

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы аналитической химии

Кафедра аналитической и фармацевтической химии
химического факультета

Образовательная программа
06.03.02. почвоведение

Профиль подготовки
Земельный кадастр и сертификация почв

Уровень высшего образования
бакалавриат

Форма обучения
очная

Статус дисциплины: вариативная по выбору

Махачкала 2018

Рабочая программа дисциплины «Дополнительные главы аналитической химии» составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.02 –почвоведение (уровень - бакалавриат)

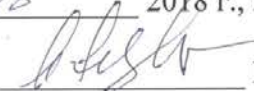
от «12» марта 2015 г. № 213.

Разработчики: кафедра аналитической и фармацевтической химии,
Гусейханова Ф.М., к.б.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры аналитической и фармацевтической химии
от « 29 » мая 2018 г., протокол №10

Зав. кафедрой  Рамазанов А.Ш.

на заседании Методической комиссии биологического факультета
от « 27 » 08 2018 г., протокол № 1.

Председатель  Гаджиева И.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением

« 28 » 08 2018 г. 



Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Дополнительные главы аналитической химии» входит в вариативную по выбору часть образовательной программы бакалавриата по направлению 06.03.02. почвоведение.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой аналитической и фармацевтической химии.

Содержание дисциплины - охватывает круг вопросов, связанных с изучением методов, средств и общей методологии получения информации о составе и природе веществ, широко востребованной в современной жизни. Диапазон объектов анализа огромен: объекты окружающей среды, пищевая продукция, медицинские и биологические объекты, фармацевтика и т.д.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных - ОПК-1, профессиональных - ПК-2, ПК-3.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных вопросов и заданий; коллоквиумов, тестовых заданий и промежуточных контролей, зачета.

Объем дисциплины 2 зачетных единиц, в том числе 72 академических часа по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числ е экза мен	Форма промежуточн ой аттестации (зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лек ции		Лаборат орные занятия	Практи ческие заняти я	КСР	консул ьтации			
IV	72	12	24	-	-	-	36	Зачет

1. Цели освоения дисциплины

Дополнительные главы аналитической химии – фундаментальная наука, занимающая видное место в ряду других химических дисциплин, позволяющая специалистам познавать состав и строение вещества, его компоненты, их изменения при протекании тех или иных процессов.

Главная задача дисциплины – обучение студентов основам физико-химических методов количественного анализа, основных физико-химических методов обнаружения, разделения, концентрирования; практическое освоение техники и методики химического анализа; приобретение навыков выполнения основных операций химического анализа; умение выполнять расчеты, обрабатывать результаты и оформлять их.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Дополнительные главы аналитической химии» входит в вариативную по выбору часть образовательной программы бакалавриата по направлению 06.03.02. – почвоведение.

Дисциплина «Дополнительные главы аналитической химии» относится к циклу дисциплин направления и обеспечивает содержательную взаимосвязь естественнонаучных дисциплин с профессиональными дисциплинами профиля подготовки «Земельный кадастр и сертификация почв».

Изучение теории и практики начинается после прохождения студентами материала курса «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия». Обработка результатов анализа основана на материале курсов «Физика» и «Математика».

Перечень дисциплин и разделов, усвоение которых необходимо для изучения дополнительных глав аналитической химии:

Высшая математика - для выбора оптимальных методов оценки качества лекарственных средств, необходимо знать применение математических методов в прикладных науках (медико-биологических), знать математические методы планирования, проведения эксперимента, статистическую оценку результатов эксперимента.

Физика - для целенаправленного применения физических и физико-химических методов анализа лекарственных средств, необходимы знания понятий о физических и физико-химических характеристиках веществ, принципов физических методов анализа, устройство приборов определения физических констант.

Общая и неорганическая химия, органическая химия - для ориентации в свойствах лекарственных веществ, выбора метода анализа, прогнозирования, стабильности, условий хранения лекарственных препаратов, необходимы знания: законов общей химии, химической структуры, классификации химических веществ и их реакционной способности.

Физическая и коллоидная химия, аналитическая химия - для выбора методов анализа лекарственных средств, необходимы знания основ физических,

физико-химических и химических методов анализа и практические навыки их применения.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Овладение методами обработки анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв.	Знает: методы обработки анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв.
		Умеет: владеть методами обработки анализа и синтеза полевой и лабораторной информации
		Владеет: методами обработки анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области почвоведения, мелиорации, охраны и рационального использования почв.
ПК-2	Способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии,	Знает: современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв.
		Умеет: эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований

1	Лекция: Оптические методы анализа.	4	1	2					Устный и письменный опрос
2	Лаб. занятие: Спектроскопические методы анализа. Устройство и принцип работы оптических приборов: ФЭК, КФК-2, КФК-3, СПЕКОРД.	4	1			2		3	Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания
3	Лаб. занятие: Визуально-колориметрическое определение меди в виде аммиаката.	4	2			2		3	Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания
4	Лекция: Спектроскопические методы анализа. Молекулярная абсорбционная спектроскопия	4	3	2					Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания
5	Лаб. занятие: Установление области длин волн оптимального поглощения аммиаката меди.	4	3			2		4	Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания
6	Лаб. занятие: Пламенно-фотометрическое определение натрия в воде методом ограничивающих растворов и методом сравнения.	4	4			2		4	Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания
7	Лекция: Атомно-абсорбционный анализ.	4	5	2					Устный и письменный опрос, выполнение

								контрольно го задания
8	Лаб. занятие: Определение тяжелых металлов в воде.	4	6, 7			4	4	Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания
	Итого за 1 модуль: 36	4		6		12	18	Коллоквиум
Модуль 2. Хроматографические и электрохимические методы анализа								
9	Лекция: Потенциометрические методы. Ионметрия. Кондуктометрия и потенциометрия	4	7	2				Устный и письменный опрос
10	Лаб. занятие: Потенциометрическое титрование. Определение железа(2) в присутствии железа (3).	4	8			2	3	Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания
11	Лаб. занятие: Определение рН в растворах.	4	9			2	3	Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания
12	Лекция: Вольтамперометрия и кулонометрия	4	10	2				Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания
13	Лаб. занятие: Экстракционные и хроматографические методы разделения и концентрирования. Разделение и обнаружение	4	10			2	4	Устный и письменный опрос, выполнение контрольно

	железа и меди в пищевых продуктах, с помощью распределительной хроматографии на бумаге.								го задания
14	Лаб. работа: Хроматографическое определение анионов природных водах.	4	11			2		4	Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания
15	Лекция: Хроматографические методы анализа.	4	11	2					Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания
16	Лаб. работа: Определение хлорорганических пестицидов в дренажных водах	4	12 ,1 3			4		4	Устный и письменный опрос, выполнение контрольного задания
	Итого за 2 модуль: 36	4	13	6		12		18	Коллоквиум
	Итого за II семестр: 72	4	13	12		24		36	Зачет

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Спектроскопические методы анализа

Тема 1. Характеристики электромагнитного излучения. Классификация спектроскопических методов. Визуальная колориметрия.

Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Электромагнитный спектр. Классификация спектроскопических методов. Использование спектров для качественного и количественного анализа.

Тема 2. Молекулярная спектроскопия: спектрофотометрия (закон Бугера-Ламберта-Бера); причины отклонения от основного закона светопоглощения. Анализ многокомпонентных систем. Инфракрасная спектроскопия и спектроскопия комбинационного рассеяния, их применение. Радиоспектроскопические методы: ЯМР и ЭПР. Спектральные приборы.

Дифференциальная фотометрия и фотометрическое титрование. Нефелометрия и турбидиметрия, их практическое применение. Метрологические характеристики методов молекулярной спектроскопии. Теоретические основы люминисцентного метода.

Виды люминесценции и их характеристика. Классификация методов: прямые и косвенные. Закон Стокса-Ломеля. Правило зеркальной симметрии Левшина. Тушение люминесценции, виды тушения. Концентрационное тушение люминесценции и его учет при количественных определениях. Люминесцентное титрование. Чувствительность люминесцентных методов и факторы, ее определяющие. Сущность кинетического метода. Способы расчета концентрации.

Индикаторные реакции, требования к ним. Каталитический и некаталитический вариант кинетического метода. Способы расчета концентрации в кинетических методах (методы тангенса, фиксированного времени, фиксированной концентрации). Метрологические характеристики кинетического метода.

Тема 3. Атомная спектроскопия.

Происхождение и природа атомных спектров. Пламенная и электротермическая атомная спектроскопия, их сравнительная характеристика. Основные спектральные приборы и их назначение. Способы расчета концентрации методом ААС и метрологические характеристики.

Природа эмиссионных спектров атомов. Источники возбуждения атомов и регистрирующая аппаратура. Уравнение Ломакина – Шайбе. Полуколичественный и количественный методы анализа.

Модуль 2. Хроматографические и электрохимические методы анализа

Тема 4. Высокоэффективная жидкостная хроматография в анализе.

Теория теоретических тарелок и кинетическая теория хроматографии. Селективность и разрешение. Обработка хроматограмм: анализ и методы расчета. Хроматографы и детекторы: общая схема хроматографа, сведения о детекторах. Газовая хроматография: газотвердофазная хроматография, газожидкостная хроматография.

Тема 5. Потенциометрия и ионометрия.

Аналитический сигнал в электрохимических методах. Прямые и косвенные электрохимические методы. Классификация электрохимических методов. Потенциометрия: мембранные электроды (стеклянный электрод), металлические электроды, прямая потенциометрия, потенциометрическое титрование.

Ионселективные электроды (Na^+ , K^+ , NO_3^- , F^- и т.д.) и применение в анализе.

Классификация электродов, электрохимическая ячейка.

Электроды I, II и III рода. Требования к индикаторным электродам. Электроды сравнения: хлоридсеребряный и каломельный электроды и требования к ним. Электрохимическая ячейка.

Тема 6 Классическая вольтамперометрия.

Полярография. Токи в полярографии: остаточный (емкостный и фарадеевский), диффузионный, миграционный, предельный. Потенциал полуволны, факторы влияющие на величину потенциала полуволны. Уравнения Ильковича, Ильковича – Гейровского. Зависимость силы предельного диффузионного тока от концентрации деполяризатора. Качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ. Современные виды вольтамперометрии

Импульсная дифференциальная, переменноточковая, осцеллополярография и инверсионная вольтамперометрия.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

№	Название разделов и тем	Цель и содержание лабораторной работы
IV семестр		
Модуль 1. Спектроскопические методы анализа		
1	Лабораторная работа № 1. Спектроскопические методы анализа.	Устройство и принцип работы оптических приборов: ФЭК, КФК-2, КФК-3, СПЕКОРД.
2	Лабораторная работа № 2. Визуально-колориметрическое определение меди в виде аммиаката.	Приобретение навыков проведения визуально-колориметрического определения веществ.
3	Лабораторная работа № 3. Установление области длин волн оптимального поглощения аммиаката меди.	Приобретение навыков работы на спектральных приборах.
4	Лабораторная работа № 4. Пламенно-фотометрическое определение натрия в воде методом ограничивающих растворов и методом сравнения.	Пламенная и электротермическая атомная спектроскопия, их сравнительная характеристика.
5	Лабораторная работа № 5. Определение тяжелых металлов в воде.	Приобретение навыков работы по определению тяжелых металлов.
Модуль 2. Хроматографические и электрохимические методы анализа		
6	Лабораторная работа № 6. Потенциометрическое титрование. Определение железа(2) в	Приобретение навыков проведения потенциометрического анализа

	присутствии железа (3).	
7	Лабораторная работа № 7. Определение pH в растворах.	Приобретение навыков по измерению pH колриметрическим и потенциометрическим методами
8	Лабораторная работа № 8. Экстракционные и хроматографические методы разделения и концентрирования. Разделение и обнаружение железа и меди в пищевых продуктах, с помощью распределительной хроматографии на бумаге.	Приобретение навыков проведения бумажно-распределительной хроматографии. Разделение и обнаружение железа и меди в пищевых продуктах, с помощью распределительной хроматографии на бумаге.
9	Лабораторная работа № 9. Хроматографическое определение анионов природных водах.	Приобретение навыков проведения ионнообменного хроматографического анализа.
10	Лабораторная работа № 10. Определение хлорорганических пестицидов в дренажных водах.	Приобретение навыков определения хлорорганических пестицидов в дренажных водах.

5. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих активных методов обучения:

- ✓ Выполнение лабораторных работ с элементами исследования.
- ✓ Отчетные занятия по разделам « Газовая хроматография», «Жидкостная хроматография» и «Плоскостная хроматография».
- ✓ Выполнение студентами индивидуальной исследовательской работы по анализу реального объекта с поиском и выбором метода и схемы определения на практических занятиях.
- ✓ Разбор конкретных ситуаций.
- ✓ Круглый стол.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов

Формы и виды самостоятельной работы студентов по дисциплине устанавливаются следующие:

- проработка дополнительных тем, не вошедших в лекционный материал, но обязательных согласно учебной программе дисциплины;
- проработка пройденных лекционных материалов по конспекту лекций, учебникам и пособиям на основании вопросов, подготовленных преподавателем;

- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к промежуточному и рубежному контролю.

В ходе освоения дисциплины предусматривается применение следующих методов обучения:

- выполнение лабораторной работы с элементами исследования; отчетные занятия по разделам.
- контрольные работы;
- коллоквиум;
- выполнение индивидуальных занятий по анализу ХВ с поиском и выбором метода и схемы определения.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Модуль 1. Спектроскопические методы анализа	
Тема 1. Спектроскопические методы анализа (молекулярная спектроскопия).	Проработка материала по учебной и научной литературе. Составление схем основных узлов спектрофотометров. Подготовка к контрольной работе и тестовым заданиям по теме. Решение задач на расчет коэффициента молярного поглощения, толщины светопоглощающего слоя, оптической плотности.
Тема 2. Люминесцентный и кинетический методы анализа	Проработка материала по учебной и научной литературе. Подготовка к контрольным вопросам и тестам по теме.
Тема 3. Атомно-абсорбционный и атомно-эмиссионный спектральный анализ.	Работа над литературным и методическим материалом по теме. Решение задач на расчет длины волны резонансного излучения (поглощения), энергии возбуждения. Подготовка к контрольным вопросам и тестам по теме.
Модуль 2. Хроматографические и электрохимические методы анализа	
Тема 4. Хроматографические методы количественного анализа. Теоретические основы высокоэффективной жидкостной хроматографии.	Усвоить теоретические основы методов жидкостной и газовой хроматографии. Ознакомиться с принципиальной схемой хроматографа Цвет-3006. Решить задачи на расчет Ч.Т.Т., В.Э.Т.Т., на эффективность и селективность разделения компонентов смеси

Тема 5. Электрохимические методы анализа. Потенциометрия (прямая и потенциометрическое титрование)	Проработка материала по учебной и научной литературе. Усвоить сущность потенциометрии, классификации ионселективных электродов. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Нарисовать в лабораторном журнале все типы электродов (стеклянные, мембранные, ферментные). Подготовка к контрольным вопросам и тестовым заданиям
Тема 6. Полярографический анализ. Электрогравиметрия, кулонометрия, вольтамперометрия. Сущность, области применения.	Усвоить теоретический материал по темам вольтамперометрия, амперометрическое титрование, кулонометрия по учебной и научной литературе. Подготовка к контрольным вопросам и тестовым заданиям по теме. Решение задач на законы Фарадея, уравнение Ильковича.

В помощь выполнения самостоятельной работы смотри разделы 4.3, 7.2 данного документа, а в разделе 8 и 9 приведена литература.

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1	Овладение методами обработки анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного	Знает: методы обработки анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
		Умеет: владеть методами	Письменные

	проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв	обработки анализа и синтеза полевой и лабораторной информации	й опрос, коллоквиум
		Владеет: методами обработки анализа и синтеза полевой и лабораторной информации в области почвоведения, мелиорации, охраны и рационального использования почв.	Круглый стол, деловая игра
ПК-2	Способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв	Знает: современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований в области почвоведения, мелиорации, физики, химии, географии, биологии, экологии, эрозии почв, агрохимии и агрофизики, почвенно-ландшафтного проектирования, радиологии почв, охраны и рационального использования почв.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование
		Умеет: эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований	Письменный опрос, коллоквиум
		Владеет: Способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных исследований в области почвоведения, мелиорации, охраны и рационального использования почв.	Круглый стол, деловая игра
ПК-3	Способность применять на практике приемы составления научно-технических отчетов,	Знает: приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок.	Устный опрос, письменный опрос, тестирование

	обзоров, аналитических карт и пояснительных записок		ие
		Умеет: применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок.	Письменный опрос, коллоквиум
		Владеет: Способностью применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок.	Круглый стол, деловая игра, мини-конференция

7.2. Типовые контрольные задания

Вопросы к текущему контролю

Модуль 1. Спектроскопические методы анализа

1. Спектр электромагнитного излучения. Основные его характеристики (длина волны, частота, интенсивность, волновое число, поток излучений).
2. Оптическая плотность (абсорбция), пропускательность. Их математические выражения
3. На чем основан метод молекулярной спектроскопии? С чем связано поглощение света?
4. В чем отличие фотокolorиметрии от спектрофотометрии?
5. На чем основан метод визуальной колориметрии? Каковы области его применения? Преимущества и недостатки метода.
6. В чем сущность закона Бугера-Ламберта? Его математическое и графическое выражение.
7. В чем сущность закона Бера?
8. Основной закон фотометрии, его математическое выражение.
9. Какова связь между концентрацией и толщиной поглощающего слоя?
10. Каков физический смысл молярного коэффициента поглощения? От чего зависит его величина?
11. На чем основан выбор кюветы?
12. Каковы основные причины отклонения от основного закона фотометрии?
13. Каковы основные методы количественного анализа?
14. От чего зависит выбор метода анализа?
15. В каких случаях используется дифференциальный метод анализа? Преимущества этого метода.
16. В чем сущность метода фотометрического титрования? Преимущества этого метода.
17. На чем основаны нефелометрические и турбидиметрические методы анализа? В чем их отличие?
18. В чем отличие коллоидных частиц от истинных?

19. Какие определения проводят с помощью нефелометрии и турбидиметрии?
20. Какие химические реакции используют в практике фотометрических методов наиболее часто?
21. Какие условия нужно соблюдать для повышения точности анализа при фотометрических определениях?
22. В каких единицах выражается концентрация определяемого вещества (в водах, почвах, воздухе, сплавах и т.д.)?
23. Каковы определяемые концентрации в фотометрии и могут ли они варьировать для одного и того же элемента?
24. Каковы предельные определяемые концентрации в фотометрии (нижний и верхний предел)?
25. Принципиальная схема фотоэлектроколориметра. Назначение основных узлов.
26. Знать все лабораторные методы, что и каким методом определяли.
27. Что такое люминесценция? Какие вещества обладают люминесцентным излучением? В чем отличие флуоресценции от фосфорисценции?
28. Количественный и качественный люминесцентный анализ.
29. Каковы преимущества и недостатки люминесцентного метода?
30. Каковы стадии механизма люминесценции?
31. Что за явление тушение люминесценции? Факторы, влияющие на тушение люминесценции.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по спектральным методам.

1. В чем сущность метода атомной абсорбции? Кто разработал метод?
2. Принципиальная схема атомного абсорбциометра.
3. Источники атомизации. Какие факторы влияют на степень атомизации?
4. Какие процессы протекают в пламени и в чем сущность термической диссоциации?
5. Какова природа помех, влияющих на сигнал абсорбции? Способы их устранения.
6. Какие вещества определяются методом атомной абсорбции?
7. Качественный эмиссионный спектральный анализ? На чем он основан?
8. Количественный эмиссионный спектральный анализ, полуколичественный анализ. Условия реализации анализа. Уравнение Ломакина.
9. Источники атомизации и возбуждения. На чем основан их выбор?
10. Метрологические характеристики и аналитические возможности методов.

Модуль 2. Хроматографические и электрохимические методы анализа.

- 1) Классификация хроматографических методов.
- 2) Сорбенты и их классификация. Примеры неподвижных фаз в ВЭЖХ.
- 3) Механизм сорбционного взаимодействия. Примеры.

- 4) Основные хроматографические параметры (время удерживания, разрешение, ВЭТТ, число тарелок – N и др.).
- 5) Принципиальная схема хроматографа. Требования, предъявляемые к колонкам. Как повысить эффективность колонок?
- 6) Детекторы. Принцип работы рефрактометрического и транспортно-ионизационного детекторов.
- 7) Принцип работы флуориметрического и кондуктометрического детекторов.
- 8) На хроматограмме получены пики при 10,60 мин (компонент А) и 11,08 мин (компонент В). Ширина пиков А и В 0,56 и 0,59 мин соответственно. Рассчитать ЧТТ колонки ВЭТТ. Укажите, что характеризуют эти величины.
- 9) При разделении углеводородов было установлено время удерживания н-гептана – 9,63 мин, а 2-метилгептана – 12,40 мин. Ширина их пиков 0,52 и 0,38 мин соответственно. Определить разрешающую способность колонки.
- 10) Во сколько раз увеличится селективность разделения вещества X, если увеличить длину колонки в четыре раза? Еще с помощью каких приемов улучшают этот параметр?
- 11) Изобразите форму пика хроматограммы и форму пятна плоскостной хроматограммы соответствующую линейной, выпуклой и вогнутой изотерме сорбции.
- 12) Высота колонки 20 см, время удерживания вещества X 5,0 мин, ширина пика 0,3 см. Определить высоту эквивалентную теоретической тарелке.
- 13) Рассчитать фактор разделения (α), если приведенные времена удерживания двух изомеров вещества X равны $t'_{R1}=6$ мин; $t'_{R2}=9$ мин.
- 14) Вычислить коэффициенты распределения (D) и фактор разделения двух хроматографируемых веществ, если концентрации их в неподвижной фазе 40 и 48 мкг соответственно, а в подвижной фазе 50 мкг.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по электрохимическим методам.

1. Дать определение электрохимическим методам анализа; их классификация, преимущества и недостатки.
2. Классификация электрохимических методов анализа.
3. Индикаторные электроды (водородный, стеклянный, хингидронный), требования к ним.
4. Электроды сравнения (хлоридсеребряный, каломельный), требования к ним.
5. На чем основан кулонометрический метод анализа?
6. Классификация методов кулонометрии (прямая кулонометрия, кулонометрическое титрование).
7. Сущность метода прямой кулонометрии.
8. В чем сущность метода кулонометрического титрования?
9. Каковы условия использования в анализе методов кулонометрии?
10. В чем преимущества и недостатки методов кулонометрии?
11. Сущность и разновидности электрогравиметрического анализа.

12. Какие требования предъявляются к электролитическим осадкам?
13. Какие факторы оказывают влияние на качество электроосадков?
14. Области применения кулонометрии и электрогравиметрии.
15. Какова основа потенциометрического анализа?
16. Классификация методов потенциометрии (прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование).
17. В чем сущность методов прямой потенциометрии и потенциометрического титрования?
18. Что такое индикаторные электроды? Требования к индикаторным электродам.
19. Чем определяется выбор индикаторного электрода в методах потенциометрического титрования?
20. Электроды сравнения; их принципиальное отличие от индикаторных электродов. Примеры индикаторных электродов.
21. Интегральная и дифференциальная кривые потенциометрического титрования.
22. Ионметрия. Основа и сущность метода.
23. Ионселективные электроды, их классификация.
24. Каковы основные характеристики ионселективных электродов (электродная функция, крутизна электродной функции, коэффициент селективности, время отклика)?
25. Характеристика вольтамперной кривой.
26. Характеристика остаточного тока.
27. Емкостный ток, причина его возникновения, подавление емкостного тока.
28. Миграционный ток. Способы его устранения.
29. Характеристика диффузионного тока. Какие факторы влияют на его величину?
30. Классификация методов вольтамперометрии.
31. Основа и сущность метода классической полярографии.
32. Области применения, преимущества и недостатки классической полярографии.
33. Что такое полярографический фон, требования к нему?
34. Каково назначение полярографического фона?
35. Что лежит в основе качественного полярографического анализа?
36. Что такое потенциал полуволны, как его определяют?
37. Сущность качественного полярографического анализа.
38. На чем основан количественный полярографический анализ? Уравнение Гейровского.
39. Уравнение Ильковича. Характеристика параметров, входящих в это уравнение.
40. Методы количественного вольтамперометрического анализа.
41. Классификация индикаторных электродов в методах вольтамперометрии по конструкции и материалу изготовления.
42. Преимущества и недостатки ртутных индикаторных электродов.

43. Какова основа метода вольтамперометрии с быстрой линейной разверткой потенциала (осциллографическая полярография)?
44. Вид вольтамперограммы в методе осциллографической полярографии.
45. Уравнение Шевчика-Рэнделса.
46. Основа качественного осциллополярографического анализа.
47. Сущность инверсионной вольтамперометрии. Анодная и катодная инверсионная вольтамперометрия.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль качества знаний

Формы контроля следующие: текущий контроль, рубежный контроль по модулю и итоговый контроль. В соответствии с учебным планом предусмотрен экзамен. Оценка каждого вида деятельности проводится по схеме:

текущий контроль:

посещение занятий – 2 балла;

допуск к выполнению лабораторного занятия – 13 баллов;

выполнение и сдача лабораторной работы – 10 баллов;

выполнение контрольной работы – 15 баллов (максимальное число баллов – 40);

промежуточный контроль (проводится в виде коллоквиума или рубежной контрольной работы) –

60 баллов;

итоговый контроль (проводится в виде тестирования или устного собеседования) – 100 баллов. Итоговый контроль оценивается в 100 баллов. Весомость итогового контроля в оценке знаний студента составляет 40 %, а среднего балла по всем модулям – 60 %.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла с учетом весомости различных видов контроля в

«5» – бальную систему составляет:

от 51 до 66 баллов – «удовлетворительно»;

от 67 до 85 баллов – «хорошо»;

от 86 до 100 баллов – «отлично»

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. Основы аналитической химии : в 2-х т.: учебник для студентов хим. направления и хим. специальностей вузов. Т.1 / [Т.А.Большова и др.]; под ред. Ю.А.Золотова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2012, 2010, 2004, 2002, 2000, 1996. - 383,[1] с. - (Высшее профессиональное образование.

Естественные науки). - Рекомендовано МО РФ. - ISBN 978-5-7695-5821-4 (т.1) : 829-84.

2. Пилипенко, А.Т. Аналитическая химия : учеб. пособие для студентов химических и химико-технологических спец. высших учебных заведений; : в 2-х книгах. Кн.2 / А. Т. Пилипенко, И. В. Пятницкий. - М. : Химия, 1990. - 846 с. - ISBN 5-7245-0752-8 : 0-95.

3. Основы аналитической химии [Электронный ресурс]: практическое руководство / Ю.А. Барбалат [и др.]. – Электрон. текстовые данные. –Ю. А. Золотова, Т.Н. Шеховцовой, К.В. Осколка, под ред. – М.: Лаборатория знаний, 2017. – 463 с. – 978-5-00101-037-1. Режим доступа:

<https://www.book.ru/book/928918/view2/1>

б) дополнительная литература:

1. Аналитическая химия. Физико-химические и физические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.И. Мовчан [и др.]. Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. – 236 с. – 978-5-7882-1454-2. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61958.html>

2. Валова (Копылова) В.Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: практикум / В.Д. Валова (Копылова), Е.И. Паршина. – Электрон. текстовые данные. – М.: Дашков и К, 2015. – 199 с. – 978-5-394-01301-0. - Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/10905.html>

3. Васильев, В.П. Аналитическая химия : лабораторный практикум : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки дипломированных специалистов химико-технологического профиля / В. П. Васильев ; В. П. Васильев, Р. П. Морозова, Л. А. Кочергина ; под ред. В. П. Васильева. - М. : Дрофа, 2006. - 416. - ISBN 5-358-00578-1.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999. –Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 22.05.2018). – Яз. рус., англ.

2) Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 22.05.2018)

3) Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг.гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.05.2018).

- 4) ЭБС ibooks.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <https://ibooks.ru/> (дата обращения: 22.05.2018).
- 5) ЭБС book.ru[Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: www.book.ru/ (дата обращения: 22.05.2018).
- 6) ЭБС iprbook.ru [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31168.html> (дата обращения: 22.05.2018).

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Основными видами учебных занятий являются: лекции, лабораторные работы, коллоквиумы, консультации, самостоятельная работа студентов.

Лекции - один из важнейших видов учебных занятий, они составляют основу теоретического обучения и дают систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируют познавательную деятельность и способствуют формированию творческого мышления.

Лабораторные работы имеют целью практическое освоение научно-теоретических положений изучаемой дисциплины, овладение ими техникой приготовления лекарственных форм, анализа полученных результатов, привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой. По выполнении лабораторной работы студенты представляют отчет и защищают его. В целях подготовки к последующим занятиям и итоговому контролю (промежуточной аттестации), защищенные отчеты, как учебный материал находятся у студентов.

Самостоятельная работа студентов является видом учебных занятий, она должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы, ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике. Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, требующим дополнительной проработки и анализа материала, рассматриваемого на занятиях.

Целью самостоятельной работы является:

- закрепление и углубление полученных знаний и навыков;
- поиск и приобретение новых знаний;
- выполнение учебных заданий;
- подготовку к предстоящим занятиям, зачету.

Самостоятельная работа студентов включает:

подготовку студента к лабораторным (практическим) занятиям, к текущему контролю;

самостоятельное изучение отдельных тем и разделов учебной дисциплины (в соответствии с учебной программой), подготовка к контролю усвоения учебного материала;

выполнение домашних заданий;

подготовку к зачету

Самостоятельная работа методически обеспечивается и контролируется кафедрой, и отвечает за нее заведующий кафедрой. Преподавателем указывается перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы. Самостоятельная работа по выполнению заданий преподавателей выполняется студентами с использованием учебных пособий в читальных залах, в компьютерных классах и лабораториях, на кафедре, дома.

Консультации являются одной из форм руководства самостоятельной работой студентов и призваны помогать им в освоении учебного материала.

Консультации для студентов проводит преподаватель, он помогает студентам организовать их самостоятельную работу. На консультациях разбираются сложные задачи и вопросы.

В процессе самостоятельной работы необходимо:

- заниматься регулярно, систематически, т.к. регулярная, целенаправленная работа повышает уровень знаний, сокращает время на освоение учебного материала;
- перед изучением нового материала, прочитать конспекты лекций;
- не оставлять в процессе изучения материала непонятные слова, термины, определения;
- приучаться пользоваться научной литературой, словарями, справочниками;
- необходимо делать записи, составлять конспекты.

Перечень методических материалов включает:

- рабочие тетради студентов;
- методические указания, которые должны раскрывать характер учебной работы по изучению теоретического курса и практических (лабораторных) работ; практическому применению изученного материала; по выполнению заданий для самостоятельной работы, и т.д.;
- тезисы лекций;
- раздаточный материал;
- тестовые задания и вопросы для самопроверки.

Самостоятельная работа заключается в:

- конспектировании первоисточников и другой учебной литературы;
- проработке учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе);
- работе с нормативными документами;
- выполнении контрольных работ;
- решении задач, упражнений.

Самостоятельная работа должна носить систематический характер, быть интересной и привлекательной для студента.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводится: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Аналитическая химия» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
 - Демонстрационный материал с применением проектора и интерактивной доски.
 - Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
 - Программы пакета Microsoft Office
 - Программное обеспечение для лекций: MS PowerPoint, Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, табличный процессор.
- Программное обеспечение в компьютерный класс: MS PowerPoint (MS PowerPoint Viewer), Adobe Acrobat Reader, средство просмотра изображений, Интернет, E-mail.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания ЩЭ (220 В, 2 кВт, в комплекте с УЗО), специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждые двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком).

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере

обеспечивающими выполнение требований программы по фармацевтической химии.

Материально-технические средства для проведения лабораторного практикума по дисциплине аналитическая химия включает в себя:

Приборы, оборудование и вспомогательные материалы.

Спектрофотометр, фотоэлектроколориметр, потенциометр, рефрактометр, центрифуги, термостат; шкаф сушильный, бани водяные, ледяные и песчаные, бюксы, бюретки, вата стеклянная, весы аналитические Leki B1604, Pioneer, весы теххимические Leki B5002, воронки, воронки делительные, капилляры, колбы, колбы мерные, колбы с притертыми пробками, колбы термостойкие, колонки с ионообменной смолой КУ-1 или КУ-2, компаратор, сорбент УРС-50 или КБ-2, микробюретки, палочки графитовые и стеклянные, печь муфельная, пипетки глазные и мерные, пластинки стеклянные, пластинки для хроматографии, пикнометры, прибор для определения воды методом дистилляции, прибор для определения мышьяка, прибор для определения температуры плавления, пробирки, пульверизаторы, разновес, склянки с притертой пробкой, стаканы химические, стекла синие, стекла часовые, ступки, термометры, тигли фарфоровые, фильтры бумажные, беззольные и стеклянные, холодильники обратные, цилиндры мерные, чашки выпарительные и фарфоровые, чашки Петри, шприцы, эксикаторы.

Реактивы

Кислота азотная концентрированная и разведенная, кислота серная концентрированная, 50%-ная и разведенная, кислота соляная концентрированная и разведенная, кислота уксусная безводная, ледяная, разведенная и 1%-ная, алюминия оксид для хроматографирования, аммиачный буферный раствор, аммиачный раствор нитрата серебра, антипирин, ацетат натрия, ацетат свинца, борная кислота, бумага, пропитанная раствором хлорида ртути (II), бумага куркумовая, бромная вода, бромид калия, β -нафтол, вата, пропитанная раствором ацетата свинца, гексацианоферрат(III) калия, гексацианоферрат(II) калия, гидрокарбонат натрия, гидросульфит натрия, 2,4-динитрохлорбензол, железоаммониевые квасцы, железные пластинки и опилки, жидкий фенол, известковая вода, иодид калия, диоксид марганца, оксид цинка, оксид фосфора (V), пергидроль, реактивы Бертрена, Бушарда, Драгендорфа, Зонненштейна, Манделина, Марме, Марки, Несслера, Рейнеке, Фелинга, Фишера, Фреде, Шейблера, Эрдмана, резорцин, салициловая кислота, сульфат калия, сульфат меди, сульфат натрия безводный, уксусный ангидрид, фталевый ангидрид, хлорид аммония, хлорид калия, хлорид натрия, хромотроповая кислота, цинк гранулированный, цинковая пыль, цитрат натрия; водные растворы - ацетата аммония 61,5%-ный, гидроксида аммония (аммиака) 10%-ный, гидроксида натрия 5%-, 10%- и 30%-ный, ацетата натрия 10%-ный, ацетата ртути (II) 5%-ный, винной кислоты 20%-ный, салициловой кислоты 0,01%-ный, гексацианоферрата(III) калия 5%-ный, гидроксиламина гидрохлорида 10%-ный, 2,4-динитрофенилгидразина

0,4%-ный, 2,4-динитрофенола 0,1%-ный, дифениламина 0,4%-ный, 2,6-дихлорфе-нолиндофенола 0,015%-ный, 2,6-дихлорхинонхлоримида 0,5%-ный, дихлорида олова 10%-ный, дихромата калия 5%-ный, йодида калия 2%- и 10%-ный, карбоната натрия 10%-ный, кобальтинитрита натрия 20%-ный, N-(1-нафтил)-этилен-диамина дигидрохлорида 0,1%-ный, нингидрина 0,25%-ный, нитрата кобальта 5%-ный, нитрата натрия 10%-ный, нитрита натрия 1%- , 2%- и 10%-ный, нитрата серебра 2%- и 5%-ный, нитропруссид натрия 1%-ный, оксалата аммония 4%-ный, перманганата калия 0,1%- и 0,4%-ный, пероксида водорода 3%-ный, персульфата аммония 20%-ный, пикриновой кислоты 1,23%-ный, сульфамата аммония 5%-ный, сульфата железа(II) 5%- и 50%-ный, сульфата меди 10%-ный, сульфата фенилгидразина 0,1%-ный, сульфида аммония 10%-ный, сульфида натрия 2%- и 4%-ный, сульфосалициловой кислоты 10%-ный, танина 5%-ный, формальдегида 40%-ный, фосфата натрия двузамещенного 5%-ный, хлорамина 5%-ный, хлорида аммония 10%-ный, хлорида бария 5%-ный, хлорида железа (III) 3%- и 10%-ный, хлорида кобальта 5%-ный, хлорида натрия 10%-ный, хлорида ртути(II) 5%-ный, щелочной p-нафтола 2%-ный, этакридина лактата 0,1%-ный; насыщенный раствор сульфата магния, раствор гипофосфита натрия, раствор цинк-уранил ацетата; раствор ванилина 1%-ный в концентрированной серной кислоте, раствор п-диметиламинобензальдегида 20%-ный в концентрированной серной кислоте, раствор хлорида железа(III) 0,1%-ный в концентрированной соляной кислоте.

Эталонные растворы

На хлориды, сульфаты, соли аммония, тяжелые металлы, цинк, железо, кальций, мышьяк, прозрачность и цветность.

Титрованные растворы

0,01 н., 0,02 н., 0,05 н., 0,1 н., 0,5 н. растворы соляной кислоты; 0,02 н., 0,1 н., 0,5 н., 1 н. растворы серной кислоты; 0,1 н. раствор хлорной кислоты; 0,01 н. раствор гидроксида аммония; 0,01 н., 0,02 н., 0,05 н., 0,1 н., 0,5 н., 1 н., 5 н. растворы гидроксида натрия; 0,1 н. раствор гидроксида натрия в смеси метанола и бензола; 0,5 н. раствор гидроксида калия в этаноле; 1 н. раствор гидроксиламина гидрохлорида; 0,1 н. раствор бромата калия; 0,01 н., 0,02 н., 0,1 н. растворы йода; 0,1 н. раствор йодата калия; 0,02 н. и 0,1 н. растворы иодмоноклорида; 0,01 н., 0,02 н., 0,1 н. растворы тиосульфата натрия; 0,02 н., 0,1 н. растворы нитрата ртути(II); 0,01 н., 0,02 н., 0,1 н. растворы тиоцианата аммония; 0,02 М, 0,05 М, 0,1 М растворы нитрита натрия; 0,01 М, 0,02 М, 0,05 М растворы трилона Б (динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты); 0,01 н. и 0,1 н. растворы перманганата калия; 0,1 н. раствор тетрафенилбората натрия; 0,05 н. раствор тетрабората натрия; 0,1 М раствор дигидрофосфата калия; 0,1 М раствор сульфосалициловой кислоты; 0,1 и. раствор дихромата калия; 0,1 н. раствор ацетата натрия; 0,05 М раствор карбоната натрия; 0,1 М раствор хлорида аммония.

Растворители

Ацетон, бензол, бутилацетат, бутанол, вазелиновое масло, глицерин, диметилформамид, диоксан, дихлорэтан, масла жирные, метанол, толуол, хлороформ, хлороформ безводный, этанол, этанол абсолютный, эфир, эфир петролейный.

Индикаторы

Красная и синяя лакмусовая бумага, иодкрахмальная бумага, растворы индикаторов, приготовленные, как указано в ГФХ и ГФХІ (ч, І); бромфенолового синего, бромкрезолового пурпурового, дифенилкарбазида, дифенилкарбазона, железоаммониевых квасцов, кислотного хром темно-синего (или индикаторная смесь), кислотного хром черного специального (или индикаторная смесь), конго красного, крахмала, кристаллического фиолетового, метиленового синего, метилового красного, метилового оранжевого, мурексида, нейтрального красного, тимолового синего в диметилформамиде, тимолфталейна, тропеолина 00, фенолового красного, фенолфталейна, хромата калия, эозината натрия.