

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

Институт фундаментальной и прикладной химии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев
«21» мая 2024 г.

Рабочая программа
«Методы аналитических исследований»

Направление подготовки
05.04.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)
«Экологический мониторинг»

Форма обучения
очная

Программа одобрена
на заседании института
протокол № 9 от «18» апреля 2024 года

Программа одобрена
НМК факультета биологии и экологии
протокол № 6 от «29» апреля 2024 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 образовательной программы.

Дисциплина «Методы аналитических исследований» относится к обязательным дисциплинам (Б1.О.08).

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 особенностей сложных природных систем, а также планирующих осуществлять профессиональную деятельность связанную с учетом экологической безопасности антропогенных объектов.

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 образовательной программы.

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
Профессиональные компетенции		
ОПК-3 Способен применять экологические методы исследований для решения научно-исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.	ОПК-3.1 Уверенно применяет комплекс современных полевых, лабораторных, картографических, статистических методов исследований для сбора, обработки и анализа экологической информации и данных.	Знать методы разделения, концентрирования веществ, теоретические основы химических и физико-химических методов анализа, используемых при экологических исследованиях, обработки полученных результатов. Уметь: - выбирать метод анализа для решения конкретной экологической задачи; - проводить статистическую обработку полученных результатов и находить их взаимосвязь с локальными экологическими проблемами. Владеть: - системным подходом к методам и методикам проведения количественного химического анализа объектов окружа-

		<p>ющей среды;</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками оценки результатов химического анализа природных объектов.
<p>ОПК-5 Способен решать задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий.</p>	<p>ОПК 5.1 Использует стандартные и оригинальные программные продукты для сбора, хранения, обработки, анализа и передачи экологической информации, при необходимости адаптируя их для решения конкретных задач экологической направленности.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - цели и задачи проводимых исследований и испытаний объектов окружающей среды; методы проведения экспериментальных исследований, основанные на закономерностях физики, химии, физической химии; - основные системы для сбора, хранения, обработки, анализа и передачи экологической информации. <p>Уметь планировать и проводить исследования технологических процессов в природных объектах с использованием экспериментальных методов.</p> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проведения экспериментальных исследований и испытаний технологических процессов; - обработки и анализа полученных экспериментальных данных; - составления отчетов по теме или по результатам проведенных экспериментов.
<p>ОПК-6 Способен проектировать, представлять, защищать и распространять результаты своей профессиональной, в том числе научно-исследовательской деятельности.</p>	<p>ОПК-6.1 Представляет результаты своей работы в устной и письменной форме на русском и/или английском языке.</p>	<p>Знать правила оформления результатов проведенных экологических исследований.</p> <p>Уметь подготавливать соответствующие отчеты устной и письменной форме.</p> <p>Владеть навыками формирования документированных записей по результатам проделанной работы.</p>
	<p>ОПК-6.2 Представляет результаты работы в виде научной публикации (тезисы доклада, статья, обзор) на русском и/или английском языке.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - нормы устной и письменной речи для решения задач профессиональной деятельности в области экологического анализа и учета; - основы выстраивания логически правильных рассуждений; - правила подготовки и произнесения публичных речей, принципы ведения научных дискуссий. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составить текст выступления и произнести его; - аргументированно и доказательно вести дискуссии; - редактировать научные публикации

		<p>(тезисы доклада, статьи, обзоры); - составлять аннотации и рефераты. Владеть: - грамотной письменной и устной речью; - приемами эффективной речевой коммуникации; - навыками использования и составления научных публикация в экологического мониторинга.</p>
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Хроматографические методы анализа.	2	5	10		1		18	Решение задач
2	Спектральные методы анализа.	2	5	10		1		18	Решение задач
3	Электрохимические методы анализа.	2	6	12		1		18	Решение задач
							0,3	2,7	Зачет
	Всего		16	32		3	0,3	56,7	

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 ли-

ний. 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:

и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Неорганическая химия» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены тексты лекций по отдельным темам дисциплины;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

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

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- 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

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

а) основная литература:

1. Казин В.Н., Тихонов И.В., Плисс Е.М., Гробов А.М., Сирик А.В. Физико-химические методы анализа. Учебное пособие для вузов. Научная школа: Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова / Под ред. Плисса Е.М. М.: Юрайт, 2021 г. - 201 с.

2. 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>

3. Васильев В.П. Аналитическая химия. - к.н.2. Физико-химические методы анализа. М.: Министерство образования РФ. 2007. - 383 с. http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=359128&cat_cd=YARSU

б) дополнительная литература:

Казин В.Н., Урванцева Г.А. Физико-химические методы исследования в экологии и биологии. Учебное пособие. 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/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 практических 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.

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.

должность, ученая степень



подпись

М.Б. Кужин

И.О. Фамилия

**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 объема 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 мм² и 1.23, 40 мм² 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.

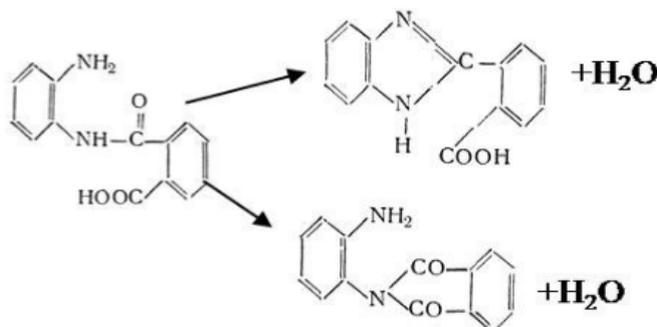
Раздел 2.6. Для определения длины волны неизвестной спектральной линии были выбраны две длины волны из спектра железа с длинами волн соответственно 3737,1 и 3745,6 А. Отсчеты по измерительной шкале микроскопа по для этих линий составили 5,18 и 6,24 мм. Определить длину волны линии, если отсчет по шкале 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 $\lambda_{Mn} = 2933,06 \text{ А}$,

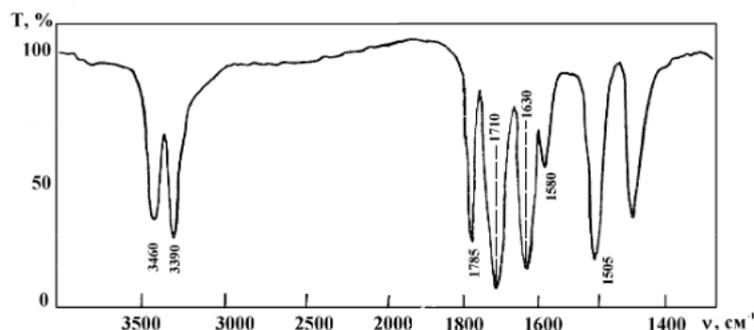
определить массовую долю марганца в стали, если:

$\omega_{Mn} \%$	0,33	0,89	3,03	ω_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

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

преобразуется в уравнение Тафеля. Изобразите графически в полулогарифмических координатах Тафелевские участки на катодной и анодной ветвях поляризационных кривых. Чему равны константы a 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 $i \cdot \exp(\eta)$ 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. пропускали 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 см³ раствора, полученного разбавлением остатка «влажных солей» образовавшегося при упаривании 50 см³ сточной воды. Рассчитайте концентрацию ионов ртути (мг/дм³) в сточной воде, если на вольтамперограмме высота аналитического пика (при E = 0,7 В) для холостой пробы составила 10 мм, а для анализируемой пробы – 300 мм. После добавления к исследуемой пробе 5 см³ стандартного раствора ртути концентраций 1,0 мг/дм³ высота аналитического пика при тех же параметрах измерения возросла до 700 мм.

Раздел 3.6. Для полярографического определения элементарной серы в сульфатном варочном растворе пробу объемом 1 см³ 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/дм³), если по результатам градуировки, выполненной в аналогичных условиях, зависимость концентрации серы (C(S), в единицах Na₂O, г/дм³) от высоты катодной волны (I мкА) выражается следующим уравнением: C(S) = k · I, где k = 0,47 г/дм³/мкА.

Раздел 3.7. Для определения общей щелочности биологически очищенных сточных вод сульфатного производства пробу воды объемом 50 см³ поместили в мерную колбу вместимостью 100 см³ и разбавили до метки дистиллированной водой. В ячейку для потенциометрического титрования внесли 25 см³ анализируемого раствора, дистиллированную воду, погрузили комбинированный стеклянный электрод, соединенный с рН-метром, и оттитровали пробу 0,05 мольЭ/дм³ (k = 0,9986) раствором H₂SO₄ до постоянного значения рН, равного ~ 0,5. Рассчитайте щелочность воды (ммольЭ/дм³) и определите ее качественный состав, если на кривой потенциометрического титрования в координатах ΔрН /ΔV от V наблюдался один максимум (рН = 4,0) при объеме титранта 1,20 см³. 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. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной 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 по-

лосы.

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) Обращенно-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-спектрометрия. 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-Бееера. Светопропускание, абсорбция, молярный коэффициент ослабления. Отклонения от закона Бееера.

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-спектрометрии. 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 индикторном 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. Кулонометрическое 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.

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.

В качестве учебно-методического обеспечения рекомендуется использовать литературу, указанную в разделе № 7 данной рабочей программы.

Также рекомендуется использовать ряд интернет-ресурсов:

1. Учебные материалы по физической химии электронной библиотеки химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/analyt/welcome.html>. Данный сайт содержит учебные пособия и методические указания, из которых наиболее полезными в рамках данного курса являются:

Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/analyt/chrom/welcome.html>.

2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» 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.). Наиболее полезными в рамках данного курса являются:

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. (электронная версия на biblioclub.ru)

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.