

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Химии и биотехнологии имени В.В. Тутуриной»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №16 от 12 мая 25 г.

Рабочая программа дисциплины

«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Направление: 19.03.01 Биотехнология

Промышленная биотехнология

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Бегунова Лариса
Александровна
Дата подписания: 05.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Евстафьев Сергей
Николаевич
Дата подписания: 09.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Лозовая Татьяна
Сергеевна
Дата подписания: 07.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 25 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Аналитическая химия» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-1 Способность изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, основываясь на законах и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	ОПК ОС-1.8

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-1.8	Владеет законами и методами аналитической химии; применяет их для изучения биологических объектов и процессов	Знать основные этапы качественного и количественного химического анализа; теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа Уметь применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач Владеть основными приемами и методиками проведения химического и физико-химического анализа веществ

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Аналитическая химия» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Основы общей и неорганической химии», «Физика»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Физико-химические методы анализа в биотехнологии», «Физическая и коллоидная химия», «Химия биотехнологического сырья и целевых продуктов», «Пищевая биотехнология», «Биоорганическая химия»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32

лабораторные работы	32	32
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Основные понятия аналитической химии	1	2							Отчет
2	Организация аналитического контроля на предприятиях фармацевтически х и пищевых производств.	2	2							Отчет
3	Гравиметрия	3	2	1	2			1, 3	4	Отчет по лаборатор ной работе
4	Титриметрически е методы анализа	4	8	2, 3, 4	10			1, 2, 3, 4	12	Отчет по лаборатор ной работе
5	Электрохимическ ие методы анализа	5	6	5, 6	8			1, 2, 3, 4	12	Отчет по лаборатор ной работе
6	Оптические методы анализа	6	8	7, 8	8			1, 2, 3, 4	12	Отчет по лаборатор ной работе
7	Хроматографичес кие методы анализа	7	4	9	4			1, 3	4	Отчет по лаборатор ной работе
8	-	8								Отчет
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32		32				80	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
---	------	--------------------

1	Основные понятия аналитической химии	Предмет и задачи аналитической химии. Классификация методов анализа. Задачи и методы качественного и количественного анализа.
2	Организация аналитического контроля на предприятиях фармацевтических и пищевых производств.	Аналитический контроль как важная часть фармацевтических и пищевых технологий. Метрологическое обеспечение аналитического контроля
3	Гравиметрия	Гравиметрический метод анализа (сущность метода, условия образования осадков, формы осадков, классификация гравиметрических методов, важнейшие операции и выбор оптимальных условий).
4	Титриметрические методы анализа	Титриметрический (объемный) метод анализа (сущность метода, стандартные и рабочие растворы, установочные вещества, способы приготовления и стандартизации растворов). Приемы титрования. Вычисления в титриметрии. Классификация титриметрических методов анализа (кисотно-основное титрование, окислительно-восстановительное титрование, комплексонометрическое титрование). Индикаторы. Классификация индикаторов. Правило выбора индикаторов. Кривые титрования.
5	Электрохимические методы анализа	Общая характеристика инструментальных методов (особенности, области применения, основные приемы количественных определений). Потенциометрические методы анализа. Вольтамперометрические методы анализа. Кулонометрические методы анализа.
6	Оптические методы анализа	Закона Бугера-Ламберта-Бера. Спектроскопические методы анализа. Основные принципы и понятия. Атомная эмиссионная спектроскопия. Молекулярная абсорбционная спектроскопия. Кинетические методы анализа.
7	Хроматографические методы анализа	Хроматографические методы анализа. Основные понятия. Классификация методов. Теоретические основы. Основные виды хроматографии. Возможности методов в научном эксперименте.
8	-	

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 2

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария	2
2	Кислотно-основное титрование. Стандартизация	2

	раствора соляной кислоты. Определение содержания карбоната натрия.	
3	Метод комплексонометрии. Определение общей жёсткости воды.	4
4	Окислительно-восстановительное титрование. Метод перманганатометрии. Стандартизация раствора перманганата калия. Определение содержания железа	4
5	Потенциометрическое определение уксусной кислоты	4
6	Определение тиосульфата натрия методом кулонометрического титрования	4
7	Определение содержания молибдена кинетическим методом анализа.	4
8	Определение содержания железа (III) с сульфосалициловой кислотой фотоколориметрическим методом.	4
9	Разделение катионов меди и никеля методом ионообменной хроматографии и количественное определение никеля	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	16
2	Подготовка к контрольным работам	6
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	10
4	Решение специальных задач	12

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия, видеоконференция

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторные работы направлены на получение навыков работы с химической посудой и приборами для методов контроля и анализа веществ, знаний по статистической обработке результатов и определению элементов в исследуемой пробе.

Ход работы (при выполнении лабораторной работы)

1. Прочитайте теоретическое введение.
2. Проведите химический или физико-химический анализ в соответствии с методикой.

3. Выполните расчеты, указанные в методических указаниях по выполнению лабораторных работ.
4. Оформите отчет в установленный преподавателем срок, в соответствии с требованиями к оформлению отчета. Отчеты в назначенный срок сдаются на проверку. Если предусмотрена устная защита лабораторной работы, то до обучающихся доводится перечень вопросов, выносимых на защиту; во время защиты, обучающиеся должны объяснить полученные результаты, отмеченные преподавателем и ответить на его вопросы.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Анциферов Е. А. Физико-химические методы анализа : учебное пособие / Е. А. Анциферов, Л. А. Бегунова, Г. Н. Дударева, 2017. - 127 с.

<http://www.biblio-online.ru/book/535AD001-D1FA-47A8-B1EA-FBC6627EAF21?>

Самостоятельная работа проводится с целью закрепления и углубления знаний по дисциплине и предусматривает следующие элементы:

1 Оформление отчетов по лабораторным работам

Цель работы: Закрепить полученные умения и навыки.

Задание: Подготовить отчет по лабораторной работе.

Требования к отчетным материалам:

Отчет по выполнению лабораторной работы состоит из теоретического введения по теме анализа, ходе выполнения лабораторной работы, результатов проведенного исследования по теме.

2 Подготовка к сдаче и защите отчетов

Цель работы: Закрепить полученные умения и навыки.

Задание: Подготовиться к защите подготовленных отчетов.

Защита отчетных материалов

При защите отчетов преподавателем проверяется: правильность и точность проведения анализа, знание теоретического материала необходимого для выполнения исследования.

3 Решение специальных задач

Решение задач это один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала. Примеры решения типовых задач рассматриваются на занятиях, а также в учебных пособиях и методических указаниях для самостоятельной работы студентов [3,6]. Номера задач или варианта определяется преподавателем на занятиях. Во время выполнения заданий можно пользоваться любой учебной, справочной литературой, конспектами лекций.

Преподаватель на лабораторном занятии раздает задания и доводит до обучающихся сроки на его выполнение.

4 Подготовка к контрольным работам

Для подготовки к контрольной работе студент готовится по темам, которые предусмотрены в контрольной работе и решает выданные варианты индивидуальных заданий. Студент должен уметь применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Контрольные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время лабораторных занятий. Вариантов КР по теме не менее двадцати. Во время выполнения КР пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения КР,

доводит до обучающихся: тему КР, количество заданий в КР, время выполнения КР

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 2 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Отчет должен быть выполнен в установленный преподавателем срок, в соответствии с требованиями к оформлению отчета. Отчеты в назначенный срок сдаются на проверку. Предусмотрена устная защита лабораторной работы, до обучающихся доводится перечень вопросов, выносимых на защиту; во время защиты, обучающиеся должны объяснить полученные результаты отмеченные преподавателем и ответить на его вопросы.

Тема (раздел)

Отчеты по лабораторным работам, группируются их по темам: Титриметрические методы анализа; Оптические методы анализа; Потенциометрические методы анализа; Хроматографические методы анализа.

Описание процедуры:

Подготовка отчетов выполняется студентами самостоятельно. Отчет по выполнению лабораторной работы состоит из теоретического введения по теме анализа, ходе выполнения лабораторной работы, результатов проведенного исследования по теме. При защите отчетов преподавателем проверяется: правильность и точность проведения анализа, знание теоретического материала необходимого для выполнения исследования.

Вопросы для контроля: Вопросы для защиты лабораторных работ представлены в методических указаниях для самостоятельной работы студентов

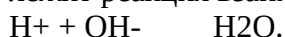
Критерии оценивания.

Отчет считается сданным, если предложенные задания выполнены правильно, демонстрируется знание теоретического и практического материала, необходимого для выполнения работ.

Пример лабораторной работы

Метод кислотно-основного титрования

К кислотно-основному методу, таким образом, относятся объемные определения, в которых для установления конца титрования используется резкое изменение pH титруемого раствора вблизи момента эквивалентности. В основе метода нейтрализации лежит реакция взаимодействия ионов водорода (гидроксония) и ионов гидроксила:



Методом нейтрализации пользуются для количественного определения содержания в растворе кислот, оснований, кислых и гидролизующихся солей. В качестве рабочих растворов в методе нейтрализации, главным образом, используются растворы сильных кислот и оснований. Наиболее часто применяют 0,1N растворы соляной кислоты и едкого натра, которые обычно готовят из более концентрированных растворов этих веществ разбавлением водой, чтобы концентрация полученного раствора была близка к заданной величине. Далее точно устанавливают концентрацию этого раствора путем титрования им титрованного раствора (т.е. раствора с известной концентрацией) соответствующего

исходного вещества. В аналитической практике для приготовления рабочих растворов применяют также фиксаналы.

Для установления концентрации раствора соляной кислоты в качестве точного раствора исходного вещества применяют титрованные растворы тетрабората натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ или карбоната натрия Na_2CO_3 . Установив концентрацию раствора кислоты, определяют концентрацию раствора щелочи, титруя ее кислотой.

Стандартизация рабочего раствора соляной кислоты

Для приготовления разбавленной кислоты рассчитывают на основе плотности и процентного состава концентрированной кислоты, какое количество ее следует взять, чтобы получить заданное количество разбавленной кислоты, и затем соответствующим образом разбавляют.

Для этого измеряют плотность соляной кислоты: в высокий цилиндр наливают концентрированную кислоту, опускают в нее ареометр и делают отсчет. По найденной плотности кислоты находят в справочной таблице ее процентное содержание. Рассчитывают сколько мл концентрированной соляной кислоты надо взять, чтобы приготовить 500 мл раствора приблизительно 0,1N концентрации.

С помощью градуированной пробирки отмеривают в большую колбу количество кислоты на 4-5% большее, чем вычисленное, приливают туда же из измерительного цилиндра 500 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивают.

Установление нормальности раствора соляной кислоты

Ход определения. Бюретку наполняют раствором соляной кислоты, заполняют носик и устанавливают уровень жидкости на нуле. В колбу для титрования с помощью пипетки отмеривают 10,0 мл 0,1 моль/л раствора буры, приливают 1-2 капли метилоранжа и титруют раствором соляной кислоты до перехода желтой окраски раствора в оранжевую. Записывают объем израсходованной кислоты. Первое титрование следует рассматривать как ориентировочное, повторяют его еще несколько раз. Титрование можно считать удовлетворительным, если последующее титрование отличается от предыдущего не более, чем на 0,1 мл.

Примечание: Перед каждым титрованием выливают оттитрованный раствор и ополаскивают колбочку дистиллированной водой.

Взяв из полученных отсчетов среднее арифметическое вычисляют нормальность приготовленного раствора соляной кислоты и его титр:

$$\text{CHCl} = \text{CNa}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot \text{VNa}_2\text{B}_4\text{O}_7 / \text{VHCl}$$

$$\text{THCl} = \text{CHCl} \cdot \text{M}_{\text{HCl}} / 1000$$

Аналогичным образом устанавливают нормальность раствора соляной кислоты, взяв вместо раствора буры 0,1N раствор едкого натра.

Определение содержания карбоната натрия

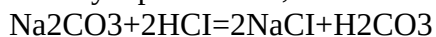
При взаимодействии соды с какой-либо кислотой, например, с соляной, протекают две последовательные реакции:

1. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$
2. $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{CO}_3$

Превращение карбоната в бикарбонат происходит при $\text{pH}=8,35$. Следовательно, соду можно титровать с фенолфталеином, интервал превращения которого лежит в пределах $\text{pH}=8,0-10,0$. В этом случае эквивалент соды равен ее молекулярному весу. Превращение бикарбоната в угольную кислоту происходит при $\text{pH}=3,75$. Следовательно, титрование можно проводить с метилоранжем, интервал превращения которого лежит в пределах $\text{pH}=3,1-4,4$.

В случае титрования Na_2CO_3 с метилоранжем эквивалент соды равен половине ее

молекулярного веса, в соответствии с суммарной реакцией:



Ход определения. Титрование с метилоранжем. Исследуемый раствор переносят в колбу для титрования, приливают 1-2 капли метилоранжа и титруют раствором соляной кислоты до перехода желтой окраски раствора в оранжевую.

Титрование с фенолфталеином. Исследуемый раствор переносят в колбу для титрования, приливают 6-8 капель фенолфталеина и титруют раствором соляной кислоты до обесцвечивания.

Для каждого титрования вычисляют содержание соды в граммах в анализируемом объеме:

$$q \text{ Na}_2\text{CO}_3 = \text{HCl} \times V \text{ HCl} \times \text{Э Na}_2\text{CO}_3 / 1000$$

Из полученных двух результатов анализа берут среднее арифметическое и, узнав у преподавателя титр и объем анализируемого раствора соды, рассчитывают ее истинное содержание. Вычисляют абсолютную и относительную ошибки.

Контрольные вопросы

1

1. Сущность метода кислотно-основного титрования.
2. Ионное произведение воды. Форма и порядок его выражения.
3. Что такое диссоциация? Константа диссоциации. Степень диссоциации.
4. Что характеризует константа равновесия химической реакции?
5. Какие растворы называются буферными? Примеры? Какими свойствами они обладают и чем эти свойства обусловлены?
6. Что такое буферная емкость и чем она характеризуется?
7. Как меняется вид кривой титрования (величина скачка, положение точки эквивалентности) при изменении: - концентрации растворов; - констант диссоциации кислот или оснований; - температуры?
8. Кислотно-основные индикаторы. Ионно-хромофорная теория индикаторов.
9. Что такое – интервал перехода окраски индикатора? Константа диссоциации и показатель титрования индикатора.
10. Характеристика индикаторов метилового оранжевого и фенолфталеина (интервал перехода окраски, цвет, показатель титрования).
11. Дайте краткую характеристику (основные уравнения реакций, титранты, индикаторы, области применения, достоинства и недостатки) метода нейтрализации.

6.1.2 семестр 2 | Отчет

Описание процедуры.

Отчет должен быть выполнен в установленный преподавателем срок, в соответствии с требованиями к оформлению отчета. Отчеты в назначенный срок сдаются на проверку. Предусмотрена устная защита лабораторной работы, до обучающихся доводится перечень вопросов, выносимых на защиту; во время защиты, обучающиеся должны объяснить полученные результаты отмеченные преподавателем и ответить на его вопросы.

Тема (раздел)

Отчеты по лабораторным работам, группируются их по темам: Титриметрические методы анализа; Оптические методы анализа; Потенциометрические методы анализа; Хроматографические методы анализа (3 семестр).

Описание процедуры:

Подготовка отчетов выполняется студентами самостоятельно. Отчет по выполнению лабораторной работы состоит из теоретического введения по теме анализа, ходе выполнения лабораторной работы, результатов проведенного исследования по теме. При защите отчетов преподавателем проверяется: правильность и точность проведения анализа, знание теоретического материала необходимого для выполнения исследования.

Вопросы для контроля: Вопросы для защиты лабораторных работ представлены в методических указаниях для самостоятельной работы студентов

Критерии оценивания.

Отчет должен быть выполнен в установленный преподавателем срок, в соответствии с требованиями к оформлению отчета. Отчеты в назначенный срок сдаются на проверку. Предусмотрена устная защита лабораторной работы, до обучающихся доводится перечень вопросов, выносимых на защиту; во время защиты, обучающиеся должны объяснить полученные результаты отмеченные преподавателем и ответить на его вопросы.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ОПК ОС-1.8	Применяет знания по аналитическим и физико-химическим методам анализа для решения задач в области фармацевтической и пищевой промышленности, в области биотехнологии	Устный опрос или тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в объеме программы учебной дисциплины по билетам. Экзаменационный билет содержит 2 теоретических вопроса и 1 задачу. Теоретические вопросы направлены на проверку знаний химических физико-химических методов анализа, способов определения концентрации вещества в пробе (методом добавок, градуировочного графика и метода одного стандарта), статистической обработки результатов исследования, схемы прибора. Применение метода в пищевой отрасли промышленности. Практические вопросы направлены на проверку навыков работы с химической посудой и приборами. Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и

дополнительные вопросы по другим темам, но не более трех.

Пример задания:

Пример экзаменационного билета

1. Характеристика метода комплексонометрии. Определение жёсткости воды.
2. Сущность метода ионообменной хроматографии, аналитические возможности и практическое значение.
3. Определить содержание кадмия в растворе (г/дм³), если при полярографировании по методу добавок были получены следующие данные: высота волны исследуемой пробы составляет 20,5 мм, а высота волны исследуемого раствора с добавкой 24,3 мм; объем анализируемого раствора равен 15 см³, объем стандартного раствора (добавки) – 2 см³; концентрация стандартного раствора кадмия $C(\text{Cd}^{2+}) = 0,053$ моль/дм³.
4. Определить титр и молярную концентрацию эквивалента раствора серной кислоты, если на титрование 15.2 мл этого раствора пошло 13.5 мл раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией эквивалента 0,05 моль/дм³.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Успешно применяет знания о химических связях различных веществ в области аналитической химии и методах анализа веществ в фармацевтической и пищевой и отраслях промышленности;	Наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала	Наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике	Не применяет знания о химических связях различных веществ в области аналитической химии и методах анализа веществ в фармацевтической и пищевой отраслях промышленности

7 Основная учебная литература

1. Аналитическая химия : учебник для СПО / Ю. М. Глубоков [и др.] ; ред. А. А. Ищенко, 2013. - 317.
2. Васильев. Аналитическая химия Титриметрические и гравиметрический методы анализа, 2004. - 366.

3. Васильев. Аналитическая химия Физико-химические методы анализа, 2004. - 383.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Васильев. Аналитическая химия Физико-химические методы анализа, 2005. - 383.

2. Аналитическая химия : учеб. для образоват. учреждений сред. проф. образования по группе специальностей 2500 "Хим. технология" / Ю. М. Глубоков [и др.], 2004. - 316.

3. Васильев В. П. Аналитическая химия: Сб. вопр., упражнений и задач : учеб. пособие для вузов по направлениям подгот. дипломир. специалистов хим.-технол. профиля / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова, 2003. - 318.

4. Пилипенко Анатолий Терентьевич. Аналитическая химия : учеб. и пособие для хим. и хим.-технол. спец. вузов: В 2 кн. Кн. 1 / Анатолий Терентьевич Пилипенко, Игорь Владимирович Пятницкий, 1990. - 479.

5. Пилипенко Анатолий Терентьевич. Аналитическая химия : учеб. и пособие для хим. и хим.-технол. спец. вузов: В 2 кн. Кн. 2 / Анатолий Терентьевич Пилипенко, Игорь Владимирович Пятницкий, 1990. - 845.

6. Золотов Юрий Александрович. Аналитическая химия: проблемы и достижения / Ю. А. Золотов; Рос. АН, Ин-т геохимии и аналит. химии им. В. И. Вернадского, Ин-т общ. и неорг. химии им. Н. С. Курнакова, 1992. - 284.

7. Васильев. Аналитическая химия : учебник для студентов вузов : в 2 кн. Кн. 1 : Титриметрический и гравиметрический методы анализа, 2005. - 366.

8. Васильев. Аналитическая химия : учебник для студентов вузов : в 2 кн. Кн. 2 : Физико-химические методы анализа, 2004. - 383.

9. Валова (Копылова) В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс] : практикум / В. Д. Валова (Копылова), Е. И. Паршина, 2020. - [199].

10. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, 2024. - 107.

11. Аналитическая химия. Оптические методы анализа. Спектрофотометрия [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ / Иркут. гос. техн. ун-т, 2010. - 12.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Спектрофотометр ПЭ-5400В
2. Аквадистиллятор эл.ДЭ-4 Ц
3. Лабораторный рН-метр ИПЛ-301
4. муфельная печь
5. Электронные весы
6. Анализатор вольтамперометрический "АВС-1.1"
7. Анализатор кулонометрический "Эксперт-006-универсальный"
8. Анализатор жидкости "Флюорат-02-5М"