

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

«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА»

Специальность: 21.05.04 Горное дело

Обогащение полезных ископаемых

Квалификация: Горный инженер (специалист)

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Бегунова Лариса
Александровна
Дата подписания: 07.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Евстафьев Сергей
Николаевич
Дата подписания: 10.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Федотов
Константин Вадимович
Дата подписания: 09.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 25 г.

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

1.1 Дисциплина «Физико-химические методы анализа» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород для выбора эффективной тех-нологии переработки	ПКС-2.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.3	Способен использовать теоретические и прикладные вопросы физической химии для оценки основных свойств и характеристик минерального сырья	Знать основные этапы качественного и количественного химического анализа; теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа Уметь применять современное оборудование и приборы при решении практических задач Владеть основными приемами и методиками проведения химического и физико-химического анализа веществ для оценки свойств и характеристик минерального сырья

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Физико-химические методы анализа» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Гидрометаллургические методы переработки минерального сырья», «Физическая химия»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	32	32

практические/семинарские занятия	0	0
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 4

№ 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	Химические методы анализа	1	4	1, 2	8			2, 3, 3, 3, 4	38	Отчет по лаборатор ной работе
2	Физико- химические методы анализа	2	6	3, 4, 5, 6	24			4, 4	12	Контрольн ая работа
3	Методы разделения	3	2					3	2	Отчет по лаборатор ной работе
4	Организация аналитического контроля на предприятиях горно- обогачительных предприятий	4	4					1	8	Отчет
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16		32				60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Химические методы анализа	Предмет и задачи аналитического контроля. Качественный анализ. Количественный анализ. Классические (химические) методы количественного анализа. Гравиметрия. Кислотно-основное титрование. -восстановительное титрование. Комплексонометрия.
2	Физико-химические	Электрохимические методы анализа. Оптические

	методы анализа	методы анализа. Физические методы анализа.
3	Методы разделения	Экстракционные и хроматографические методы разделения веществ.
4	Организация аналитического контроля на предприятиях горно-обогатительных предприятий	Аналитический контроль как важная часть горного производства. Метрологическое обеспечение аналитического контроля.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Кислотно-основное титрование. Стандартизация раствора соляной кислоты. Определение содержания карбоната натрия.	4
2	Окислительно-восстановительное титрование. Метод перманганатометрии. Стандартизация раствора перманганата калия. Определение содержания же-леза	4
3	Потенциометрическое определение уксусной кислоты	6
4	Определение содержания молибдена кинетическим методом анализа.	6
5	Определение содержания железа (III) с сульфосалициловой кислотой фотоколориметрическим методом.	6
6	Разделение меди и никеля методом ионнообменной хроматографии	6

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	8
2	Подготовка к контрольным работам	8
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	22
4	Решение специальных задач	22

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 4 | 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

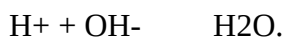
Критерии оценивания.

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.

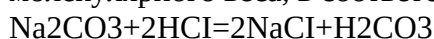
Определение содержания карбоната натрия

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



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:

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

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 4 | 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.

6.1.3 семестр 4 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Контрольная работа проводится по теме:

1. Титриметрические методы анализа.
2. Электрохимические методы анализа.
3. Оптические методы анализа.

Ниже приведён образец типового варианта контрольной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта контрольной работы по теме: «Оптические методы анализа»

Предел длительности контроля – 60 минут.

Предлагаемое количество заданий – 4.

1. Фотометрический анализ: сущность метода и области его применения.
2. Определение состава смеси методом рефрактометрии.
3. Вычислить значения удельной рефракции раствора CH_3COOH :
а) на основании данных: $n = 1,3698$; $d = 1,0493 \text{ г/см}^3$;
б) по свойству аддитивности: $R(\text{C}) = 2,418$; $R(\text{H}) = 1,1$; $R(\text{O в C=O}) = 2,211$; $R(\text{O в OH}) = 1,525 \text{ см}^3/\text{моль}$.
4. Вычислите коэффициент молярного поглощения комплекса меди (состав 1:1), если оптическая плотность раствора, содержащего 0,50 мг меди в 250,0 мл при толщине поглощения слоя 1 см, равна 0,150.

Критерии оценивания.

Контрольная работа выполнена в соответствии с требованиями, задачи решены правильно.

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
ПКС-2.3	Применяет знания по аналитическим и физико-химическим методам анализа для оценки основных свойств минерального сырья	Устное собеседование или тестирование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 4, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Формы проведения зачёта – устный опрос.

Вопросы опроса охватывают весь пройденный материал программы в 3 учебном семестре. Студенту задаются не более трех четко сформулированных вопросов из различных разделов, тем программы, рассчитанных по объему на ответ студента в течение до 10 минут.

Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы, а также давать задачи и примеры по программе данной учебной дисциплины из числа заданий пройденных лабораторных работ (в случае выполнения лабораторных работ не в полном объеме).

Контрольные вопросы к зачёту

1. Основные метрологические характеристики аналитических методов (воспроизводимость, правильность, чувствительность, предел обнаружения).
2. Кисотно-основные индикаторы. Ионно-хромофорная теория индикаторов.
3. Различные принципы классификации аналитических методов.
4. Аналитический сигнал, его интенсивность, шум.
5. Классификация методов количественного химического анализа. Химическая реакция как источник аналитической информации.
6. Константа равновесия химической реакции. Правило ионного произведения воды. Водородный показатель. Расчет pH.
7. Константа равновесия и ЭДС окислительно-восстановительных реакций. Окислительно-восстановительное титрование. Примеры применения перманганатометрии.

8. Классификация и сущность титриметрических методов анализа. Точка эквивалентности, конечная точка титрования.
9. Стандартные образцы состава веществ и материалов (ГСО, ОСО, СОП).
10. Классификация инструментальных методов анализа. Основные способы определения концентрации аналита в инструментальных методах.
11. Классификация оптических методов анализа. Основные характеристики электромагнитного излучения.
12. Абсорбционные оптические методы анализа. Основной закон светопоглощения, его использование в аналитических целях.
13. Эмиссионные методы анализа. Аналитические возможности люминисцентного и пламенно-фотометрических методов.
14. Классификация потенциометрических методов анализа. Прямая потенциометрия, измерение потенциала, уравнение Нернста. Потенциометрическое титрование
15. Кулонометрические методы анализа, классификация, аналитические возможности. Кулонометрическое титрование.
16. Основные виды вольтамперометрических методов анализа. Применение и аналитические возможности полярографии.
17. Классификация хроматографических методов анализа по различным принципам.
18. Сущность закона Ламберта – Бугера – Бера? Уравнение, выражающее основной закон поглощения в интегральной форме.
19. Сущность метода ионообменной хроматографии, аналитические возможности и практическое значение.
20. Какие типы ионообменных смол применяются в хроматографии?
21. Стандартные образцы состава веществ и материалов (ГСО, ОСО, СОП)

Пример задания:

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.

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Демонстрирует правильное применение теоретических положений при решении практических вопросов и задач в области методов контроля и анализа веществ	Не демонстрирует правильное применение теоретических положений при решении практических вопросов и задач в области методов контроля и анализа веществ

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"