

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 И ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Направление: 22.03.02 Metallургия

Metallургия цветных, редких и благородных металлов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Филатова Елена Геннадьевна
Дата подписания: 20.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Евстафьев Сергей
Николаевич
Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Немчинова Нина
Владимировна
Дата подписания: 20.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 25 г.

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

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

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-1 Способность решать задачи в области профессиональной деятельности, применяя методы математического анализа и естественнонаучные знания	ОПК ОС-1.4, ОПК ОС-1.6

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-1.4	Применяет физико-химические законы и закономерности в области химической термодинамики и феноменологической кинетики, оценивает возможность протекания реакции и методы управления ее скоростью на основе анализа материального и энергетического балансов, демонстрирует знания принципов и методов физико-химического анализа, знания механизмов и закономерностей электродных процессов	Знать основы химической термодинамики, феноменологической кинетики и теоретической электрохимии. Уметь вести расчеты на основе принципа минимума энергии Гиббса при оценке возможности протекания самопроизвольного процесса, читать диаграммы состояния, вести расчеты и оценивать кинетические характеристики химических реакций (константы скорости, энергии активации), оценивать режимы протекания гетерогенных реакций, рассчитывать электрические проводимости растворов электролитов, записывать электрохимические цепи, оценивать самопроизвольность электродных процессов, отличать устройства гальванических элементов и электролизеров, использовать законы Фарадея и учитывать явления электродной поляризации. Владеть математическими приемами термодинамических расчетов, расчетов по химической кинетике и электрохимии, навыками оформления отчетов по лабораторным и практическим работам с использованием стандартов и правил учебного заведения.
ОПК ОС-1.6	Использует знания методов	Знать процессы, используемые в

	контроля и анализа веществ для решения физико-химических задач в области технологии металлургических процессов	металлургических технологиях; основные закономерности протекания физико-химических процессов. Уметь выбрать оптимальный, с аналитической точки зрения, метод анализа и контроля анализируемого объекта и провести статистическую обработку результатов аналитических определений; рассчитывать и анализировать химические и физико-химические процессы. Владеть основными приёмами и методиками проведения контроля и анализа веществ.
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Аналитическая и физическая химия» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Химия»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Теория гидрометаллургических процессов», «Теория пирометаллургических процессов», «Теория электрометаллургических процессов»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 8 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)			
	Всего	Учебный год № 2	Учебный год № 3	Учебный год № 4
Общая трудоемкость дисциплины	288	36	144	108
Аудиторные занятия, в том числе:	30	2	20	8
лекции	12	2	6	4
лабораторные работы	10	0	6	4
практические/семинарские занятия	8	0	8	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	245	34	115	96
Трудоемкость промежуточной аттестации	13	0	9	4

Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Зачет, Экзамен		Экзамен	Зачет
---	------------------	--	---------	-------

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 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	Предмет и задачи дисциплины. Вводная лекция	1	2					1	34	Проработк а отдельных разделов теоретичес кого курса
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 3

№ 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	Химическая термодинамика	1	2	1	2	1	2	1, 2, 3, 4	18	Отчет по лаборатор ной работе
2	Химическое и фазовое равновесие	2	2	2	2	2	2	1, 2, 3	10	Отчет по лаборатор ной работе
3	Равновесие в растворах электролитов и электрохимическ их системах. Явления переноса в растворах электролитов	3	2					1, 2, 5	41	Решение задач
4	Законы феноменологичес кой кинетики			3	2	3	4	1, 2, 3, 5	46	Контрольн ая работа
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		6		6		8		124	

Учебный год № 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, 2	4	1	2			2, 3, 4	50	Отчет по лабораторной работе
2	Физико-химические методы анализа			2	2			1	12	Контрольная работа
3	Методы разделения							4	22	Проработка отдельных разделов теоретического курса
4	Организация аналитического контроля на предприятиях металлургического производства							4	12	Проработка отдельных разделов теоретического курса
	Промежуточная аттестация								4	Зачет
	Всего		4		4				100	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Предмет и задачи дисциплины. Вводная лекция	Предмет и задачи аналитического контроля. Качественный и количественный анализ - классические методы. Основные представления о физической химии

Учебный год № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Химическая термодинамика	Законы термодинамики. Статистическая термодинамика. Термодинамика растворов.
2	Химическое и фазовое равновесие	Кинетическая и термодинамическая характеристики равновесного состояния системы. Константа равновесия. Химическое сродство. Стандартное химическое сродство и реакционная способность. Гетерогенное равновесие. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Системы с ограниченной и неограниченной растворимостью в жидком и твердом состояниях, с образованием конгруэнтно и инконгруэнтно плавящихся химических соединений. Физико-химический анализ. Термический анализ. Расчеты по диаграммам состояния.
3	Равновесие в растворах электролитов и электрохимических системах. Явления переноса в растворах	Равновесные явления в растворах электролитов. Классификация электролитов. Силы межчастичного взаимодействия. Строение растворов электролитов. Электродное равновесие и электродвижущие силы. Электрическая

	электролитов	проводимость в ионных средах, теоретические и экспериментальные закономерности
4	Законы феноменологической кинетики	Формальная кинетика простых гомогенных реакций. Кинетика гетерогенных реакций. Кинетика электрохимических реакций

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Химические методы анализа	Предмет и задачи аналитического контроля. Качественный анализ. Количественный анализ. Классические (химические) методы количественного анализа. Кислотно-основное титрование. Окислительно-восстановительное титрование. Комплексонометрия.
2	Физико-химические методы анализа	Электрохимические методы анализа. Оптические методы анализа. Физические методы анализа.
3	Методы разделения	Экстракционные и хроматографические методы разделения веществ.
4	Организация аналитического контроля на предприятиях металлургического производства	Аналитический контроль как важная часть металлургической технологии. Метрологическое обеспечение аналитического контроля.

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Определение теплоты нейтрализации	2
2	Определение константы равновесия гомогенной химической реакции	2
3	Изучение зависимости скорости химической реакции от температуры	2

Учебный год № 4

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Кислотно-основное титрование. Стандартизация раствора соляной кислоты. Определение содержания карбоната натрия	2
2	Определение содержания железа (III) с сульфосалициловой кислотой фотоколориметрическим методом	2

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет теплоемкости индивидуального вещества по справочным данным	2
2	Расчет составов и масс равновесных фаз по диаграммам состояния	2
3	Расчет порядка и константы скорости химической реакции	4

4.5 Самостоятельная работа**Учебный год № 2**

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	34

Учебный год № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Контрольная работа для студентов заочной формы обучения	30
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	14
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	8
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	8
5	Проработка разделов теоретического материала	55

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Контрольная работа для студентов заочной формы обучения	12
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	18
3	Подготовка к зачёту	20
4	Проработка разделов теоретического материала	46

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия является одним из видов интерактивных образовательных технологий. Представляет собой обсуждение, совместное исследование конкретной темы, задачи и явления между всеми участниками образовательного процесса. Проведение занятий-дискуссий стимулирует познавательную активность обучающихся, способствует более осмысленному освоению ими новых знаний посредством подготовки аргументации и защиты своей позиции по обсуждаемой теме.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1. Яковлева А. А. Физическая химия. Примеры и задачи: учебное пособие / А. А. Яковлева ИРНИТУ, 2021, 116 с.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебное пособие / Г. Н. Дударева [и др.], 2018. - 196. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-16994.pdf>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

1. Яковлева А. А. Физическая химия для металлургов : учебное пособие / А. А. Яковлева, В. Г. Соболева, Е. Г. Филатова, 2019. – 131 с.
2. Методы контроля и анализа веществ: учебное пособие / Е. А. Анциферов, Л. А. Бегунова, Н. Н. Шевелева, 2015. - 127 с.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Яковлева А. А. Физическая химия для металлургов : учебное пособие / А. А. Яковлева, В. Г. Соболева, Е. Г. Филатова, 2019. – 131 с.
2. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебное пособие / Г. Н. Дударева [и др.], 2018. - 196. <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-16994.pdf>
3. Методы контроля и анализа веществ [Электронный ресурс] : программа и методические указания к выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 46.

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 учебный год 2 | Проработка отдельных разделов теоретического курса

Описание процедуры.

Данный вид текущего контроля предполагает самостоятельное изучение отдельных разделов теоретического курса. Обучающийся при выполнении данного вида задания может пользоваться как рекомендуемыми основной и дополнительной литературой, так и подбирать и использовать новые информационные источники по направлению дисциплины.

Критерии оценивания.

Проверка уровня сформированности компетенции в виде письменного задания по одному из теоретических вопросов экзамена.

6.1.2 учебный год 3 | Решение задач

Описание процедуры.

Обучающиеся решают задачи с использованием справочных данных по указанным темам.

Критерии оценивания.

При проверке задач преподавателем проверяется: ход решения и окончательный ответ.

6.1.3 учебный год 3 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Перед проведением лабораторных работ все обучающиеся обязаны ознакомиться с правилами охраны труда и строго их выполнять. К выполнению лабораторных работ допускаются обучающиеся, прослушавшие инструктаж по технике безопасности и сделав соответствующую запись в журнале по ТБ в аудитории, предназначенной для проведения лабораторных работ по данной дисциплине.

1. Задание на выполнение лабораторной работы обучающийся получает на предыдущем занятии. При подготовке к лабораторной работе обучающийся обязан ознакомиться с её содержанием, повторить или изучить теоретический материал, относящийся к работе, используя рекомендуемую литературу, понять цель и задачи работы.
2. К началу занятий должна быть подготовлен шаблон отчета по лабораторной работе.

Критерии оценивания.

При проверке отчетов по лабораторным работам преподавателем проверяется: правильность и точность проведения анализа, знание теоретического и практического материала необходимого для выполнения исследования.

6.1.4 учебный год 3 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Обучающиеся самостоятельно выполняют контрольную работу, которую сдают в начале сессии на 3-ем курсе. Контрольная работа состоит из 2-х частей (по вариантам согласно порядковому номеру из списка студентов группы):

1 часть – теоретические вопросы:

Каковы термодинамические и кинетические признаки равновесного состояния?

В чем заключается тепловая теорема Нернста и какое практическое значение она имеет?

Какова связь между возможностью протекания процесса и его пределом?

Как вычислить изменение энтропии при химических процессах и фазовых превращениях?

2 часть - решение задач:

Задача 1. Вычислить стандартную теплоту (энтальпию) образования соединения, если известна его теплота сгорания $\Delta H_{\text{сгор}}$ при $T=298\text{ К}$ и $p=1,0133 \cdot 10^5\text{ Па}$. Теплоты сгорания простых веществ:

$\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 (\text{г}) - 393,79 \cdot 10^6\text{ Дж/кмоль}$

$\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O} (\text{г}) - 286,26 \cdot 10^6\text{ Дж/кмоль}$

Задача 2.

1. Выразить зависимость теплового эффекта реакции от температуры, если известны стандартные энтальпии образования веществ, участвующих в реакции, и уравнения зависимости $C_p = f(T)$.

2. Вычислить тепловой эффект реакции при температуре T и определить, насколько при этой температуре отличается Q_p от Q_v (тепловой эффект реакции при постоянном давлении от теплового эффекта при постоянном объеме).

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы теоретических вопросов, правильность решения задач, качество оформления.

6.1.5 учебный год 4 | Проработка отдельных разделов теоретического курса

Описание процедуры.

Данный вид текущего контроля предполагает самостоятельное изучение отдельных разделов теоретического курса. Обучающийся при выполнении данного вида задания может пользоваться как рекомендуемыми основной и дополнительной литературой, так и подбирать и использовать новые информационные источники по направлению дисциплины.

Критерии оценивания.

Проверка уровня сформированности компетенции в виде письменного задания по одному из теоретических вопросов зачета.

6.1.6 учебный год 4 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Перед проведением лабораторных работ все обучающиеся обязаны ознакомиться с правилами охраны труда и строго их выполнять. К выполнению лабораторных работ допускаются обучающиеся, прослушавшие инструктаж по технике безопасности и сделав соответствующую запись в журнале по ТБ в аудитории, предназначенной для проведения лабораторных работ по данной дисциплине.

1. Задание на выполнение лабораторной работы обучающийся получает на предыдущем занятии. При подготовке к лабораторной работе обучающийся обязан ознакомиться с её содержанием, повторить или изучить теоретический материал, относящийся к работе, используя рекомендуемую литературу, понять цель и задачи работы.
2. К началу занятий должна быть подготовлен шаблон отчета по лабораторной работе.

Критерии оценивания.

При проверке отчетов по лабораторным работам преподавателем проверяется: правильность и точность проведения анализа, знание теоретического и практического материала необходимого для выполнения исследования.

6.1.7 учебный год 4 | Контрольная работа

Описание процедуры.

По результатам освоения теоретического материала обучающиеся самостоятельно выполняют контрольную работу по методическим указаниям из п.5.1.3.

Критерии оценивания.

Полнота раскрытия темы теоретических вопросов, правильность решения задач, качество оформления.

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-1.4	Демонстрирует умение анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетных работ по химической термодинамике, феноменологической кинетике и электрохимии; владеет знаниями принципов и методов физико-химического анализа при оценке диаграмм состояния системы. Обучающийся грамотно использует основные понятия и терминами дисциплины, ответы на вопросы отличаются полнотой, логически последовательны.	Устное собеседование по теоретическим вопросам экзаменационного билета.
ОПК ОС-1.6	Умеет применять теоретические положения при решении практических вопросов и физико-химических задач в области методов контроля и анализа веществ.	Устное собеседование по вопросам к зачету.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Обучающийся сдает экзамен по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов. Для подготовки ответа на вопросы экзаменационного билета студент имеет 30 минут. При проверке ответов на вопросы экзаменационного билета преподаватель может задать студенту уточняющие вопросы, ответ на которые студент дает в устной форме. Ответ студента оценивается по четырех бальной системе.

Пример задания:

1. Работа, теплота и внутренняя энергия. Первое начало термодинамики.
2. Влияние температуры на тепловой эффект (закон и дифференциальная форма уравнения Кирхгофа).
3. Интегральная форма уравнения Кирхгофа.
4. Второе начало термодинамики.
5. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Системы с образованием конгруэнтно плавящихся химических соединений.
6. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Системы с образованием инконгруэнтно плавящихся химических соединений.
7. Теории химической кинетики. Теория активных столкновений
8. Теории химической кинетики. Теория активированного комплекса
9. Классификация поляризационных явлений.
10. Электрохимическое перенапряжение. Уравнение Тафеля.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Сформировано умение анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетных работ по химической термодинамике, феноменологической кинетике и электрохимии; владеет знаниями принципов и методов физико-химического анализа при оценке диаграмм состояния системы. Обучающийся грамотно использует основные понятия и терминами дисциплины, ответы на вопросы отличаются полнотой, логически последовательны.	Недостаточно глубоко сформировано умение анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетных работ по химической термодинамике, феноменологической кинетике и электрохимии; владеет знаниями принципов и методов физико-химического анализа при оценке диаграмм состояния системы. Обучающийся грамотно использует основные понятия и терминами дисциплины, ответы на вопросы отличаются полнотой, логически последовательны.	Удовлетворительно сформировано умение анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетных работ по химической термодинамике, феноменологической кинетике и электрохимии; владеет знаниями принципов и методов физико-химического анализа при оценке диаграмм состояния системы. Обучающийся грамотно использует основные понятия и терминами дисциплины, ответы на вопросы отличаются полнотой, логически последовательны.	Не сформировано умение анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетных работ по химической термодинамике, феноменологической кинетике и электрохимии; владеет знаниями принципов и методов физико-химического анализа при оценке диаграмм состояния системы. Обучающийся грамотно использует основные понятия и терминами дисциплины, ответы на вопросы отличаются полнотой, логически последовательны.

6.2.2.2 Учебный год 4, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Формы проведения зачёта – устный опрос.

Вопросы опроса охватывают весь пройденный материал программы в 4 учебном году.

Студенту задаются не более двух четко сформулированных вопросов из различных

разделов, тем программы, рассчитанных по объему на ответ студента в течение до 15 минут.

Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы по программе данной учебной дисциплины из числа заданий пройденных лабораторных работ и практических занятий.

Пример задания:

1. Классификация методов количественного химического анализа. Химическая реакция как источник аналитической информации.
2. Константа равновесия химической реакции. Правило ионного произведения воды. Водородный показатель. Расчет рН.
3. Константа равновесия и ЭДС окислительно-восстановительных реакций. Окислительно-восстановительное титрование.
4. Классификация и сущность титриметрических методов анализа. Точка эквивалентности, конечная точка титрования.
5. Стандартные образцы состава веществ и материалов (ГСО, ОСО, СОП). Классификация инструментальных методов анализа. Основные способы определения концентрации аналита в инструментальных методах.
6. Классификация оптических методов анализа. Основные характеристики электромагнитного излучения.
7. Абсорбционные оптические методы анализа. Основной закон светопоглощения, его использование в аналитических целях.
8. Эмиссионные методы анализа. Аналитические возможности люминесцентного и пламенно-фотометрических методов.
9. Классификация потенциометрических методов анализа. Прямая потенциометрия, измерение потенциала, уравнение Нернста. Потенциометрическое титрование
10. Кулонометрические методы анализа, классификация, аналитические возможности. Кулонометрическое титрование.

6.2.2.2.2 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. Стромберг А. Г. Физическая химия : учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко, 2009. - 526.
2. Аналитическая химия : учебник для СПО / Ю. М. Глубоков [и др.] ; ред. А. А. Ищенко, 2013. - 317.
3. Яковлева А. А. Физическая химия : учебное пособие для вузов по направлению "Металлургия" / А. А. Яковлева, Е. В. Кудрявцева, 2015 (2014 обл.). - 175.
4. Яковлева А. А. Физическая химия для металлургов : учебное пособие / А. А. Яковлева, В. Г. Соболева, Е. Г. Филатова, 2019. - 131.

5. Яковлева А. А. Физическая химия. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Яковлева, 2021. - 128.

6. Анциферов Е. А. Методы контроля и анализа веществ : учебное пособие / Е. А. Анциферов, Л. А. Бегунова, Н. Н. Шевелева, 2015. - 127.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Эткинс. Физическая химия Равновесная термодинамика, 2007. - 494.

2. Жуховицкий А. А. Физическая химия : учеб. для вузов по металлург. специальностям / А. А. Жуховицкий, Л. А. Шварцман, 2001. - 686.

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

4. Васильев. Аналитическая химия Титриметрические и гравиметрический методы анализа, 2005. - 366.

5. Методы контроля и анализа веществ [Электронный ресурс] : программа и методические указания к выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения / Иркут. гос. техн. ун-т, 2008. - 46.

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 Professional Plus 2013

2. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP_prof_64, XP_prof_32 - поставка 2010

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Шкаф вытяжной 1500 ШВ-2-KrO"Квадро"

2. 13394 Потенциометр Р-307

3. 312307 Колориметр КФК-2

4. Ионмер И-160МИ

5. кондуктомер Эксперт

6. Фотометр (фотоэлектроколориметр) КФК-3-01

7. Анализатор жидкости "Флюорат-02-5М"
8. Весы HL-400
9. Шкаф вытяжной 1500 ШВ-2-KrO"Квадро"
10. 12447 Иономер ЭВ-74