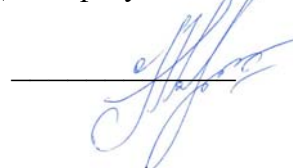


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Институт фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«19» мая 2023 г.

**Рабочая программа**  
**«Методы аналитических исследований»**

Направление подготовки  
06.04.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Экспериментальная биология и биотехнологии»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании института  
протокол № 7 от «17» апреля 2023 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 8 от «28» апреля 2023 года

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Методы аналитических исследований» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, способствует фундаментализации образования, отражает новейшие достижения по использованию современных методов анализа в биологических, химических и фармацевтических исследованиях. Целью преподавания дисциплины является углубленное изучение студентами основ физико-химических методов анализа, включает изучение теоретических основ методов и аспекты их практического применения.

## 2. Место дисциплины в структуре магистерской программы

Дисциплина «Методы аналитических исследований» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 (Б1.О.05).

Необходимыми для освоения этой дисциплины являются понятия, полученные при изучении природоохранных дисциплин предыдущего уровня образования. Знания и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, используются обучаемыми при освоении других профессиональных дисциплин и при выполнении выпускной работы магистра.

Рекомендуется для магистров, специализирующихся на изучении биологических процессов, с использованием физико-химических методов анализа.

Основной целью освоения дисциплины является получение знаний о процессах и механизмах, лежащих в основе инструментальных методов анализа, необходимых для успешного освоения методик в химическом практикуме, а также освоение современных методов анализа веществ для решения практических задач экологии.

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

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

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-1.</b> Способен организовывать отбор, обработку, анализ биологических проб, контролировать состояние экосистем с использованием современного оборудования и вычислительных комплексов при решении задач экспериментальной биологии и биотехнологии.	<b>ПК-1.1.</b> Осуществляет и руководит поиском научной информации, подготовкой аналитических научных обзоров, выбором технических средств и методов, обработкой и систематизацией данных производственных и лабораторных наблюдений и измерений при решении поставленных научно-исследовательских задач.	<b>Знать:</b> - особенности выбора и систематизации информации об основных параметрах технических и технологических решений в области биологических исследований. <b>Уметь:</b> - выбирать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к проведению исследований биологических систем. <b>Владеть:</b> - навыками использования технических средств и методов, обработкой и систематизацией данных производственных и лабораторных наблюдений и измерений при решении поставленных научно-исследовательских задач.

	<p><b>ПК-1.2.</b> Применяет современные методы организации отбора и аналитических исследований биологических проб с использованием биоинформационного анализа и вычислительных комплексов, методы экспериментальной микробиологии и экобиотехнологии для контроля состояния экосистем и их восстановления.</p>	<p><b>Знать:</b> - методы разделения, концентрирования веществ, теоретические основы химических и физико-химических методов анализа, используемых при исследованиях в области биологии и биоинженерии, обработки полученных результатов.</p> <p><b>Уметь:</b> - применять современные методы организации отбора и аналитических исследований биологических проб.</p> <p><b>Владеть:</b> - навыками биоинформационного анализа, методами экспериментальной микробиологии и экобиотехнологии для контроля состояния экосистем и их восстановления.</p>
<p><b>ПК-2.</b> Способен планировать и реализовывать профессиональные мероприятия, предлагать новые решения при организации научно-исследовательских и производственных биотехнологических работ.</p>	<p><b>ПК-2.1.</b> Применяет принципы биоинженерии и биоинформационного анализа при реализации профессиональных мероприятий.</p>	<p><b>Знать:</b> - методы научно-исследовательской деятельности, применяемые в молекулярной биологии и геномной инженерии.</p> <p><b>Уметь:</b> - определить спектр методов, необходимых и достаточных для выполнения биологического исследования на основе теоретического и практического знания.</p> <p><b>Владеть:</b> - методическим аппаратом для оценки релевантности физико-химических методов, использованных для получения пула первичных данных в анализируемых литературных источниках или базах данных.</p>
	<p><b>ПК-2.2.</b> Предлагает новые решения при организации научно-исследовательских и производственных биотехнологических работ на основе знаний принципов и методов физиологии, биомедицины, фармакологии, аналитических исследований, контроля качества на фармацевтическом производстве.</p>	<p><b>Знать:</b> - современные методы получения первичных данных, представляющих собой результаты измерения физико-химических переменных при выполнении биологических исследований.</p> <p><b>Уметь:</b> - выбирать метод исследования при организации научно-исследовательских и производственных биотехнологических работ.</p> <p><b>Владеть:</b> - методическим аппаратом оценки данных, полученных при помощи физических методов анализа в биологическом эксперименте.</p>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 ч.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, вклю- чая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемо- сти Форма промежуточ- ной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Хроматографические методы анализа	2	5	10		1		31,2	Решение задач
2	Спектральные методы анализа	2	5	10		0,5		31,2	Решение задач
3	Электрохимические методы анализа	2	6	12		0,5		31,3	Решение задач
							0,3		Зачет
	Всего		16	32		2	0,3	93,7	

#### 4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки

##### Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
			Контактная работа						
1	Хроматографические методы анализа	2		10					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Спектральные методы анализа	2		10					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Электрохимические методы анализа	2		12					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	Всего			32					

##### Содержание разделов дисциплины

#### 1. Хроматографические методы анализа

- 1.1. История становления и основные теоретические положения хроматографии.
- 1.2. Принципы классификации хроматографических методов.
- 1.3. Достоинства хроматографических методов анализа.
- 1.4. Газовая хроматография.
- 1.5. Основные понятия и термины в газовой хроматографии: время удерживания, исправленное время удерживания, удерживаемый объем, фактор удерживания, фактор разделения, теоретическая тарелка. Суммарное влияние хроматографической колонки.
- 1.4. Методы количественного и качественного хроматографического анализа: время удерживания, способы количественного обсчета хроматограмм (метод внутренней нормализации, калибровка, метод внутреннего стандарта).
- 1.5. Применение хроматографических методов для исследования химических реакций, объектов окружающей среды, качества фармацевтических препаратов.
- 1.6 Практическая работа по подгруппам по проведению качественного и количественного анализа бинарной смеси неизвестного состава с помощью хромато-масс-спектрометрии.

#### 2. Спектральные методы анализа

- 2.1. Общая характеристика спектроскопических методов и их классификация. Закон Киргофа.
- 2.2. Излучение и его взаимодействие с веществом. Характеристики спектральных линий. Области ЭМС.
- 2.3. Спектрофотометрия как классический оптический метод. Теоретические основы.
- 2.4. Подходы к качественному и количественному анализу в спектрофотометрии (полуколичественный метод, метод добавок, метод градуированного графика).

- 2.5. Атомный анализ. Постулаты Бора. Методы атомного анализа.
- 2.6. Атомно-эмиссионная спектроскопия, как представитель группы атомных методов анализа. Энергетические состояния атомов, валентные переходы, атомная эмиссия.
- 2.7. Качественный и количественный анализ в атомно-эмиссионной спектроскопии.
- 2.8. Инфракрасная спектроскопия: теоретические основы. Интерпретация ИК-спектров: идентификация органических соединений, анализ многокомпонентных смесей, исследование химических реакций.

### **3. Электрохимические методы анализа**

- 3.1. Определение электрохимических методов анализа.
- 3.2. Методические аспекты электрохимических измерений: электродные ячейки, приборы электрохимического эксперимента, типы электрохимических измерений.
- 3.3. Кулонометрические методы анализа. Теоретические основы, классификация (прямая и косвенная кулонометрия).
- 3.4. Реализация количественного и качественного анализа при различных типах кулонометрии.
- 3.5. Вольтамперометрия. Характеристики вольтамперограммы.
- 3.6. Полярография.
- 3.7. Применение электрохимических методов для исследования химических реакций, объектов окружающей среды, качества фармацевтических препаратов.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные 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 ориентирует студента в системе ее изучения. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса «Методы аналитических исследований», его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, излагаются перспективные направления исследований, основные понятия аналитической химии, аналитические признаки веществ и реакции. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

На вводной лекции рассказывается о порядке проведения практических занятий, студентам объясняют основные требования, необходимые для получения зачета по дисциплине.

**Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Для повышения информативности и улучшения качества лекций используется мультимедийный проектор.

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

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются: для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

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

**7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются: Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

**а) основная литература**

1. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: учебник для вузов. Кн.2: Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. М.: Высшая школа, 2008. 559 с.
2. Отто М. Современные методы аналитической химии. М.: Техносфера, 2008. 543 с.

**б) дополнительная литература**

1. Казин В.Н. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. Ярославль: ЯрГУ, 2016. 55 с.

**в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac.bc.cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac.bc.cat_find.php)).
2. Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам» (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке: <http://window.edu.ru/library>).
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online».

**9. 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 лабораторных работ;
- 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.

Для проведения лабораторных работ используются: центрифуга лабораторная СМ-6, весы лабораторные, расходные и раздаточные материалы и др.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Доцент кафедры общей  
и физической химии, к.х.н.



М.Б. Кужин



**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Методы аналитических исследований»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Задания по теме №1 «Хроматографические методы анализа»**

Раздел 1.1. Дайте определение хроматографии. Какие особенности хроматографии позволяют достичь лучшего разделения веществ с близкими свойствами по сравнению с другими методами разделения на примере бинарной смеси метанол : этанол?

Раздел 1.2. Перечислите способы получения хроматограмм. Дайте характеристики элюентов в каждом из предложенных способов. Предложите наиболее подходящий элюент для разделения смеси из предыдущего задания.

Раздел 1.3. Выберите из предложенного списка преимущества, которые относятся к газовой хроматографии, как аналитическому методу. Аргументируйте свою позицию.

Раздел 1.4. В гомологическом ряду n-алканов логарифм удерживаемого объёма зависит от количества атомов углерода (C) по следующему уравнению:  $\ln V_R = 1,51 \cdot C + 0,94$ . Скорость газа-носителя 1 мл/мин, время удерживания несорбирующегося компонента 2,3 мин. Оцените фактор удерживания гексана и гептана.

Раздел 1.5. Определить массовую долю (%) метана и этана в газовой смеси, если площади хроматографических пиков и поправочные коэффициенты этих компонентов равны, соответственно: 80 мм<sup>2</sup> и 1.23, 40 мм<sup>2</sup> и 1.15.

Раздел 1.6. Провести качественный и количественный анализ предложенной бинарной смеси гексан:ацетонитрил (75:25, 65:35, 55:45 %об.).

**Задания по теме №2 «Спектральные методы анализа»**

Раздел 2.1. Перечислите основные процессы, лежащие в основе используемых в химическом анализе спектральных методов.

Раздел 2.2. Дайте определение электромагнитной волны. Перечислите наиболее важные параметры электромагнитного излучения.

Раздел 2.3. Светопропускание раствора составляет 73%, определите оптическую плотность этого раствора.

Раздел 2.4. Пропускание раствора 2,5 мг Al в 100 мл, измеренное при длине волны 480 нм, в кювете толщиной 1 см составило 56%. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения этого раствора.

Рассчитывать минимально определяемую массу железа (III) по реакции с сульфосалициловой кислотой в аммиачной среде, если толщина кюветы составляет 3 см, объем раствора 10 мл, молярный коэффициент поглощения 4000 л/моль\*см, а минимальная оптическая плотность, измеряемая прибором составляет 0,02.

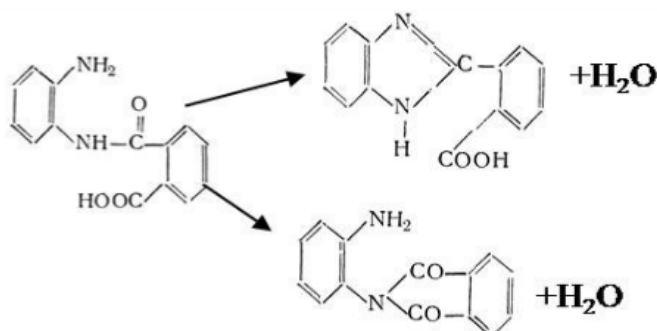
Раздел 2.5. Назовите теоретические основы атомных методов анализа.

Раздел 2.6. Для определения длины волны неизвестной спектральной линии были выбраны две длины волны из спектра железа с длинами волн соответственно 3737,1 и 3745,6 А. Отсчеты по измерительной шкале микроскопа по для этих линий составили 5,18 и 6,24 мм. Определить длину волны линии, если отсчёт по шкале прибора равен 5,62 мм.

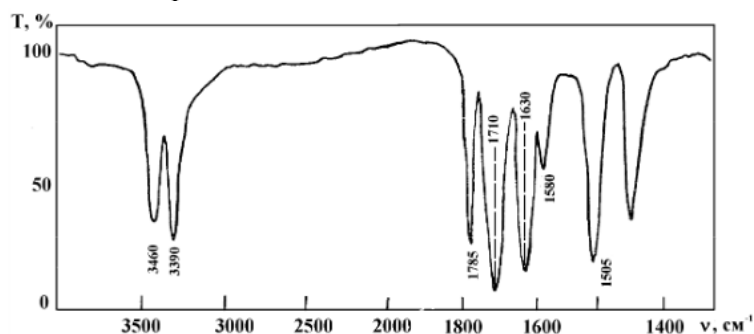
Раздел 2.7. При определении содержания марганца в стали методом 3-стандартов были измерены почернения линий гомологической пары  $\lambda_{Fe} = 2936,90 \text{ А}$  и  $\lambda_{Mn} = 2933,06 \text{ А}$ , определить массовую долю марганца в стали, если:

$\omega_{Mn} \%$	0,33	0,89	3,03	$\omega_x$
$S_{Fe}$	1,33	1,24	1,14	1,08
$S_{Mn}$	0,95	1,06	1,20	0,96

Раздел 2.8. При реакции циклизации амида возможно образование двух продуктов.



Ниже приведен ИК-спектр образовавшегося продукта реакции. Определите, какой продукт образовался в результате химической реакции.



### Задания по теме №3. «Электрохимические методы анализа»

Раздел 3.1. При каких условиях уравнение

$$i = i_0 \left\{ \frac{C_{Ox}^S}{C_{Ox}^0} \exp \left[ -\frac{\alpha z F}{RT} (E - E_{r'}) \right] - \frac{C_{Red}^S}{C_{Red}^0} \exp \left[ \frac{\beta z F}{RT} (E - E_{r'}) \right] \right\}$$

преобразуется в уравнение Тафеля. Изобразите графически в полулогарифмических координатах Тафелевские участки на катодной и анодной ветвях поляризационных кривых. Чему равны константы а и b в уравнении Тафеля, как по их значениям определить ток обмена и коэффициент переноса?

Раздел 3.2. При  $\eta \gg (RT/zF)$  скорость катодной реакции экспоненциально связана с перенапряжением:  $i = K \exp[-\alpha z F \eta / (RT)]$ . Будет ли зависимость  $i - \exp(\eta)$  линейной в случаях диффузионного и электрохимического контроля (поясните с учетом физического смысла величины K)?

Раздел 3.3. При определении содержания  $Fe_2O_3$  в пробе, количество электричества, затраченного на восстановление Fe (II) в Fe (III), измеряли с помощью водородно-кислородного кулометра. За время электролиза выделилось  $40,5 \text{ см}^3$  газа (н.у.). Какова массовая доля  $Fe_2O_3$ , если масса навески составила  $1,5 \text{ г}$ ?

Раздел 3.4. Навеску сплава растворили, через полученный раствор в течении 22 мин. пропустили ток силой  $1,8 \text{ А}$  в результате чего на катоде выделилась медь. Какова массовая доля меди в сплаве, если выход по току составляет 80%?

Раздел 3.5. Для определения массовой концентрации ионов ртути в сточной воде сульфатного производства целлюлозы использовался метод стандартных добавок, основанный на результатах инверсионной вольтамперометрии. Для анализа было отобрано  $20 \text{ см}^3$  раствора, полученного разбавлением остатка «влажных солей» образовавшегося при упаривании  $50 \text{ см}^3$  сточной воды. Рассчитайте концентрацию ионов ртути ( $\text{мг/дм}^3$ ) в сточной воде, если на вольтамперограмме высота аналитического пика (при  $E = 0,7 \text{ В}$ ) для холостой пробы составила  $10 \text{ мм}$ , а для анализируемой пробы –  $300 \text{ мм}$ . После добавления к исследуемой пробе  $5 \text{ см}^3$  стандартного раствора ртути концентраций  $1,0 \text{ мг/дм}^3$  высота аналитического пика при тех же параметрах измерения возросла до  $700 \text{ мм}$ .

Раздел 3.6. Для полярографического определения элементарной серы в сульфатном варочном растворе пробу объемом 1 см<sup>3</sup> разбавили полярографическим фоном (уксусно-кислый спиртовой раствор ацетата натрия). Раствор перелили в ячейку полярографа, продули азотом и сняли полярограмму при значениях потенциала катодной поляризации ртутного электрода (от 0,3 до 1,7 В). Высота катодной волны (при  $E_{1/2} = -0,78$  В) составила 8,8 мкА. Рассчитайте концентрацию элементарной серы в варочном растворе (в единицах S, г/дм<sup>3</sup>), если по результатам градуировки, выполненной в аналогичных условиях, зависимость концентрации серы (C(S), в единицах Na<sub>2</sub>O, г/дм<sup>3</sup>) от высоты катодной волны (I мкА) выражается следующим уравнением:  $C(S) = k \cdot I$ , где  $k = 0,47$  г/дм<sup>3</sup>/мкА.

Раздел 3.7. Для определения общей щелочности биологически очищенных сточных вод сульфатного производства пробу воды объемом 50 см<sup>3</sup> поместили в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> и разбавили до метки дистиллированной водой. В ячейку для потенциометрического титрования внесли 25 см<sup>3</sup> анализируемого раствора, дистиллированную воду, погрузили комбинированный стеклянный электрод, соединенный с рН – метром, и оттитровали пробу 0,05 мольЭ/дм<sup>3</sup> ( $k = 0,9986$ ) раствором H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> до постоянного значения рН, равного ~ 0,5. Рассчитайте щелочность воды (ммольЭ/дм<sup>3</sup>) и определите ее качественный состав, если на кривой потенциометрического титрования в координатах  $\Delta pH / \Delta V$  от V наблюдался один максимум (рН = 4,0) при объеме титранта 1,20 см<sup>3</sup>. Исходное значение рН для анализируемой пробы равно 7,8.

### **Правила выставления оценки по результатам решения практических задач**

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

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

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

- *Неудовлетворительно* выставляется за неверно решенную задачу или обучающийся отказался от решения задачи без предварительного объяснения уважительных причин.

## **2. Примерный список вопросов и (или) заданий для проведения аттестации**

### **Список вопросов к зачету**

(зачет выставляется по результатам собеседования со студентом)

- 1) Определение хроматографии. Особенности метода. Способы получения хроматограмм. Связь хроматографических параметров удерживания с коэффициентом распределения. Идентификация и количественный анализ хроматографическими методами.
- 2) Идентификация веществ в хроматографии. Индексы удерживания. Требования к анализируемым веществам в газовой и жидкостной хроматографии.
- 3) Размывание хроматографических пиков. Линейная равновесная хроматография. Основные положения концепции теоретических тарелок. Недостатки теории теоретических тарелок. Влияние формы изотермы сорбции на размывание хроматографической полосы.
- 4) Газовая хроматография. Варианты метода. Аппаратурное оформление метода. Колонки. Детекторы. Программирование температуры.
- 5) Неподвижные фазы в газовой хроматографии. Их классификация. Модифицированные сорбенты. Высокоэффективная капиллярная хроматография.

- 6) Нормально-фазовая высокоэффективная жидкостная хроматография. Основные представления о механизме удерживания. Сорбенты.
- 7) Обратенно-фазовая высокоэффективная жидкостная хроматография. Основные представления о механизме удерживания. Сорбенты. Подвижные фазы. Аппаратурное оформление. Области применения.
- 8) Разделение органических соединений методами капиллярной газовой и высокоэффективной жидкостной хроматографии.
- 9) Хромато-масс-спектроскопия. Аппаратурное оформление метода. Возможности метода. Основные процессы, лежащие в основе спектральных методов. Упругое и неупругое взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Классификация спектральных методов анализа в соответствии с областью используемого электромагнитного излучения.
- 10) Электромагнитные волны. Соотношение между энергией световой волны и ее частотой, длиной волны, волновым числом. Мощность и интенсивность излучения. Единицы измерения. Соотношение Бора для спектральных термов. Соотношение величин энергий электронных, колебательных и вращательных переходов.
- 11) Основные компоненты спектральных аналитических приборов. Материалы, используемые для изготовления оптических элементов спектральных приборов в УФ, видимой и ИК-областях спектра. Основные источники излучения для УФ, видимой и ИК-областей спектра. Разрешающая способность спектральных приборов. Характеристикой качества детектируемого сигнала при измерении спектра.
- 12) Спектр электромагнитных колебаний. Длина волны, частота, волновое число, энергия электромагнитного излучения. Закон Бугера-Ламберта-Беера. Светопропускание, абсорбция, молярный коэффициент ослабления. Отклонения от закона Беера.
- 13) 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.
- 14) Рекомендации по расшифровке инфракрасных спектров (корреляционные диаграммы, таблицы характеристических частот, характеристические и нехарактеристические колебания, интенсивность полос). Количественный анализ по ИК-спектрам. Подготовка образцов в ИК-спектрокопии. Особенности солевой оптики.
- 15) Люминесцентный анализ. Определение люминесценции. Классификация люминесцентных методов по способу (источнику) возбуждения. Диаграммы Яблонского. Флуоресценция, фосфоресценция, внутренняя конверсия, интеркомбинационная конверсия, колебательная релаксация, синглетное и триплетное состояния.
- 16) Принцип Франка-Кондона. Правило Стокса-Ломмеля. Зависимость от длины волны возбуждающего света. Тушение люминесценции. Назовите виды тушения. Правило Левшина. Уравнение связи в люминесцентном анализе. Примеры использования люминесцентного анализа.
- 17) Особенности электрохимических процессов. Факторы, влияющие на скорость электродных реакций. Классификация методов электрохимического исследования. Техника электрохимического эксперимента: электрохимические ячейки, электроды, электролиты.
- 18) Метод вращающегося дискового электрода. Конструкция, теоретические закономерности. Применение метода вращающегося дискового электрода в электро-химических исследованиях.
- 19) Циклическая вольтамперограмма. Уравнение Рэндлса-Шевчика. Характеристические параметры циклической вольтамперограммы и их определение. Критерии обратимости электродного процесса. Инверсионная вольтамперометрия на твердом индикаторном электроде.
- 20) Классическая полярография. Уравнения Ильковича. Различие между полярограммами обратимых и необратимых процессов. Обратимое восстановление комплексов.
- 21) Различие между прямыми и титриметрическими методами анализа. Потенциометрическое титрование. Индикаторные электроды. Кондуктометрическое титрование. Кулономет-

рическое титрование. Амперометрическое титрование.

### **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.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Методы аналитических исследований»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Методы аналитических исследований» являются лекции с применением презентаций. Это связано с тем, что изучаемый курс содержит большое количество уравнений, формул и схем. Лекционный курс предоставляется студенту в электронном виде. Вместе с тем необходимо учитывать, что в ходе лекции многие примеры разбираются и иллюстрируются преподавателем на доске. Без конспектирования данных записей невозможно освоить курс в полном объеме.

Полученные на лекциях теоретические знания закрепляются и применяются на практических занятиях, посвященных применению физико-химических методов к исследованию химических процессов, объектов окружающей среды и составу фармацевтических препаратов. Защита отчетов по практическим работам является одним из неотъемлемых этапов изучения курса. Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагается отдельно разработанные задания по пройденной теме.

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 зачет. Зачет выставляется по итогам собеседования.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Методы аналитических исследований» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом практического 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:

Ярышев Н.Г., Медведев Ю.Н., Токарев М.И., Бурихина А.В., Камкин Н.Н. Физические методы исследования и их практическое применение в химическом анализе. М.: Прометей, 2015. 196 с.

Кузнечиков О.А. Физико-химические методы контроля качества: учебное пособие. Волгоград: Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. 96 с.

Звеков А.А., Невоструев В.А., Каленский А.В. Спектральные методы исследования в химии: учебное пособие. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2015. 124 с.

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

В конце семестра изучения дисциплины студенты получают зачет. Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Методы аналитических исследований» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом практического курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым.