гальванических элементах (назовите их причины)?

- А.** Один. **Б.** Два. **В.** Три. **Г.** Четыре.

**3.** Назовите причины возникновения скачка потенциала на границе раздела фаз металл-раствор:

- А.** Различные концентрации электролитов. **Б.** Различие работ выхода электрона. **В.** Возникновение двойного электрического слоя. **Г.** Различие по виду растворенного вещества.

**4.** Какая реакция протекает на хлорсеребряном электроде?

- А.**  $H^+ + e^- = \frac{1}{2}H_2$ . **Б.**  $AgCl + e^- = Ag + Cl^-$ . **В.**  $Ox + z e^- = Red$ . **Г.**  $\frac{1}{2}Hg_2Cl_2 + e^- = Hg + Cl^-$ .

**5.** Электрод сравнения для определения электродного потенциала:

- А.** Хлорсеребряный. **Б.** Хингидронный. **В.** Каломельный. **Г.** Водородный.

**6.** Укажите причины возникновения диффузионного потенциала:

- А.** Возникновение двойного электрического слоя. **Б.** Различные концентрации электролитов. **В.** Различие работ выхода электрона. **Г.** Различие по виду растворенного вещества.

**7.** Назовите электроды, обратимые относительно катионов водорода:

- А.** Хингидронный. **Б.** Хлорсеребряный. **В.** Водородный. **Г.** Каломельный.  
**Д.** Кислородный. **Е.** Стеклянный.

**8.** Укажите электроды второго рода:

- А.** Кислородный. **Б.** Водородный. **В.** Хлорсеребряный. **Г.** Хингидронный. **Д.** Стеклянный. **Е.** Хлорный.

**9.** Характеристика водородного электрода:

- А.** Электрод не подвержен действию ядов. **Б.** Равновесие между электродом и раствором устанавливается в течение 20-30 мин. **В.** Платина быстро отравляется каталитическими ядами. **Г.** Равновесие между электродом и раствором устанавливается мгновенно. **Д.** Работает в интервале рН от 0 до 14. **Е.** В присутствии окислителей и восстановителей дает неверный результат.

**10.** Когда получают две точки эквивалентности при потенциометрическом титровании смеси двух кислот:

- А.** Растворителем служит вода. **Б.**  $K_d^{сил.} / K_d^{слаб.} > 10^4$ . **В.** Используют органический растворитель. **Г.**  $K_d^{сил.} / K_d^{слаб.} > 4$ .

### **Правила выставления оценки за тестовые задания**

При написании тестовых заданий оценка выставляется следующим образом (количество верных ответов):

86-100% - отлично (зачет)

71-85% - хорошо (зачет)

55-70%- удовлетворительно (зачет)

менее 55% - неудовлетворительно (незачет)

## 1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список вопросов к зачету

1. Спектр электромагнитных колебаний. Длина волны, частота, волновое число, энергия электромагнитного излучения. Закон Бугера-Ламберта-Беера. Светопропускание, абсорбция, молярный коэффициент ослабления. Отклонения от закона Беера.
2. Определение концентрации растворенного вещества по величине абсорбции, метод калибровочных кривых. Чувствительность колориметрического метода. Анализ с помощью реагентов. Правило выбора светофильтра, длины волны и толщины кюветы. Спектры поглощения. Определение молярного коэффициента ослабления по спектрам поглощения.
3. Механизм поглощения видимых и ультрафиолетовых лучей. Количественный анализ по УФ-спектрам. Качественный анализ по УФ-спектрам: хромофоры, батохромный и гипсохромный сдвиги. Источники, монохроматоры, приемники излучения, материал оптики в видимой и ультрафиолетовой области. Растворители в УФ-спектроскопии.
4. Сопоставление механизмов поглощения образцами ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Валентные и деформационные колебания. ИК-спектры, число колебательных степеней свободы, обертоны, вырождение.
5. Рекомендации по расшифровке инфракрасных спектров (корреляционные диаграммы, таблицы характеристических частот, характеристические и нехарактеристические колебания, интенсивность полос). Количественный анализ по ИК-спектрам.
6. Подготовка образцов в ИК-спектроскопии: растворы, тонкие пленки, пасты, твердые вещества, газы. Устройство приборов: источники, монохроматоры и приемники излучения. Особенности солевой оптики.
7. Люминесценция, виды люминесценции. Теоретические основы люминесцентного метода анализа. Понятие о синглете и триплете. Внутренняя и интеркомбинационная конверсии. Флуоресценция и фосфоресценция. Принцип Франка-Кондона.
8. Квантовый выход. Определение квантового выхода. Законы Стокса и Вавилова, правило Каши. Качественный и количественный анализ по спектрам люминесценции. Флуоресцентные метки и зонды.
9. Ядерный магнитный резонанс. Ядра, имеющие магнитный момент. Условие резонанса. Химический сдвиг. Эталонное вещество. Факторы, влияющие на величину химического сдвига. Спин-спиновое взаимодействие. Аналитические параметры ПМР-спектра. Приборы. Применение ПМР.
10. Теоретические основы метода электронного парамагнитного резонанса. Аналитические параметры ЭПР-спектра. Применение ЭПР. Спиновые метки, спиновые зонды.
11. Основы метода масс-спектрометрии. Метод ионизации электронным ударом. Энергия ионизации. Принципиальная схема масс-спектрометра.
12. Типы фрагментации (диссоциация и перегруппировка). Химическая ионизация. Масс-спектры. Разрешающая способность. Закономерности фрагментации. Возможности масс-спектрометрии. Хромато-массспектрометрия.
13. Что называется электропроводностью, какова ее размерность? Принцип метода определения электропроводности. Постоянная сосуда, ее физический смысл. Удельная электропроводность, ее размерность. Зависимость удельной электропроводности от концентрации ионов и их подвижности.
14. Молярная электропроводность, ее размерность. Зависимость молярной электропроводности от концентрации ионов. Влияние температуры на

электропроводность. Почему нельзя проводить измерение электропроводности раствора, если электроды не полностью погружены в жидкость? В чем состоит сущность метода кондуктометрического титрования?

15. От чего зависит ход кривых кондуктометрического титрования? В каких случаях имеет место отклонение кривых от линейного хода? Преимущества метода кондуктометрического титрования.

16. На чем основаны потенциометрические методы анализа? Что такое гальванический элемент? Что называется э.д.с. гальванического элемента? Что такое электродный потенциал? Уравнение Нернста для электродного потенциала. Стандартный электродный потенциал. Диффузионный потенциал. Солевой мостик и его назначение.

17. Какие функции выполняют индикаторные электроды и электроды сравнения? Электроды сравнения: водородный, каломельный, хлорсеребряный. Водородный показатель, пределы его изменения. Какие индикаторные электроды могут быть использованы для определения рН?

18. Применение метода прямой потенциометрии. Ионоселективные электроды. Устройство стеклянного электрода. Достоинства и недостатки стеклянного электрода. Кривые потенциометрического титрования. Области применения потенциометрического титрования в неводных средах.

19. Сущность вольтамперометрического метода. Вольтамперная кривая. Полярографический фон и его назначение. Диффузионный ток, его определение и связь с концентрацией растворенного вещества. Потенциал полуволны, применение потенциала полуволны в качественном анализе.

20. Устройство простейшего полярографа. Ртутный капаящий электрод, электрохимические процессы, протекающие на ртутном капаящем электроде. Вращающиеся и вибрирующие твердые электроды. Хроноамперометрия с линейной разверткой потенциала. Инверсионная вольтамперометрия. Практическое применение вольтамперометрии.

21. Теоретические основы методов хроматографии. Принципы классификации хроматографических методов. Жидкостно-адсорбционная хроматография (ТСХ: на чем основано разделение;  $R_f$ -индекс, от чего он зависит; методы количественного определения). Высокоэффективная жидкостная хроматография.

22. Жидкостно-жидкостная хроматография (хроматография на бумаге: на чем основано разделение;  $R_f$ -индекс, от чего он зависит; методы количественного определения). Проникающая хроматография (сущность метода, структура ячейки сефадекса, методы количественной оценки).

23. Теоретические основы газо-жидкостной хроматографии. Принцип выбора газ-носителя, жидкой фазы, твердого носителя. Неполлярные и полярные жидкие фазы. Качественный анализ, зависимость времени удерживания от различных факторов.

24. Способы количественного обсчета хроматограмм. Принципиальная схема хроматографической установки. Каков принцип работы дифференциальных детекторов? В чем сущность капиллярной газо-жидкостной хроматографии? Возможности метода.

### **Правила выставления оценки на зачете:**

Устный ответ студента на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;
- студент свободно владеет научной терминологией;

- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов;

- ответ студента логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;

- ответ студента характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;

- ответ студента иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;

- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;

- студент демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ студента обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;

- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;

- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;

- студент не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

## **2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на разных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**

### **2.1. Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание.**

Описание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

**Пороговый уровень** - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

**Продвинутый уровень**- предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

**Высокий уровень** - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решений применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

**2.2 Перечень компетенций, этапы их формирования,  
описание показателей и критериев оценивания компетенций  
на различных этапах их формирования**

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
<b>Общекультурные компетенции</b>						
ОК-7	Опрос по контрольным вопросам. Тестовые задания. Зачет.	1-10	<p><b>Знать:</b> фундаментальные разделы биологии, экологии, химии.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить научные исследования в области экологии, охраны природы и иных наук об окружающей среде.</p> <p><b>Владеть навыками:</b> проведения физико-химического анализа вредных выбросов в окружающую среду.</p>	<p><b>Знать:</b> основные разделы биологии, экологии, химии.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить поиск информации по рассматриваемым проблемам.</p> <p><b>Владеть навыками:</b> работы на приборах.</p>	<p><b>Знать:</b> теоретические основы физико-химических методов анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> планировать эксперимент</p> <p><b>Владеть навыками:</b> подготовки образцов к анализу.</p>	<p><b>Знать:</b> публикации в российских и зарубежных журналах в области рассматриваемых проблем.</p> <p><b>Уметь:</b> планировать эксперимент, делать выводы.</p> <p><b>Владеть навыками:</b> интерпретации и анализа экспериментальных и литературных данных.</p>
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>						



ОПК-2	Опрос по контрольным вопросам. Тестовые задания. Зачет.	1-10	<p><b>Знать:</b> фундаментальные разделы физики, химии и биологии; основы и общие закономерности, на которых основа-но развитие тех или иных родственных методов.</p> <p><b>Уметь:</b> выбрать метод или совокупность нескольких методов, наиболее подходящих в данных обстоятельствах, дающих наибольшую информацию.</p> <p><b>Владеть:</b> методами отбора и анализа геологических и биологических проб, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере.</p>	<p><b>Знать:</b> общие закономерности, на которых основа-но развитие тех или иных родственных методов.</p> <p><b>Уметь</b> интерпретировать полученные результаты.</p> <p><b>Владеть навыками:</b> работы на приборах и интерпретации полученных результатов.</p>	<p><b>Знать:</b> сущность современных методов, возможности методов, физический смысл определяемых параметров.</p> <p><b>Уметь</b> интерпретировать полученные результаты, рассчитать ошибку при обработке данных.</p> <p><b>Владеть навыками:</b> работы на приборах, подготовки образцов к анализу, обработки экспериментальных данных.</p>	<p><b>Знать:</b> фундаментальные основы современных методов, параметры для количественного и качественного анализа, рекомендации по интерпретации данных.</p> <p><b>Уметь</b> планировать эксперимент, интерпретировать полученные результаты, сопоставлять и анализировать данные нескольких методов, делать выводы.</p> <p><b>Владеть навыками:</b> подготовки образцов к анализу, усовершенствованными методиками анализа, оценки достоверности результатов.</p>
-------	---	------	--	---	--	---

ОПК-9	Опрос по контрольным вопросам. Тестовые задания. Зачет.	1-10	<p><b>Знать:</b> теоретические основы физических, химических и биологических методов анализа.</p> <p><b>Уметь:</b> применять законы и общие закономерности биологических процессов при исследовании живых систем.</p> <p><b>Владеть навыками:</b> поиска данных в области биофизических исследований живых систем.</p>	<p><b>Знать:</b> законодательные и нормативно-правовые акты в области обращения с отходами.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить определение загрязняющих веществ в объектах окружающей среды.</p> <p><b>Владеть:</b> современными методами обработки и интерпретации экологической информации.</p>	<p><b>Знать:</b> законодательное и нормативно-правовое регулирование управлением обращением с отходами.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить определение загрязняющих веществ в объектах окружающей среды и интерпретировать полученные данные.</p> <p><b>Владеть:</b> методами поиска и обработки информации.</p>	<p><b>Знать:</b> стратегию в области обращения с отходами на примере России и Европейского Союза.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить определение загрязняющих веществ в объектах окружающей среды.</p> <p><b>Владеть:</b> методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях.</p>
	<b>Профессиональные компетенции</b>					

ПК-2	Опрос по контрольным вопросам. Тестовые задания. Зачет.		<p><b>Знать:</b> стратегию обращения с отходами и нормативно-правовое регулирование обращением с отходами.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять контроль загрязняющих веществ в различных средах.</p> <p><b>Владеть:</b> современными методами обработки и интерпретации экологической информации.</p>	<p><b>Знать:</b> стратегию обращения с отходами и нормативно-правовое регулирование обращением с отходами.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять контроль загрязняющих веществ в различных средах.</p> <p><b>Владеть:</b> современными методами обработки и интерпретации экологической информации.</p>	<p><b>Знать:</b> стратегию обращения с отходами и нормативно-правовое регулирование обращением с отходами.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять контроль загрязняющих веществ в различных средах.</p> <p><b>Владеть:</b> методами отбора проб, проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду.</p>	<p><b>Знать:</b> стратегию обращения с отходами и нормативно-правовое регулирование обращением с отходами.</p> <p><b>Уметь:</b> выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия.</p> <p><b>Владеть:</b> методами оценки воздействия на окружающую среду, сбора, обработки, систематизации, анализа информации.</p>
------	---	--	---	---	---	---

### **3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

#### **3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций**

**Пороговый уровень** (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

**Продвинутый уровень** (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

**Высокий уровень** (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

### **3.2 Описание процедуры выставления оценки**

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

#### **Примерные задания для оценки сформированности компетенций:**

##### **1. В каком интервале может изменяться водородный показатель?**

- а)  $pH = 0 \div 14$ ;
- б)  $pH = 0 \div 19$ ;
- в)  $pH = -1 \div 19$ ;
- г)  $pH = -1 \div 14$ .

##### **2. Водородный показатель буферных растворов:**

- а) изменяется при разбавлении;
- б) не изменяется при разбавлении и очень мало изменяется при добавлении небольших количеств сильной кислоты или сильного основания;
- в) не изменяется при добавлении больших количеств сильной кислоты или сильного основания;
- г) изменяется при добавлении небольших количеств сильной кислоты или сильного основания.

##### **3. Укажите индикаторный электрод, применяемый на практике при потенциометрическом титровании кислот:**

- а) хлорсеребряный;
- б) водородный;
- в) стеклянный;
- г) каломельный.

**4. Концепция «устойчивого развития» означает**

- а) коэволюцию человека и биосферы;
- б) эволюцию биосферы;
- в) развитие общества
- г) развитие техногенной цивилизации.

**5. Научные знания отличаются от других знаний:**

- а) точностью;
- б) обоснованностью;
- в) большой предсказательной способностью;
- г) большой степенью фантазии (не обязательно обоснованной);
- д) своей исключительной эстетической ценностью.

**6. Что нельзя отнести к критериям научности?**

- а) системность;
- б) доказательность;
- в) объективность;
- г) следование логическим законам: закону достаточного основания, закону тождества, закону непротиворечивости, закону исключенного третьего;
- д) Личная симпатия ученого.

**7. Какие растворители используются в УФ-спектроскопии?**

- а) используются растворители, имеющие поглощение в исследуемой области спектра;
- б) любые растворители, в которых растворяется исследуемое вещество;
- в) используются вещества, не имеющие поглощения в исследуемой области спектра и не реагирующие с растворенным веществом;
- г) ацетон, бензол, толуол.

**8. Что называется флуоресценцией?**

- а) безызлучательный переход энергии из возбужденных состояний без изменения мультиплетности;
- б) излучение, испускаемое при переходе между состояниями, имеющую одинаковую мультиплетность;
- в) безызлучательные переходы между состояниями различной мультиплетности;
- г) излучение, испускаемое при переходе между состояниями с различной мультиплетностью.

**9. Как выбрать цвет светофильтра?**

- а) определить оптическую плотность раствора на каждом светофильтре; цвет светофильтра должен соответствовать области минимального поглощения раствора;
- б) можно использовать любой светофильтр;
- в) определить оптическую плотность раствора на каждом светофильтре; цвет светофильтра должен соответствовать области максимального поглощения раствора;
- г) необходимо выбрать светофильтр, пропускающий те лучи, которые слабее поглощаются анализируемым веществом.

**10. К эмпирическим методам познания относятся:**

- а) анализ;
- б) наблюдение;
- в) эксперимент;
- г) измерение;
- д) моделирование.

**11. К теоретическим методам познания относятся:**

- а) анализ;
- б) наблюдение;
- в) идеализация;
- г) измерение;
- д) моделирование.

**12. Анализ —это:**

- а) отбор проб для научного эксперимента;
- б) сбор химических веществ в одном сосуде;
- в) разделение объекта изучения на составные части.

Оценка сформированности компетенции определяется по следующим правилам:

- «отлично» выставляется при количестве правильных ответов от 80 до 100%;
- «хорошо» выставляется при количестве правильных ответов от 60 до 79%;
- «удовлетворительно» выставляется при количестве правильных ответов от 40 до 59%;
- «неудовлетворительно» выставляется при количестве правильных ответов 39% и менее.

## Приложение №2 к рабочей программе дисциплины

### «Физико-химические методы анализа»

#### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Физико-химические методы анализа» являются лекции. По всем темам предусмотрены лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем практического применения его при изучении качественного и количественного состава вещества.

Для успешного освоения дисциплины очень важна предварительная подготовка студентов к лабораторным занятиям. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, лабораторных занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагается оформление основной части лабораторной работы согласно методическим указаниям работе (В.Н. Казин, Т.Н. Орлова, И.В. Тихонов / Яросл. гос. ун-т им. П.Г. Демидова. - Ярославль: ЯрГУ, 2011. – 72 с.). Для подготовки теоретического материала большое значение имеют литературные источники:

Под. Ред. А.А. Ищенко. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа / Н.В. Алов и др. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. (в 2-х томах, 1 том -352 с., 2 том – 416 с.) – (Сер. Бакалавриат)

Васильев В.П. Аналитическая химия. – к.н.2. Физико-химические методы анализа. М.: Министерство образования РФ, 2007/ 383 с.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде контрольных заданий. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

В конце семестра изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Экзамен выставляется по итогам собеседования.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Физико-химические и биологические методы анализа» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом лабораторного курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.



**Учебно-методическое обеспечение  
самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу. К таким можно отнести следующие издания:

**а) основная литература**

1. Казин В.Н. Физико-химические методы анализа Учебно-методическое пособие / Ярослав. гос. ун-т. Ярославль, 2016. 55 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20160305.pdf>

2. Васильев В.П. Аналитическая химия. –к.н.2. Физико-химические методы анализа. М.: Министерство образования РФ. 2007. 383 с. ISBN 978-5-358-03521-8, 978-5-358-03520-1.[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=359128&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=359128&cat_cd=YARSU)

3. Казин В.Н. Физико-химические методы анализа: лабораторный практикум / В.Н. Казин, Т.Н. Орлова, И.В. Тихонов; Ярослав. гос. ун-т им. П.Г. Демидова. - Ярославль: ЯрГУ, 2011. 72 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20110313.pdf>

**б) дополнительная литература**

1. Казин В.Н., Урванцева Г.А. Физико-химические методы исследования в экологии и биологии // Учеб. пособие (гриф УМО); Ярослав. гос. ун-т. Ярославль, 2002. 172 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20020305.pdf>

**1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ им. П. Г. Демидова** ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).

2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

**3. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»** (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Головной разработчик проекта - Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика") [www.informika.ru](http://www.informika.ru).

ИС "Единое окно" объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России. Разделы этой системы:

- **Электронная библиотека** – является крупнейшим в российском сегменте Интернета хранилищем полнотекстовых версий учебных, учебно-методических и научных материалов с открытым доступом. Библиотека содержит более 30 000 материалов, источниками которых являются более трехсот российских вузов и других образовательных и научных учреждений. Основу наполнения библиотеки составляют электронные версии учебно-методических материалов, подготовленные в вузах, прошедшие рецензирование и рекомендованные к использованию советами факультетов,

учебно-методическими комиссиями и другими вузовскими структурами, осуществляющими контроль учебно-методической деятельности.

- **Интегральный каталог образовательных интернет-ресурсов** содержит представленные в стандартизированной форме метаданные внешних ресурсов, а также содержит описания полнотекстовых публикаций электронной библиотеки. Общий объем каталога превышает 56 000 метаописаний (из них около 25 000 - внешние ресурсы). Расширенный поиск в "Каталоге" осуществляется по названию, автору, аннотации, ключевым словам с возможной фильтрацией по тематике, предмету, типу материала, уровню образования и аудитории.

- **Избранное.** В разделе представлены подборки наиболее содержательных и полезных, по мнению редакции, интернет-ресурсов для общего и профессионального образования.

- **Библиотеки вузов.** Раздел содержит подборки сайтов вузовских библиотек, электронных каталогов библиотек вузов и полнотекстовых электронных библиотек вузов.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. **Личный кабинет** ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

### 2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ.

([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

### 3. Электронная картотека «Книгообеспеченность».

([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.

4. **Научная библиотека ЯрГУ им. П.Г. Демидова** (доступ к лицензионным современным библиографическим, реферативным и полнотекстовым профессиональным базам данных и информационным справочным системам: реферативные базы данных Web of Science, Scopus; научная электронная библиотека eLIBRARY.RU; электронно-библиотечные системы IPRbooks, Юрайт, Проспект,; базы данных Polpred.com, «Диссертации РГБ (авторефераты)», ProQuest Dissertations and Theses Global; электронные коллекции Springer; издательство Elsevier на платформе ScienceDirect; журналы Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS), Nature Publishing Group, и др.) [http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net\\_res.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res.php)