

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.
« 31 » _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.01 ОСНОВЫ АНАЛИЗА И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Направление подготовки/специальность 27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль) / специализация Метрология, стандартизация и сертификация

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины ОСНОВЫ АНАЛИЗА И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология

Программу составил:

Азарян А.А., канд. хим. наук

Рабочая программа дисциплины ОСНОВЫ АНАЛИЗА И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ утверждена на заседании кафедры аналитической химии протокол № 6 «07» мая 2024 г.

Заведующий кафедрой аналитической химии Темердашев З.А.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 «20» мая 2024 г.

Председатель УМК факультета химии и высоких технологий

Беспалов А.В.

Рецензенты:

Д.А. Бозин к.х.н., старший научный сотрудник ОАО «НИПИГазпереработка»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Формирование у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО подготовки бакалавров по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология» для осуществления производственно-технологической, научно-исследовательской и педагогической деятельности; формирование у студентов комплексных знаний теоретических основ, методологии и практического выполнения химического анализа и осуществления аналитического контроля.

1.2 Задачи дисциплины

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по формированию компетенций, которыми должны обладать студенты, для освоения дисциплины необходимо решить ряд задач: изучить основные принципы выполнения химического анализа, методологии отбора проб и подготовки их к анализу, а также основных приемов обработки и анализа данных; развить умения проводить мероприятия по обеспечению и контролю качества результатов анализа; сформировать практические навыки проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом полученных результатов; изучить основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии, закономерностей протекания кислотно-основных реакции и теории метода кислотно-основного титрования.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы анализа и аналитического контроля» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 2 курсе очной формы обучения. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Изучению дисциплины «Основы анализа и аналитического контроля» предшествует изучение дисциплин «Физические основы измерений и эталоны», «Химия», «Математика». Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин «Аналитическая химия»; «Методы и средства измерений и контроля», «Организация и технология испытаний».

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-7. Способен проводить эксперименты по заданным методикам, обрабатывать и анализировать результаты, составлять описания проводимых исследований	
ИПК-1.1. Анализирует основные приемы обработки результатов анализа.	знает принципы выполнения химического анализа, приемы обработки и анализа результатов анализа; метрологические характеристики методики анализа.
	умеет осуществлять литературный поиск и анализировать нормативную документацию, стандарты качества, методики анализа, технические характеристики средств измерений, оценивать погрешности измерений.
	владеет навыками анализа и обобщения данных, приемами обработки результатов анализа и оценки метрологических характеристик.
ИПК-1.2. Применяет лабораторные методы для проведения исследований и проведения расчетов.	знает правила сборки, подготовки к работе лабораторных установок для проведения исследований качества и безопасности сырья, полуфабрикатов и готовой продукции
	умеет систематизировать и анализировать информацию, технические данные, показатели и результаты

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
	работы.
	владеет навыками проведения расчетов с использованием современных компьютерных программ в области стандартизации и сертификации

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			3 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		102	102
занятия лекционного типа		34	34
лабораторные занятия		68	68
практические занятия			
семинарские занятия			
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)		0.3	0.3
Самостоятельная работа, в том числе:		40	40
Оформление лабораторных работ		12	12
Самостоятельное изучение теоретического материала		10	10
Самостоятельное решение задач		8	8
Подготовка к текущему контролю		10	10
Контроль:		35.7	35.7
Подготовка к экзамену		35.7	35.7
Общая трудоемкость	час.	180	180
	в том числе контактная работа	104.3	104.3
	зач. ед	5	5

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (2 курсе) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение. Методология химического анализа	8	2	-	4	2
2.	Стадии химического анализа	34	8	-	20	6
3.	Метрологические основы химического анализа	20	4	-	8	8
4.	Обеспечение и контроль качества результатов анализа	16	4	-	8	4
5.	Химические реакции в аналитической химии. Кислотно-основное равновесие.	30	8	-	14	8
6.	Титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование.	34	8	-	14	12
	ИТОГО по разделам дисциплины		34	-	68	40
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.3	-	-	-	-
	Подготовка к текущему контролю	35.7	-	-	-	-
	Общая трудоемкость по дисциплине	180	-	-	-	-

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Введение. Методология химического анализа.	Предмет аналитической химии, ее структура, место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в науке, экономике и других сферах. Основные аналитические проблемы. Виды анализа. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии. Научная химико-аналитическая литература. Метод и методика анализа. Классификация методов анализа. Виды анализа.	Устный опрос. ЛР.
2.	Стадии химического анализа.	Основные стадии химического анализа. Выбор метода и методики анализа и составление схем анализа. <u>Пробоотбор и пробоподготовка.</u> Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы, первичная обработка и хранение проб. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение, термическое разложение, сплавление. Способы интенсификации процесса подготовки проб. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке. <u>Методы выделения, разделения и концентрирования.</u> Классификация методов выделения, разделения и концентрирования. Методы разделения гетерогенных систем: фильтрация, седиментация, центрифугирование, флотация. Методы разделения гомогенных систем: осаждение, дистилляция, ректификация, отгонка, сорбция и экстракция. <u>Методы обнаружения и идентификации.</u> Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических	Устный опрос. ЛР.

		соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ. Микрорентгенофлуоресцентный анализ, пирохимический анализ. Капельный анализ. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. <u>Количественный анализ</u> Аналитический сигнал и помехи. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.	
3.	Метрологические основы химического анализа	Основные метрологические понятия и представления. Основные характеристики метода анализа: правильность, коэффициент чувствительности, предел обнаружения и др. Систематические и случайные погрешности. Статистическая обработка результатов измерений. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа.	Устный опрос. ЛР. Самостоятельная работа
4.	Обеспечение и контроль качества результатов анализа	Понятия обеспечение качества, контроль качества, система качества, управление качеством результатов анализа. Проверка правильности выбранной методики. Аттестация методик анализа. Устойчивость методики анализа. Внутрिलाбораторная воспроизводимость, сходимость результатов анализа. Обеспечение качества результатов анализа: контрольные карты, ведение и хранение документации, межлабораторные эксперименты. Поверка средств измерений. Аккредитация аналитических лабораторий и проверка их компетентности.	Рейтинговая контрольная работа №1
5.	Химические реакции в аналитической химии. Кислотно-основное равновесие	<u>Основные типы химических реакций в аналитической химии</u> : кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Закон действующих масс. Константы равновесия: термодинамические, реальные, условные. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Скорость реакций в химическом анализе. Факторы, влияющие на скорость. Управление реакциями и процессами в аналитической химии. <u>Кислотно-основное равновесие</u> . Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления pH растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.	Устный опрос. ЛР. Рейтинговая контрольная работа №2
6.	Титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование	<u>Титриметрический метод анализа</u> . Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Первичные стандарты, требования к ним. Вторичные стандарты. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. <u>Кислотно-основное титрование</u> . Построение кривых титрования. Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Индикаторы кислотно-основного титрования. рТ индикаторов, интервал перехода окраски. Погрешности	Устный опрос. ЛР. Рейтинговая контрольная работа №3

		титрования. Область практического применения методов кислотно-основного титрования.	
--	--	---	--

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Техника лабораторных работ в аналитической лаборатории.	Способы выражения концентраций растворов.	Решение задач
2.	Дробный и систематический анализ. Классификация катионов.	Важнейшие качественные реакции катионов 1-3 групп. Важнейшие качественные реакции катионов 4-6 групп. Анализ смеси солей на катионы и анионы	Решение задач, ЛР
3.	Статистическая обработка результатов измерений.	Расчет доверительного интервала. Выявление промаха.	Решение задач
4.	Решение расчетных задач по теме «Химическое равновесие».	Расчет pH водных и неводных растворов кислот, оснований, амфолитов, буферных растворов	Решение задач
5.	Кислотно-основного титрования.	Первичные и вторичные стандарты. Приготовление и стандартизация раствора щелочи. Определение сильной кислоты в растворе. Определение азотной и борной кислот при их совместном присутствии. Определение кислотности пищевого продукта методом кислотно-основного титрования. Определение карбоната и щелочи при их совместном присутствии.	Решение задач, ЛР
6.	Расчет кривых кислотно-основного титрования.	Расчет результатов кислотно-основного титрования. Расчет индикаторных ошибок кислотно-основного титрования.	Решение задач

Защита лабораторной работы (ЛР)

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Оформление лабораторных работ	Аналитическая химия : учебное пособие / Д. А. Чупрынина, Л. И. Пиль; Министерство образования и науки Рос. Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2018. - 107 с.: ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 155. - ISBN 978-5-8209-1541-3: 81 р. 58 к. - Текст: непосредственный.
2	Самостоятельное изучение теоретического материала	Аналитическая химия : учебное пособие / Д. А. Чупрынина, Л. И. Пиль; Министерство образования и науки Рос. Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2018. - 107 с.: ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 155. - ISBN 978-5-8209-1541-3: 81 р. 58 к. - Текст: непосредственный.

3	Самостоятельное решение задач	Аналитическая химия : учебное пособие / Д. А. Чупрынина, Л. И. Пиль; Министерство образования и науки Рос. Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2018. - 107 с.: ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 155. - ISBN 978-5-8209-1541-3: 81 р. 58 к. - Текст: непосредственный.
4	Подготовка к текущему контролю	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. - 89 с.

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,
- в печатной форме на языке Брайля.

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, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: аудиторная работа в виде традиционных форм: лекции и лабораторной работы; самостоятельная работа студентов, групповые дискуссии. Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой. В рамках изучения курса предусмотрено посещение экологических лабораторий и научных центров.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Основы анализа и аналитического контроля».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме заданий для самостоятельного решения, задач для решения в аудитории, контрольных работ, контрольных вопросов к лабораторным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и задач к зачету и экзамену.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.1. Анализирует основные приемы обработки результатов анализа.	знает принципы выполнения химического анализа, приемы обработки и анализа результатов анализа; метрологические характеристики методики анализа.	Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения	Вопрос на экзамене
		умеет осуществлять литературный поиск и анализировать нормативную документацию, стандарты качества, методики анализа, технические характеристики средств измерений, оценивать погрешности измерений.	Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения; Лабораторная работа	Экзаменационная задача
		владеет навыками анализа и обобщения данных, приемами обработки результатов анализа и оценки метрологических характеристик.	Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения	Вопрос на экзамене
2	ИПК-1.2. Применяет лабораторные методы для проведения исследований и проведения расчетов.	знает правила сборки, подготовки к работе лабораторных установок для проведения исследований качества и безопасности сырья, полуфабрикатов и готовой продукции	Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения	Экзаменационная задача
		умеет систематизировать и анализировать информацию, технические данные, показатели и результаты работы.	Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения	Вопрос на экзамене
		владеет навыками проведения расчетов с использованием современных компьютерных программ в области стандартизации и сертификации	Контрольная работа; Лабораторная работа	Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Контрольная работа 1

Вариант 1

1. Содержание фосфора в чугуне по данным атомно-эмиссионного анализа составляет (%): 0,26; 0,24; 0,21; 0,23; 0,27; 0,30. Имеется ли промах в выборке результатов? (3 балла)
2. При определении свинца в пищевых продуктах атомно-абсорбционным методом получены следующие результаты (мг/кг): 5,5; 5,4; 5,6; 5,7; 5,6; 5,4. Рассчитайте средний результат анализа и его доверительный интервал (при $P=0,95$). (5 баллов)
3. Определите молярную массу эквивалента кислоты в реакции:
$$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 + 3\text{NaOH} = \text{Na}_3\text{HP}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{O}$$
 (2 балла)
4. Какой объем воды надо добавить к 500 мл 0,6756 М раствора NaOH, чтобы получить раствор с концентрацией 0,5000 М? (3 балла)
5. Основные стадии химического анализа. Охарактеризуйте каждый этап. (7 баллов)
6. Дайте определения следующим понятиям: «сухое» озоление, квартование, предел обнаружения. (3 балла)

Контрольная работа 2

Вариант 1

1. Каким образом связаны между собой термодинамическая и реальная константы равновесия для процесса $\text{A} + b\text{B} \leftrightarrow f\text{F}$? Что такое коэффициент активности? Укажите факторы, влияющие на величину коэффициента активности. Рассчитать реальную константу кислотности для муравьиной кислоты в присутствии 0,003 М раствора MgCl_2 . (5 баллов)
2. Что такое буферный раствор? Приведите примеры. Объясните механизм буферного действия ацетатного буферного раствора? (3 балла)
3. Какая реакция называется кислой, нейтральной и щелочной? Какую среду имеет раствор, полученный при смешивании равных объемов 0,100 М растворов: а) $\text{HCl} + \text{NaOH}$; б) $\text{HCl} + \text{NH}_3$; в) $\text{HCOOH} + \text{HCOONa}$; (3 балла)
4. Вычислить pH раствора, полученного добавлением к 20,00 мл 0,1000 М раствора аммиака 40,00 мл 0,0500 М раствора HCl и 60,00 мл дистиллированной воды ($K_b = 1,75 \cdot 10^{-5}$). (5 баллов)
5. К 100,0 мл 0,0600 М раствора фосфорной кислоты добавлено 75,00 мл 0,1600 М раствора гидроксида калия и 25,00 мл дистиллированной воды. Вычислить pH полученного раствора. ($K_{a1} = 7,52 \cdot 10^{-3}$; $K_{a2} = 6,31 \cdot 10^{-8}$; $K_{a3} = 1,26 \cdot 10^{-12}$). (7 баллов)

Контрольная работа 3

Вариант 1

1. Рассчитайте скачок и подберите индикаторы при титровании 0,2000 М раствора бензойной кислоты ($K=1,62 \cdot 10^{-6}$) 0,2000 М раствором NaOH (погрешность титрования 0,1%). (5 баллов)

2. Перечислите основные требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом методе анализа. Что такое первичные стандарты? Перечислите предъявляемые к ним требования. Назовите основные способы приготовления стандартных растворов. (5 баллов)
3. Чему равна индикаторная ошибка титрования 0,01 М HNO_3 0,015 М NaOH с тимолфталейном ($pT=10$)? (5 баллов)
4. К раствору $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ добавили 25,00 мл раствора NaOH ($T(\text{NaOH})=0,008922$). Кипячением удалили аммиак, а на титрование оставшейся щелочи затратили 8,65 мл раствора HCl ($T(\text{HCl})=0,007236$). Вычислить массу $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в исследуемом растворе. (7 баллов)
5. Как определить при совместном присутствии соляную и *o*-фосфорную кислоты? Покажите, как рассчитать массы этих веществ через объемы титранта. (5 баллов)

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа №1

1. Аналитическая реакция. Аналитические признаки. Чувствительность и селективность аналитической реакции.
2. Дробный и систематический анализ.
3. Принцип деления катионов и анионов на аналитические группы.
4. Различные схемы систематического анализа катионов.
5. Кисотно-щелочная схема разделения катионов. Принадлежность катионов к 1-6 аналитическим группам. Групповые реагенты.
5. Важнейшие качественные реакции катионов 1-6 аналитических групп.

Лабораторная работа №2

1. Принцип разделения анионов на аналитические группы в зависимости от растворимости важнейших соединений.
2. Принадлежность анионов к 1-3 аналитическим группам. Групповые реагенты.
3. Важнейшие качественные реакции анионов 1-3 аналитических групп.
4. Изложите ход систематического анализа в процессе определения катиона и аниона в составе соли.

Лабораторная работа №3

1. Основные понятия титриметрического метода анализа. Точка эквивалентности. Конечная точка титрования. Титрант. Индикатор.
2. Основные требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом методе.
3. Первичные стандартные вещества. Требования к первичным стандартам, примеры. Основные способы приготовления стандартных растворов.
4. Вторичные стандарты, установление их точной концентрации.
5. Основные рабочие растворы в кислотно-основном титровании. Укажите вещества, по которым проводят стандартизацию этих растворов. Напишите уравнения реакций.
6. Титрование по способу пипетирования и по способу отдельных навесок. Формулы для расчета результатов титрования.
7. Дайте определение следующим понятиям: титр раствора; титр раствора по определяемому веществу; эквивалент вещества; фактор эквивалентности; молярная концентрация эквивалента; массовая доля. Приведите формулы, связывающие эти понятия.
8. Основные способы титрования (прямое, обратное, по методу замещения). Принцип расчета результатов титрования.
9. Напишите уравнения для расчета массы аналита по результатам прямого, обратного и заместительного титрования.

10. Напишите уравнение взаимодействия раствора щелочи с первичным стандартом, укажите его фактор эквивалентности.
11. Изобразите кривую титрования и объясните выбор индикатора.

Лабораторная работа № 4

1. Основные положения ионно-хромофорной теории кислотно-основных индикаторов. Таутомеризация. Диссоциация индикатора. Константа кислотно-основного индикатора.
2. Интервал перехода окраски кислотно-основного индикатора, pT . Связь интервала перехода окраски кислотно-основного индикатора и его константы.
3. Понятие о хромофорах и аукохромах. Укажите хромофоры и аукохромы на примере кислотно-основных индикаторов из групп азокрасителей, фталеинов и сульффталеинов.
4. Напишите структурные формулы обеих таутомерных форм фенолфталеина, метилоранжа, пара-нитрофенола и объясните механизм изменения окраски этих индикаторов.
5. Назовите основные группы кислотно-основных индикаторов, укажите их хромофоры.
6. Факторы, влияющие на окраску растворов кислотно-основных индикаторов. Основные требования, предъявляемые к кислотно-основным индикаторам.
7. Кривые титрования сильных кислот и оснований. Степень оттитрованности. Скачок титрования. Расчет pH для построения кривых титрования сильных кислот и оснований; предельные значения концентраций титруемых веществ.
8. Вычисление результатов прямого, обратного и заместительного кислотно-основного титрования.
9. Расчеты при приготовлении растворов необходимой концентрации. Титр, массовая доля, молярная концентрация эквивалента и переход от одной концентрации к другой.
10. Можно ли в качестве титрантов использовать слабые кислоты и основания? Почему?
11. Вычисление pH растворов в процессе кислотно-основного титрования.
12. Методика определения сильной кислоты в растворе. Принцип выбора индикатора.
13. Напишите формулу для расчета кислотности пищевого продукта. Укажите единицу измерения кислотности, приведите ее определение.

Лабораторная работа №5

1. Определение карбонат - и гидрокарбонат-ионов при совместном присутствии. Методика, обоснование выбора индикатора, уравнения реакций.
2. Определение карбоната натрия и гидроксида натрия при совместном присутствии. Методика, обоснование выбора индикатора, уравнения реакций.
3. Принцип определения двух кислот при совместном присутствии методом прямого титрования.
4. Принцип выбора индикаторов для определения смеси двух кислот (двух оснований).
5. Кривые титрования слабых кислот и оснований. Степень оттитрованности. Скачок титрования. Расчет pH для построения кривых титрования слабых кислот и оснований; предельные значения концентраций титруемых веществ и их констант кислотности (основности).
6. При каком условии возможно раздельное титрование смеси кислот или оснований (или многоосновных кислот и многокислотных оснований) по ступеням? Ответ мотивируйте.
7. Основные приемы титрования очень слабых кислот и оснований. Приведите примеры.
8. Основные типы индикаторных ошибок в кислотно-основном титровании. Знак индикаторной ошибки. Примеры.
9. Расчет скачка на кривой титрования слабой (сильной) кислоты сильным основанием; слабого (сильного) основания сильной кислотой. Принцип подбора индикаторов.

1. Список вопросов для подготовки к экзамену

Раздел 1 Методология химического анализа Метод и методика анализа. Аттестованная и модифицированная методика анализа. Виды химического анализа. Количественный и качественный анализ. Основные прикладные направления аналитической химии.

Раздел 2 Стадии химического анализа Основные стадии химического анализа. Выбор метода и методики анализа и составление схем анализа.

Раздел 3 Пробоотбор и пробоподготовка.

Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Генеральная, лабораторная и анализируемая пробы. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Особенности отбора газообразных, жидких и твердых проб. Способы получения средней пробы, первичная обработка и хранение проб. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение, термическое разложение, сплавление. Способы интенсификации процесса подготовки проб. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

Методы выделения, разделения и концентрирования Классификация методов выделения, разделения и концентрирования. Методы разделения гетерогенных систем: фильтрация, седиментация, центрифугирование, флотация. Методы разделения гомогенных систем: осаждение, дистилляция, ректификация, отгонка, сорбция и экстракция.

Методы обнаружения и идентификации Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ. Микрорентгенофлуоресцентный анализ, пирохимический анализ, капельный анализ. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях.

Количественный анализ Аналитический сигнал и помехи. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.

Раздел 4 Метрологические основы химического анализа Основные метрологические понятия и представления. Основные характеристики метода анализа: точность, правильность, воспроизводимость, селективность, коэффициент чувствительности, предел обнаружения и др. Систематические и случайные погрешности. Статистическая обработка результатов измерений. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа.

Раздел 5 Обеспечение и контроль качества результатов анализа Понятия обеспечение качества, контроль качества, система качества, политика качества, управление качеством результатов анализа. Проверка правильности выбранной методики. Аттестация методик анализа. Устойчивость методики анализа. Внутрилабораторная воспроизводимость, сходимостъ результатов анализа. Обеспечение качества результатов анализа: контрольные карты, ведение и хранение документации, межлабораторные эксперименты. Проверка средств измерений. Аккредитация аналитических лабораторий и проверка их компетентности.

Раздел 6 Химические реакции в аналитической химии. Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Скорость реакций в химическом анализе. Химическое равновесие. Факторы, влияющие на положение химического равновесия. Закон действующих масс. Константы равновесия: термодинамические, реальные, условные; факторы, влияющие на их величины. Активность ионов. Коэффициент активности, факторы, влияющие на его величину. Ионная сила раствора. Расчет ионной силы раствора и коэффициентов активности ионов. Уравнения

Дебая-Хюккеля и Дэвиса. Конкурирующие реакции, молярная доля иона. Вывод уравнения для расчета молярной доли аниона слабой многоосновной кислоты. Управление реакциями и процессами в аналитической химии.

Раздел 7 Кисотно-основное равновесие Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Реакция автопротолиза, константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя. Водородный и гидроксильный показатели, мера кислотности (основности) неводных растворов. Кисотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления pH растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

Раздел 8 Титриметрический метод анализа. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Титрования по способу пипетирования и по способу отдельных навесок. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Первичные стандарты, требования к ним. Вторичные стандарты. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

Раздел 9 Кисотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований. Расчет величины скачка на кривой титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Индикаторы кислотно-основного титрования. Основные положения ионной, хромофорной и ионно-хромофорной теорий индикаторов. Хромофоры, ауксохромы, таутомеризация. pH индикаторов, интервал перехода окраски. Требования, предъявляемые к кислотно-основным индикаторам, принцип подбора индикаторов. Основные рабочие растворы в кислотно-основном титровании. Титрование многоосновных кислот и многокислотных оснований по ступеням, раздельное титрование смеси кислот (или оснований). Приемы титрования очень слабых кислот и оснований. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Погрешности титрования. Области практического применения методов кислотно-основного титрования. Определение кислотности пищевых продуктов, азота или NH_4^+ в образцах, временной и постоянной жесткости воды.

Типовые задачи:

1. Определение фактора эквивалентности и молярной массы эквивалентов веществ по уравнению реакции.
2. Расчет концентрации полученных растворов.
3. Расчет среднего результата анализа и доверительного интервала.
4. Расчет абсолютной и относительной погрешности среднего.
5. Расчет предела обнаружения.
6. Вычисление ионной силы растворов, активностей и коэффициентов активности ионов.
7. Расчет молярной доли и равновесных концентраций ионов в растворах.
8. Расчет реальных констант и значений pH в растворах сильных и слабых электролитов с учетом и без учета ионной силы растворов.
9. Расчет pH в растворах амфолитов.
10. Вычисление pH в буферных растворах. Составление буферных растворов.
11. Расчет скачка и кривой титрования.
12. Вычисление результатов прямого, обратного и косвенного кислотно-основного титрования с использованием одного индикатора.

Вычисление результатов прямого кислотно-основного титрования с использованием двух индикаторов

2. Примеры билетов к экзамену

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
Кафедра аналитической химии
Направление подготовки 27.03.01 – Стандартизация и метрология
20__-20__ уч. год
Дисциплина «Основы анализа и аналитического контроля»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1.

1. Виды химического анализа. Выбор метода и методики анализа и составление схем анализа. Проверка правильности выбранной методики.
2. Химическое равновесие в аналитической химии. Закон действующих масс. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Константы равновесия: термодинамические, реальные, условные.
3. К 100,0 мл 0,06 М раствора фосфорной кислоты добавлено 75,00 мл 0,08 М раствора гидроксида калия и 25,00 мл дистиллированной воды. Вычислить pH полученного раствора. ($K_{a1} = 7,52 \cdot 10^{-3}$; $K_{a2} = 6,31 \cdot 10^{-8}$; $K_{a3} = 1,26 \cdot 10^{-12}$).

Заведующий кафедрой
аналитической химии

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Студент свободно владеет теоретическими основами химического анализа, способен самостоятельно решить экзаменационную задачу.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Студент хорошо владеет теоретическим материалом, знает базовые основы химического анализа, способен справиться с экзаменационной задачей при незначительной помощи со стороны преподавателя.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Студент знает базовые аналитические методы, однако плохо разбирается в специфических методах и механизмах основных реакций, с трудом справляется с экзаменационной задачей при существенной помощи со стороны преподавателя.

Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Студент не способен решить экзаменационную задачу даже с помощью преподавателя и плохо владеет теоретическим материалом (наблюдаются существенные ошибки при обсуждении основ химического анализа).
---	--

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 учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Золотов, Ю. А. Введение в аналитическую химию : учебное пособие / Ю. А. Золотов. — 2-е изд. — М.: Лаборатория знаний, 2020. — 266 с. — <https://e.lanbook.com/book/151516?category=3866>

2. Основы аналитической химии: практическое руководство : руководство / Ю. А. Барбалат, А. В. Гармаш, О. В. Моногарова, Е. А. Осипова — М.: Лаборатория знаний, 2017. — 465 с. — <https://e.lanbook.com/book/97410>

3. Аналитическая химия : учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2021. — 107 с. <https://urait.ru/bcode/472049>

4. Власова, Е. Г. Аналитическая химия: химические методы анализа : учебник / Е. Г. Власова ; под редакцией О. М. Петрухина, Л. Б. Кузнецовой ; художник В. Е. Шкерин. — 2-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2021. — 467 с. — <https://e.lanbook.com/book/166725>

5.2. Периодическая литература

1. Журнал аналитической химии - российский научный журнал, публикующий оригинальные статьи теоретического и экспериментального характера по всем аспектам аналитической химии. Особый интерес представляют материалы, содержащие описание новых подходов к анализу (инструментальные, химические и биологические методы), новых детекторов и сенсоров, новых методов подготовки проб и обработки данных.

2. Аналитика и контроль - российский научный журнал, публикующий оригинальные научные статьи и обзоры теоретического, а также экспериментального характера, касающиеся аналитической химии и аналитического контроля химического состава природной среды, веществ, материалов, изделий.

3. Заводская лаборатория. Диагностика материалов – информирует читателей о главных параметрах качества любых веществ и материалов – химическом составе, строении и свойстве.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН»
www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
9. Springer Journals <https://link.springer.com/>
10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
11. Springer Nature Protocols and Methods
<https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
13. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;

5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>.

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru](http://mschool.kubsu.ru;);
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение дисциплины «Аналитическая химия» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, выполнения тестовых проверочных работ, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

- 1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;
- 2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;
- 3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

- 1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;
- 2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

При подготовке к практическому занятию рекомендуется:

- 1) ознакомиться с темой и планом занятия, чтобы выяснить круг вопросов, которые будут обсуждаться на занятии;
- 2) поработать с конспектом лекции по теме занятия, а также ознакомиться с рекомендуемой литературой и (при необходимости) дополнительными источниками информации в виде периодических изданий и Интернет-ресурсов.

При выполнении практической работы студентам необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у них затруднения, с целью последующей консультации у преподавателя. Каждый студент должен стремиться активно работать на практических занятиях и успешно выполнять тестовые проверочные работы.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал и разъясняются наиболее сложные аспекты изучаемых методов анализа. На лабораторных занятиях студенты закрепляют полученные теоретические знания, осваивают специфику и принцип работы аналитического оборудования, способы получения аналитического сигнала и перехода к концентрации анализа. При подготовке к лабораторной работе необходимо внимательно изучить теоретический материал по данной работе, технику выполнения эксперимента, ознакомиться с инструкциями к приборам, которые используются при выполнении работы.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория по аналитической химии (ауд. 415С, 441С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные	Microsoft Windows; Microsoft Office

	шкафы), средства пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, весы лабораторные электронные A&D EK-410i, весы аналитические - 2 шт., электроплитки – 2 шт., сушильный шкаф, химические реактивы.	
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office

