

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.
« 28 » _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) Б1.О.24 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И КОНТРОЛЯ

Направление подготовки/специальность 27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль) Стандартизация и сертификация

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «Методы и средства измерений и контроля» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология.

Программу составила:

Н.В. Киселева, доцент кафедры аналитической химии, кандидат химических наук, доцент

Рабочая программа дисциплины «Методы и средства измерений и контроля» утверждена на заседании кафедры (разработчика) аналитической химии протокол № 5 от 18 мая 2021 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Темердашев З.А.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий

протокол № 7 от 24 мая 2021 г.

Председатель УМК факультета Беспалов А.В.

канд. хим. наук, доцент

Эксперт:

Доктор химических наук,

профессор кафедры стандартизации, метрологии

и управления качеством ФГБОУ ВО КубГТУ Н.К. Стрижов

1. Цели и задачи освоения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Целью изучения курса “Методы и средства измерений и контроля” является формирование у студентов современных представлений о методах испытаний продукции, веществ и материалов для оценки соответствия установленным требованиям.

1.2. Задачи дисциплины

- формирование у студентов системного представления о средствах измерений и контроля и о методологии их использования в обеспечении качества продукции;
- изучение и освоение на практике современного парка измерительных приборов и контрольного оборудования.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО

Дисциплина «Методы и средства измерений и контроля» относится к обязательной части учебного плана. Для ее изучения студент должен знать физические величины и единицы их измерения, основы математической статистики, уметь анализировать математические зависимости, пользоваться компьютерными программами для расчетов и обработки экспериментальных данных. Дисциплина логически связана с дисциплинами «Физические основы измерений и эталоны», «Основы анализа и аналитического контроля», «Аналитическая химия».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В процессе изучения дисциплины “Методы и средства измерений и контроля” у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-6 Способен обосновывать выбор методик, средств измерений и испытаний для контроля качества сырья и продукции, разрабатывать схемы проведения измерений и испытаний с учетом метрологического обеспечения технического контроля, испытаний и процессов требованиям нормативных документов при проведении работ по оценке соответствия	
ИПК-6.1 Осуществляет выбор методик, средств измерений и испытаний для контроля качества сырья и продукции	Знает информационное и методическое обеспечение измерений и контроля, принципы работы испытательного оборудования и средств измерений
	Умеет правильно эксплуатировать средства измерений и контроля, анализировать их возможности для оценки пригодности для использования в практике оценки соответствия и улучшения качества
	Владеет навыками проведения испытаний с целью оценки соответствия объектов установленным требованиям
ИПК-6.2 Понимает сущность метрологического обеспечения технического контроля, испытаний и	Знает основы метрологического обеспечения технического контроля, испытаний и процессов
	Умеет разрабатывать схемы проведения измерений

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
процессов	и испытаний с учетом метрологического обеспечения технического контроля, испытаний и процессов
	Владеет навыками оценки качества методик контроля качества сырья и продукции

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач. ед. (252 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	4 семестр	5 семестр
Контактная работа, в том числе:				
Аудиторные занятия (всего):		162	54	108
Занятия лекционного типа		54	18	36
Лабораторные занятия		108	36	72
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)				-
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		8	2	6
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,7	0,2	0,5
Самостоятельная работа, в том числе:		81,3	15,8	65,5
Курсовая работа		-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		15,8	5,8	10,0
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		15,0	5,0	10,0
Реферат		-	-	-
Подготовка к текущему контролю		14,8	5,0	9,8
Контроль:				
Подготовка к экзамену		35,7	-	35,7
Общая трудоемкость	час.	252	72	180
	в том числе контактная работа	170,7	56,2	114,5
	зач. ед	3	2	5

2.2. Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 4, 5 семестрах (для студентов ОФО)

Основные разделы дисциплины:

Семестр 4

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		Самостоятельная работа
			Л	ЛР	
1	2	3	4	5	6

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		Самостоятельная работа
			Л	ЛР	
1	Статистическая обработка экспериментальных данных	6	2		4
2	Подготовка пробы к анализу	4	2		2
3	Классификация спектральных методов анализа. Методы молекулярной спектроскопии.	30	6	20	4
4	Методы атомной спектроскопии	29,8	8	16	5,8
5	<i>Итого:</i>	69,8	18	36	15,8
6	<i>КСР</i>	2			
7	<i>ИКР</i>	0,2			
8	<i>Всего:</i>	72	18	36	15,8

Семестр 5

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов			
		Всего	Аудиторная работа		Самостоятельная работа
			Л	ЛР	
1	2	3	4	5	6
1	Электрохимические методы анализа. Потенциометрические методы	26	6	16	4
2	Вольтамперометрические методы	26	6	16	4
3	Кондуктометрия	13	2	8	3
4	Кулонометрия	13	2	8	3
5	Радиологические методы контроля	13	2	8	3
6	Методы хроматографии	25	6	16	3
7	Физические и механические испытания	9	6		3
8	Биологические методы контроля	5	2		3
9	Пожаровзрывоопасность материалов	7,8	4		3,8
10	<i>Итого:</i>	137,8	36	72	29,8
11	<i>КСР</i>	6			
12	<i>ИКР</i>	0,5			
13	<i>Экзамен</i>	35,7			
14	<i>Всего:</i>	180	36	72	29,8

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
-----------	----------------------	--------------------	-------------------------

1	2	3	4
1	Статистическая обработка экспериментальных данных	Основные понятия и термины, многообразие измерительных задач. Понятие о методике измерений. Классификация измерений по видам измерений, виды испытаний. Метрологическая оценка результатов измерений. Правильность, воспроизводимость результатов. Погрешности измерений, виды, структура. Аналитический сигнал. Основные приемы перехода от величины аналитического сигнала к концентрации.	Устный опрос
2	Подготовка пробы к анализу	Методы разделения и концентрирования: электрохимические, сорбционные, экстракционные. Пробоотбор газов и жидкостей. Методы разложения пробы: озоление, спекание, термолиз.	Устный опрос
3	Спектральные методы анализа. Методы молекулярной спектроскопии.	Классификация спектральных методов. Характеристики спектральных приборов: шум, дрейф, разрешающая способность, дисперсия. Спектрофотометры, монохроматоры, Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Прямая спектрофотометрия и спектрофотометрическое титрование. Колебательная спектроскопия. Рефрактометрия. Люминесцентный спектральный анализ. Виды люминесценции. Закон Стокса-Ломмеля. Тушение люминесценции. Схемы приборов для люминесцентного анализа. Качественный и количественный анализ. Применение метода.	Устный опрос Рейтинговая контрольная
4	Методы атомной спектроскопии	Атомно-абсорбционная спектрометрия. Источники возбуждения. Атомизаторы. Ошибки анализа. Применение метода. Эмиссионный спектральный анализ. Источники возбуждения. Сущность качественного анализа. Расшифровка спектров. Количественный анализ. Применение метода. Рентгеноспектральные методы анализа. Рентгеновские спектры. Рентгено-эмиссионный анализ. Основные узлы рентгеноспектральных приборов. Рентгено-флуоресцентный анализ. Качественный и количественный анализ. Применение метода.	Устный опрос Рейтинговая контрольная

5	Электрохимические методы анализа. Потенциометрические методы	Электрохимические методы анализа. Возникновение потенциала. Условия измерения аналитического сигнала. Потенциометрический метод анализа, условия выполнения потенциометрических измерений, методы измерения ЭДС гальванического элемента. Прямая потенциометрия. Диффузионный потенциал. Потенциометрическое титрование. Классификация электродов в потенциометрии. Электроды измерительные и электроды сравнения. Ион-селективные электроды, их устройство, принципы работы и применение, селективность. Стекланный электрод.	Устный опрос Рейтинговая контрольная
6	Вольтамперометрические методы	Вольтамперометрический метод анализа. Кривая ток-потенциал. Поляризация электродов. Прямая вольтамперометрия. Полярография. Амперометрическое титрование. Применение метода. Инверсионная вольтамперометрия. Выполнение вольтамперометрических измерений.	Устный опрос Рейтинговая контрольная
7	Кондуктометрия	Кондуктометрический анализ. Измерение Электропроводности растворов. Схема установки для измерения электрической проводимости. Прямая кондуктометрия, кондуктометрическое титрование. Виды кривых. Подвижность ионов. Кулонометрия при постоянном токе и потенциале, кулонометрическое титрование.	
8	Кулонометрия	Электрогравиметрия. Внутренний электролиз.	
9	Радиологические методы контроля	Измерение радиационных свойств материалов. Основные виды ионизирующего излучения. Радиоактивные изотопы. Детекторы, методы количественного анализа. Точность и разрешающая способность радиологических измерений. Нейтронно-активационный анализ.	Устный опрос
10	Методы хроматографии	Хроматография. Классификация методов. Теоретические основы хроматографии. Основные блоки газовых и жидкостных хроматографов. Хроматографический пик, параметры удерживания. Детекторы. Свойства неподвижных фаз. Газовая, жидкостная, тонкослойная, ионообменная и другие виды хроматографии. Качественный и количественный анализ.	Устный опрос Рейтинговая контрольная

		Оптимизация условий анализа в газовой хромато-графии и в ВЭЖХ. Хромато-масс-спектрометрия.	
11	Физические и механические испытания	Физические и механические испытания (на примере испытаний в строительстве): динамические и статические, ультразвуковые. Методы дефектоскопии материалов.	Устный опрос
12	Биологические методы контроля	Биологические методы контроля. Микробиологический контроль. Методы биотестирования. Тест-методы.	Устный опрос
13	Пожаровзрыво-опасность материалов	Методы термического анализа. Возможности и применение. Определение показателей пожаровзрывоопасности материалов: температуры тления, воспламенения, вспышки.	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа

(учебным планом не предусмотрены)

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1.	Фотометрическое определение железа (III) с сульфосалициловой кислотой.	Защита лабораторных работ
2.	Фотометрическое определение меди в растворе в виде аммиаката	
3.	Определение марганца методом дифференциальной фотометрии	
4.	Спектрофотометрическое определение железа (II) с ортофенантролином	
5.	Определение нефтепродуктов в природных водах методом ИК-спектроскопии	
6.	Определение никеля с диметилглиоксимом в присутствии окислителей	
7.	Спектрофотометрическое определение кофеина в растворимом кофе	
8.	Определение молибдена (IV) в растворах способом тангенсов	
9.	Рефрактометрический анализ растворов глицерина	
10.	Эмиссионная спектроскопия. Пламенно-фотометрическое определение металлов	
11.	Определение нитратов методом прямой потенциометрии с нитрат-селективным электродом	Защита лабораторных работ
12.	Определение железа методом потенциометрического титрования	
13.	Кулонометрическое титрование. Определение малых количеств соляной кислоты.	
14.	Определение концентрации щелочи кондуктометрическим титрованием	
15.	Определение меди методом амперометрического титрования	
16.	Определение микроколичеств кадмия методом инверсионной вольтамперометрии	

17	Методы хроматографии. Классификация. Аппаратурное оформление	Защита лабораторных работ
18	Качественный анализ смеси аминокислот методом тонкослойной хроматографии	
19	Анализ смеси органических веществ методом газовой хроматографии	

Для всех лабораторных работ разработаны и имеются методические указания, утвержденные на заседании кафедры аналитической химии.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Виды СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
	Подготовка к рейтинговым контрольным работам, самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовка к лабораторным работам	1 Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов в 2-х томах/Под ред. Золотова Ю.А. М.: Академия. 2010 2 Аналитическая химия. Проблемы и подходы в 2-х т., под. ред. Кельнера Р., Мерме Ж.-М., Отто М., Видмер Г.М., пер. с англ., М.: Мир АСТ, 2004. 3 МУ по организации самостоятельной работы студентов 4 Барбалат, Ю.А. Основы аналитической химии: практическое руководство [Электронный ресурс] : руководство / Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш, О.В. Моногарова, Е.А. Осипова ; под ред. Золотова Ю.А., Шеховцовой Т.Н., Осолка К.В.. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 465 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/97410 5 Васильев В.П. Аналитическая химия: сборник вопросов, упражнений и задач: учебное пособие для студентов вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова - 4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2006. 6 Вершинин, В.И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Вершинин, И.В. Власова, И.А. Никифорова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 428 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/97670 . — Загл. с экрана.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимые коррекции как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии: проведение лекций как с использованием мультимедийного оборудования, так и без, разбор практических задач, групповые дискуссии, обсуждение экспериментальных результатов, результатов рейтинговых контрольных работ.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
4	ЛР	Групповые дискуссии, разбор практических задач, обсуждение экспериментальных результатов, результатов рейтинговых контрольных работ	18
5	ЛР	Групповые дискуссии, разбор практических задач, обсуждение экспериментальных результатов, результатов рейтинговых контрольных работ	36
<i>Итого:</i>			54

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализуются индивидуальные образовательные технологии, которые позволяют полностью индивидуализировать содержание, методы и темпы учебной деятельности инвалида, вносить вовремя необходимые коррекции как в деятельность студента-инвалида, так и в деятельность преподавателя.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине проводится текущий и промежуточный контроль. Текущий контроль осуществляют путем проведения опросов студентов в ходе лабораторных занятий, собеседований, рейтинговых контрольных работ.

При проведении текущего контроля используют контрольные вопросы. Промежуточный контроль осуществляют в форме зачета в конце семестра. По итогам изучения дисциплины сдается экзамен. На экзамене студентам предлагается ответить на 2 вопроса по материалам учебной дисциплины.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Рейтинговая контрольная работа №1 по теме «Спектральные методы анализа. Абсорбционная спектроскопия»

1. Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением в видимой и УФ областях спектра.
2. Основной закон поглощения электромагнитного излучения. Единицы измерения коэффициента поглощения.
3. Физический смысл молярного коэффициента поглощения.
4. Назовите основные причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера в спектрофотометрическом методе анализа.
5. Спектр поглощения и основные формы его представления.
6. Дайте определение оптической плотности, поглощения, пропускания. Укажите взаимосвязь между этими величинами.
7. Как изменится оптическая плотность и пропускание раствора, если его концентрация уменьшится в 2 раза?
8. Укажите диапазон длин волн видимой области спектра.
9. Перечислите основные способы монохроматизации излучения.
10. Какие устройства могут служить детекторами излучения в видимой и УФ областях?
11. Каков принцип подбора светофильтров при проведении фотометрических измерений?
12. Схема ФЭКа.
13. Основные отличия спектрофотометров от фотоэлектроколориметров.
14. Основные типы кривых фотометрического титрования.
15. Каким образом можно определять концентрацию двух или более окрашенных соединений при их совместном присутствии?
16. На чем основана идентификация веществ спектральными методами?
17. Схема ИК-спектрофотометра. Основные отличия от спектрофотометров в видимой и ИК-областях.
18. Взаимодействие вещества с ИК-излучением. Валентные и деформационные колебания.
19. Колебания, активные в ИК-спектре.
20. Понятие о дипольном моменте отдельных химических связей и дипольном моменте молекул. Изменение дипольного момента молекул за счет валентных и деформационных колебаний атомов.
21. Основные типы детекторов ИК-излучения. Источники ИК-излучения.
22. Какой параметр связан с концентрацией вещества в методе ИК-спектроскопии? Каким образом его определяют?
23. Причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера при взаимодействии веществ с ИК-излучением.
24. Способы подготовки проб к анализу в методе ИК-спектроскопии.
25. Назовите основные источники излучения в методе ААС.
26. Схема атомно-абсорбционного спектрометра.

27. Назовите основные источники погрешностей в методе ААС и способы борьбы с ними.
28. Назовите основные преимущества электротермической атомизации по сравнению с пламенной.

Типовые задачи

1. Вычисление концентрации по результатам фотометрических измерений методом градуировочного графика, стандартной добавки, по закону Бугера-Ламберта-Бера, по результатам фотометрического титрования.
2. Вычисление концентрации по результатам измерений методом дифференциальной фотометрии.
3. Определение концентраций двух (или более) окрашенных компонентов при их совместном присутствии.

Рейтинговая контрольная работа №2 по теме «Спектральные методы анализа. Методы эмиссионной спектроскопии»

1. Происхождение линейчатых атомных спектров испускания. Объясните, почему эмиссионный спектр гораздо сложнее абсорбционного.
2. Сущность атомного эмиссионного спектрального анализа. Схема прибора. Спектрографы и спектрометры.
3. Основные атомизаторы и источники возбуждения в методе ЭСА.
4. Качественный ЭСА. Расшифровка спектров. Последние линии.
5. Какие электронные переходы называются резонансными? Почему при определении элементов в пламенно-эмиссионном анализе используют резонансные линии, соответствующие переходам с первого возбужденного уровня?
6. В какую область спектра будут смещаться резонансные линии в спектрах атомов в ряду Na – Mg – P ?
7. Уравнение Ломакина-Шайбе. Факторы, влияющие на интенсивность отдельной спектральной линии.
8. Почему в методе атомной эмиссионной спектроскопии используют относительную интенсивность спектральной линии? Назовите условия гомологичности спектральных линий.
9. Назовите факторы, влияющие на интенсивность спектральной линии.
10. Назовите аналитические сигналы в методе ЭСА, связанные с концентрацией при фотографической и фотоэлектрической регистрации спектров испускания.
11. Сущность метода фотометрии пламени и его применение.
12. На чем основан качественный анализ в рентгено-флуоресцентном методе анализа? Каковы особенности взаимодействия вещества с рентгеновским излучением?
13. Что такое первичное рентгеновское излучение? Тормозное излучение? Вторичное флуоресцентное излучение?
14. Какие параметры связаны с концентрацией в методе рентгено-флуоресцентного метода анализа? Какие Вы знаете способы перехода от величины АС к концентрации в этом методе?
15. Почему использование рентгеновского излучения наиболее целесообразно для тяжелых элементов?
16. Схема рентгено-флуоресцентного анализатора.
17. Основные типы детекторов рентгеновского излучения, их принцип действия.
18. Какова природа люминесцентного излучения?
19. Почему спектр флуоресценции не зависит от длины волны возбуждающего света?

20. Каким образом классифицируют виды люминесценции по их механизму? Охарактеризуйте основные механизмы флуоресценции.
21. Классификация люминесценции по длительности свечения.
22. Какие вещества обладают способностью флуоресцировать?
23. Закон Стокса-Ломмеля.
24. Энергетический и квантовый выход флуоресценции, их зависимость от различных факторов.
25. Что больше: энергетический или квантовый выход флуоресценции? Почему?
26. Тушение люминесценции: концентрационное; температурное; обусловленное посторонними веществами.
27. Качественный люминесцентный анализ.
28. Количественный люминесцентный анализ. Люминесцентное титрование, кривые титрования. Флуоресцентные индикаторы.
29. Схема флуориметра.
30. Применение эмиссионных спектральных методов анализа.

Типовые задачи

Вычисление концентраций по результатам измерений в методах люминесцентного, ЭСА, пламенно-фотометрического и рентгено-флуоресцентного анализа:
методом градуировочного графика;
методом стандартной добавки;
методом ограничивающих растворов.

Рейтинговая контрольная работа № 3 по теме «Потенциометрия и вольтамперометрия»

1. Чем отличаются электроды сравнения от измерительных электродов?
2. Опишите принцип работы хлорсеребряного и каломельного электродов.
3. Напишите уравнение реакции, протекающей на хлорсеребряном (каломельном) электроде и уравнение Нернста, описывающее потенциал этого электрода.
4. Что такое ферментные электроды и для каких целей они используются?
5. Изобразите схематично ячейку, состоящую из насыщенного каломельного электрода (катод) и водородного электрода (анод), позволяющую измерять pH раствора.
6. Каков принцип действия металлических электродов 1 рода? Какие металлы пригодны для изготовления индикаторных электродов?
7. Что такое потенциал жидкостного соединения? Как его свести к минимуму?
8. Как устроен мембранный (ионселективный) электрод?
9. Какие типы мембран применяют для изготовления ионселективных электродов?
10. Что такое газочувствительные электроды? Приведите примеры электродов для определения CO_2 , SO_2 и HF и опишите принцип их работы.
11. Почему pH-чувствительной является только хорошо вымоченная стеклянная мембрана?
12. Что такое «хингидронный электрод» и для каких целей он применяется?
13. Что такое потенциал асимметрии? Каковы возможные причины его возникновения?
14. Приведите примеры индикаторных электродов для потенциометрического титрования с использованием: а) кислотно-основных; б) окислительно-восстановительных; в) осадительных реакций.
15. В каких координатах можно построить кривую потенциометрического титрования?
16. От каких факторов зависит и какое свойство характеризует коэффициент селективности ионселективного электрода?

17. Каким образом можно определить коэффициент селективности ионселективного электрода?
18. Назовите основные источники ошибок при измерении pH стеклянным электродом.
19. Напишите уравнение Никольского и поясните смысл входящих в него величин.
20. Какие основные причины поляризации электродов Вы знаете?
21. Напишите уравнение полярографической волны. Что такое потенциал полуволны и почему он характеризует природу деполяризатора?
22. Какой параметр в методе вольтамперометрии связан с концентрацией вещества? Какие способы определения концентрации Вы знаете?
23. В чем суть метода инверсионной вольтамперометрии?
24. Чем обусловлена высокая чувствительность метода инверсионной вольтамперометрии?
25. Чем определяется вид кривой амперометрического титрования? Приведите примеры.
26. Как устроен капаящий ртутный электрод и каковы его достоинства и недостатки?
27. Почему в качестве поляризуемых электродов в методе вольтамперометрии используют электроды с маленькой поверхностью?
28. Напишите уравнение Ильковича и поясните смысл входящих в него величин.
29. Почему проведению измерений в методе полярографии мешает растворенный кислород? Как от него избавляются?
30. Для чего используют в методах вольтамперометрии фоновый электролит?
31. Для каких целей в методах прямой потенциометрии используется фоновый электролит?
32. От каких факторов зависит потенциал полуволны?
33. Почему в вольтамперометрии сила тока достигает предельного значения? От каких факторов зависит величина предельного тока?
34. Кривые амперометрического титрования.

Типовые задачи

1. Расчет равновесных концентраций и pH через значение ЭДС гальванического элемента.
2. Расчет значений потенциала и ЭДС гальванического элемента по данным о составе раствора.
3. Расчет концентраций по данным потенциометрического и амперометрического титрования.
4. Расчет концентраций через градуировочный график и по методу стандартной добавки в потенциометрии и вольтамперометрии.
5. Использование уравнения Никольского для расчета относительных погрешностей потенциометрических измерений в присутствии мешающих ионов.

Рейтинговая контрольная работа № 4 по теме «Электрохимические методы анализа. Хроматография»

1. Сформулируйте законы Фарадея.
2. Как можно измерить количество электричества в методе прямой кулонометрии?
3. Как можно измерить количество электричества в кулонометрическом титровании?
4. Приведите пример гравиметрического кулонометра (газового, титрационного).
5. Через последовательно соединенные мерный и серебряный кулонометры пропустили 1 Кл электричества. Какого металла выделилось больше и во сколько раз?

6. Рассчитайте время, необходимое для выделения 99,9% Cd из 20,0 мл 0,1 М CdSO_4 электролизом при силе тока 0,1 мА при выходе по току 100%.
7. Что такое выход по току? Что означает 100%-ный выход по току?
8. Какие типы химических реакций можно использовать в кулонометрическом титровании?
9. Как определить количество электричества в методе прямой кулонометрии графическим методом Мак-Невина-Бейкера?
10. В чем различие методов прямой кулонометрии и кулонометрического титрования?
11. Какие проблемы, характерные для классической титриметрии, устраняются при использовании электрогенерированных титрантов?
12. Как можно установить конец кулонометрического титрования?
13. С какой целью проводят предварительный электролиз в методе кулонометрического титрования?
14. Какие факторы влияют на качество весовой формы в методе электрогравиметрии?
15. Каковы достоинства метода внутреннего (самопроизвольного) электролиза?
16. Каковы ограничения метода электрогравиметрии? Какими причинами они вызваны?
17. Какие факторы влияют на величину удельной электропроводности раствора?
18. Изобразите схему установки для измерения электропроводности растворов?
19. От каких факторов зависит форма кривой кондуктометрического титрования?
20. Какие требования предъявляются к реакциям, используемым для кондуктометрического титрования?
21. Как можно измерить константу диссоциации слабой кислоты (ПР малорастворимого соединения) методом кондуктометрии?
22. Какие ионы обладают самой высокой подвижностью? Почему?
23. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования. Смеси сильной и слабой кислоты? От чего зависит форма такой кривой?
24. В каких растворах: а) $\text{NH}_3 + \text{NaOH}$; б) $\text{NaOH} + \text{KOH}$; в) $\text{NaOH} + \text{NaCl}$ можно дифференцированно определить содержание обоих компонентов кондуктометрическим титрованием раствором HCl ? Какой вид имеют кривые титрования смесей?
25. По какому закону изменяется сила тока в ходе прямого кулонометрического титрования?
26. Приведите примеры кулонометрического титрования: а) электрогенерированными окислителями; б) электрогенерированными восстановителями; в) с использованием реакций осаждения и комплексообразования; г) с использованием реакций кислотно-основного взаимодействия.
27. Каким образом классифицируют хроматографические методы анализа?
28. Какие величины характеризуют эффективность хроматографической колонки? Каким образом ее можно повысить?
29. Как оценивают эффективность разделения в хроматографии?
30. Каким образом влияет скорость потока на эффективность хроматографической колонки с позиций кинетической теории?
31. Напишите уравнение Ван-Деемтера и поясните смысл входящих в него величин.
32. Изложите основные положения концепции теоретических тарелок и ее основные недостатки.
33. Постройте график зависимости величины ВЭТТ от скорости потока в соответствии с уравнением Ван-Деемтера.
34. Какие параметры используются для идентификации веществ в методе газовой хроматографии?

35. Назовите основные приемы перехода от величины аналитического сигнала к концентрации в методах газовой хроматографии и ВЭЖХ.
36. Назовите основные параметры, используемые для количественных измерений в хроматографии.
37. Изложите сущность метода идентификации по Ковачу.
38. Изобразите принципиальную схему газового хроматографа.
39. Назовите основные типы детекторов в газовой хроматографии. Изложите принципы их работы.
40. Назовите основные типы детекторов в методе ВЭЖХ и изложите основные принципы их работы.
41. Назовите основные блоки, входящие в схему жидкостного хроматографа.
42. Каковы возможности и преимущества метода ВЭЖХ?
43. Какова роль полярности неподвижной фазы при разделении органических веществ?
44. Какие требования предъявляются к подвижным и неподвижным фазам в методе газовой хроматографии?
45. Изложите принцип идентификации веществ в методе ТСХ.
46. На чем основан количественный анализ в методе ТСХ?
47. Что такое коэффициент R_f ? От каких факторов он зависит?
48. Изложите сущность метода ионообменной хроматографии.
49. Назовите основные типы ионообменных материалов.
50. Что такое статическая емкость ионита? Динамическая емкость ионита?

Отбор и подготовка проб к анализу

1. Что такое генеральная проба анализируемого вещества, и какие требования к ней предъявляются?
2. Что такое лабораторная проба? Анализируемая проба?
3. Чем определяется способ отбора и размер пробы?
4. Назовите основные источники погрешностей при отборе пробы анализируемого вещества.
5. Что такое «мокрое озоление»? Какие вещества обычно используют при подготовке пробы к анализу методом «мокрого озоления»?
6. Что такое «сухое озоление»? В каких случаях применяют этот способ пробоподготовки?
7. Какие способы активизации стадии подготовки пробы к анализу Вы знаете?
8. Изложите сущность метода сплавления с плавнями. Назовите основные типы плавней, приведите примеры.
9. Чем отличается пиролиз от сухого озоления?
10. В чем заключается процесс спекания?
11. Приведите примеры использования методов сжигания для анализа органических соединений.

Разделение и концентрирование

1. Дайте определение понятий: коэффициент распределения; константа распределения; степень извлечения; коэффициент разделения.
2. Изложите сущность процесса экстракции.
3. Назовите основные требования к экстрагентам и экстракционным реагентам.

4. Назовите факторы, влияющие на степень извлечения компонента в процессе экстрагирования.
5. Назовите органические растворители, наиболее часто используемые в методах экстракции.
6. Что такое соосаждение? Обоснуйте преимущества аморфного осадка перед кристаллическим при соосаждении микрокомпонентов.
7. Сорбция, ее классификация. Основные сорбенты.

Примеры задач

1 К двум пробам анализируемой воды добавили равные объемы стандартных растворов калия ($c=50,0$ и $100,0$ мкг/мл, соответственно) и измерили интенсивность излучения дублета калия (766,5 и 769,9 нм) в пламени. Соответствующие значения интенсивностей (у.е.) равны 46,5 и 76,5, а интенсивность излучения контрольного опыта - 5,5. Рассчитайте содержание калия в анализируемом образце. Ответ: 18,3 мкг/мл.

2 Навеску удобрения 2,0000 г прокипятили с насыщенным раствором оксалата аммония, охладили, отфильтровали и разбавили водой до 500 мл. Аликвоту этого раствора (5,00 мл) разбавили до 250,0 мл и фотометрировали в пламени в тех же условиях, что и два стандартных раствора KCl. Получили следующие результаты:

c_K , мкг/мл	5,00	10,0	X
I, у.е.	16,0	29,5	24,2

Рассчитайте массовую долю калия (%) в удобрении. Ответ: 10,0%.

3 Таблетку витамина С растворили в колбе емкостью 200,0 мл и 10 мл полученного раствора поместили в ячейку и оттитровали аскорбиновую кислоту электрогенерированным Br_2 ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_5 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_5 + 2\text{Br}^- + 2\text{H}^+$). Сколько аскорбиновой кислоты содержалось в таблетке, если на титрование затрачено 6 мин 51 с при силе тока 70,4 мА? $M_{\text{аск.к.}} = 176$ г/моль.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная форма контроля – зачет, экзамен

4.2.1 Вопросы для подготовки к экзамену

Метрологическая оценка результатов измерений. Правильность, воспроизводимость результатов. Погрешности измерений, виды, структура. Аналитический сигнал. Основные приемы перехода от величины аналитического сигнала к концентрации. Метод наименьших квадратов.

Методы разделения и концентрирования. Способы пробоотбора. Методы подготовки пробы к анализу.

Классификация спектральных методов. Характеристики спектральных приборов: шум, дрейф, разрешающая способность, дисперсия. Молекулярная абсорбционная спектрометрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Спектрофотометры, монохроматоры, фотоэлектроколориметры. Прямая спектрофотометрия, дифференциальная, производная; спектрофотометрическое титрование.

Колебательная спектроскопия. Принцип метода, виды колебаний, детекторы, источники возбуждения. Качественный и количественный анализ.

Масс-спектрометрия, способы ионизации, качественный и количественный анализ.

Атомно-абсорбционная спектрометрия. Принцип метода. Источники возбуждения. Атомизаторы: пламенная и электротермическая атомизация. Ошибки анализа, помехи и

способы их устранения. Применение метода.

Эмиссионный спектральный анализ. Источники возбуждения. Сущность качественного анализа. Расшифровка спектров. Количественный анализ. Применение метода. Люминесцентный спектральный анализ. Виды люминесценции, кинетика. Закон Стокса-Ломеля. Тушение люминесценции. Схемы приборов для люминесцентного анализа. Квантовый и энергетический выходы люминесценции. Качественный и количественный анализ. Применение метода.

Рентгеноспектральные методы анализа. Рентгеновские спектры. Основные блоки рентгеноспектральных приборов. Рентгенофлуоресцентный анализ. Качественный и количественный анализ. Применение метода.

Электрохимические методы анализа. Возникновение потенциала. Условия измерения аналитического сигнала. Потенциометрический метод анализа, условия выполнения потенциометрических измерений, методы измерения ЭДС гальванического элемента. Прямая потенциометрия (ионометрия). Диффузионный потенциал. Потенциометрическое титрование. Классификация электродов в потенциометрии. Электроды измерительные и электроды сравнения. Ионселективные электроды, их устройство, принципы работы и применение, селективность. Стекланный электрод и другие электроды для определения pH.

Вольтамперометрический метод анализа. Кривая ток-потенциал. Поляризация электродов. Прямая вольтамперометрия. Полярография. Амперометрическое титрование. Применение метода. Инверсионная вольтамперометрия. Условия выполнения вольтамперометрических измерений.

Кондуктометрический анализ. Измерение электропроводности растворов. Схема установки для измерения электрической проводимости. Прямая кондуктометрия, кондуктометрическое титрование. Виды кривых. Подвижность ионов. Кулонометрия при постоянном токе и потенциале, кулонометрическое титрование. Электрогравиметрия. Внутренний электролиз.

Хроматография. Классификация методов, газовая и жидкостная хроматография. Теоретические основы хроматографии. Основные блоки газовых и жидкостных хроматографов. Хроматографический пик, параметры удерживания. Детекторы. Свойства неподвижных фаз. Газовая, жидкостная, тонкослойная, ионообменная и другие виды хроматографии. Принципы и механизмы удерживания и разделения. Эффективность хроматографического разделения. Качественный и количественный анализ. Оптимизация условий анализа в газовой хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Хромато-масс-спектрометрия.

Радиационные измерения. Основные виды ионизирующего излучения. Детекторы, методы количественного анализа. Точность и разрешающая способность радиологических измерений. Нейтронно-активационный анализ.

Физические и механические испытания (на примере испытаний в строительстве). Методы дефектоскопии материалов.

Биологические методы контроля. Определение токсичности воды.

Методы термического анализа. Возможности и применение. Определение показателей пожаровзрывоопасности материалов.

Пример экзаменационного билета

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Кафедра аналитической химии

Дисциплина «Методы и средства измерений и контроля»

Направление подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Билет №1

1. Блок-схема газового хроматографа.
2. Поляризация электродов

Зав. кафедрой аналитической
химии, д-р хим. наук, профессор

З.А. Темердашев

Критерии выставления оценок на экзамене:

оценка «отлично»: глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, логически последовательные, полные, правильные и конкретные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы; использование в необходимой мере в ответах терминологии дисциплины, представленной в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе;

оценка «хорошо»: твёрдые и достаточно полные знания всего программного материала, последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы при свободном реагировании на замечания по отдельным вопросам;

оценка «удовлетворительно»: знание и понимание основных вопросов программы, наличие несущественных ошибок (не более 50%) при неспособности их самостоятельной корректировки;

оценка «неудовлетворительно»: непонимание сущности излагаемых вопросов, грубые существенные ошибки в ответе, неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы экзаменатора.

Критерии оценки при сдаче зачета:

оценка «зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по всем разделам дисциплины, обладает практическими навыками проведения экспериментов, возможно, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять причины процессов и явлений, иллюстрируя ответ примерами.

оценка «не зачтено»: материал не усвоен вовсе или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по разделам дисциплины, показывает ограниченный объем знаний программного материала, не показывает навыков экспериментальной работы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление

информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1. Основная литература

1 Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов в 2-х томах/Под ред. Золотова Ю.А. М.: Академия. 2010

2 Барбалат, Ю.А. Основы аналитической химии: практическое руководство [Электронный ресурс] : руководство / Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш, О.В. Моногарова, Е.А. Осипова ; под ред. Золотова Ю.А., Шеховцовой Т.Н., Осколка К.В.. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 465 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97410>

5.2. Дополнительная литература

1 Аналитическая химия. Проблемы и подходы в 2-х т., под. ред. Кельнера Р., Мерме Ж.-М., Отто М., Видмер Г.М., пер. с англ., М.: Мир АСТ, 2004

2 Васильев В.П. Аналитическая химия: сборник вопросов, упражнений и задач: учебное пособие для студентов вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова - 4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2006.

3 Вершинин, В.И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Вершинин, И.В. Власова, И.А. Никифорова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 428 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97670> .

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.3. Периодические издания

Журнал аналитической химии

Заводская лаборатория. Диагностика материалов.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

-Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, сайт www.gost.ru; база нормативных документов;

-сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

<http://protect.gost.ru;>

- поисковая платформа, объединяющая реферативные базы данных публикаций в научных журналах и патентов <http://www.webofscience.com>;
- библиографическая и реферативная база данных <https://www.scopus.com>;
- справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>);
- база данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru>;
- портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>;
- база данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН <http://www2.viniti.ru/> ;
- федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/register>;
- сайт Росстандарта. Нормативная и техническая базы ГСИ <https://www.gost.ru/portal/gost/home/activity/metrology/normandtech>;
- информационная справочная система нормативно-технической и правовой информации Техэксперт (национальные стандарты, природоохранные нормативные документы) www.cntd.ru;
- федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.пф>.

7 Методические указания и материалы по видам занятий

Методические рекомендации студентам по организации изучения дисциплины " Методы и средства измерений и контроля "

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Выполнение лабораторных работ

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Обзаведитесь всем необходимым методическим обеспечением.

Перед посещением лаборатории изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные

результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями или справочными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

Методические рекомендации преподавателям по методике проведения основных видов учебных занятий

Лекции

Методика чтения лекций

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплине, которые должны решать следующие задачи:

- изложить важнейший материал программы курса, освещающий основные моменты;
- развить у студентов потребность к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее главных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим.

Содержание лекций

Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Крайне желательно, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему курса и представляла собой логически вполне законченную работу. Лучше сократить тему, но не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта.

Лабораторные занятия

Методика проведения лабораторных занятий

Целями проведения лабораторных работ являются:

- установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;
- обучение студентов умению анализировать полученные результаты;
- контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса;
- обучение навыкам профессиональной деятельности

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению эксперимента предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студентов график выполнения лабораторных работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной домашней подготовкой.

Перед началом очередного занятия преподаватель должен удостовериться в готовности студентов к выполнению лабораторной работы путем короткого собеседования и проверки наличия у студентов заготовленных протоколов проведения работы.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

8.1 Перечень информационных технологий

Компьютерная обработка экспериментальных данных.

8.2 Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения

Microsoft Office Excel.

Лицензионные компьютерные программы обработки данных программно-аппаратных комплексов приборов: газовый хроматограф «Кристалл-2000М», газовый хроматограф GC 2010 “Shimadzu”, жидкостный хроматограф LC 2010 “Shimadzu”, газовый хромато-масс-спектрометр GCMS-QP 2010 Plus “Shimadzu” и др. (ознакомительно)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория 425С, 422С, 416С
2.	Лабораторные занятия	Лаборатории 252С, 242С, укомплектованная специализированной мебелью и аналитическим оборудованием: спектрометр инфракрасный, спектрометр LEKI, хроматограф, рН-метры -2шт., фотоколориметры-2шт., кондуктометр, рефрактометр, центрифуга, холодильная камера, весы аналитические, весы лабораторные
3.	Курсовое проектирование	Не предусмотрено
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 242С, 252С
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 242С, 252С
6.	Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов осуществляется в читальных залах библиотеки КубГУ, зале реферативных журналов, вычислительном центре КубГУ, Интернет-центре, а также других аудиториях факультета химии и высоких технологий с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.