

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт
физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____/Ж.В. Мацулевич/

подпись ФИО

“20” июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.1.2 Физико-химические основы анализа высокочистых
материалов

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки бакалавров/специалистов/магистров

Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность: «Технология материалов и изделий электроники и микроэлектроники»

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра: НиБ

Кафедра-разработчик НиБ

Объем дисциплины: 108/3

Промежуточная аттестация: зачет

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик(и): Корнев Роман Алексеевич, д.х.н.

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 19 сентября 2017 г. № 927 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ
протокол от 25.05.2023 г. № 22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 11.05.2023 г № 7.

Зав. кафедрой: к.х.н., доцент Калинина А.А.

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИФХТиМ, протокол от 16.05.2023 г № 9.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 11.03.04-н-44

Начальник МО

_____/Н.Р. Булгакова/
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

_____/Н.И. Кабанина/
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	4
4. Структура и содержание дисциплины	7
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины	13
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	16
7. Информационное обеспечение дисциплины	17
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ	19
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине	19
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины	21
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	24

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины «Физико-химические основы анализа высокочистых материалов» является формирование у бакалавров представлений о современных материалах, применяемых в микро- и нанoeлектронике, технологиях их получения и очистки, методах контроля основных параметров и готовности обучаемого к выполнению различных видов профессиональной деятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучить основные способы получения высокочистых материалов для электроники и контроля их характеристик;
- сформировать умения корректно обосновать выбор методов получения чистых материалов и контроля их чистоты, выбор аналитического и технологического оборудования для получения и исследования чистых материалов;
- сформировать навыки применения методов получения чистых материалов и контроля их чистоты, применения аналитического и технологического оборудования для получения и исследования чистых материалов;
- развить самостоятельность в приобретении научных знаний и опыта экспериментальной работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина «Физико-химические основы анализа высокочистых материалов» включена в блок Б1.В.ДВ.1 дисциплин по выбору образовательной программы «Технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина основывается на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Общая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Физическая химия», «Общая химическая технология».

Знания, умения и навыки, полученные учащимся при изучении дисциплины – «Физико-химические основы анализа высокочистых материалов» необходимы для освоения последующих курсов профессионального цикла «Оборудование и производство электронной техники», «Технология летучих высокочистых веществ для производства изделий электронной техники» и др., прохождении практик, а также при подготовке, выполнении и защите курсовых и выпускной квалификационной работ, при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические основы анализа высокочистых материалов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Физико-химические основы анализа высокочистых материалов» направлен на:

- формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»:

а) профессиональных (ПК): ПК-5.

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-5								
Материаловедение для электронной промышленности (Б1.В.ОД.5)						✓		
Процессы и аппараты производства изделий электронной техники (Б1.В.ОД.14)							✓	
Технология летучих высокочистых веществ для производства изделий электронной техники (Б1.В.ОД.16)								✓
Методы глубокой очистки веществ для микроэлектроники (Б1.В.ДВ.1.1)							✓	
Физико-химические основы анализа высокочистых материалов (Б1.В.ДВ.1.2)							✓	
Научно-исследовательская работа (Б2.П.1)						✓		
Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Б2.П.2)						✓		
Преддипломная практика (Б2.П.3)								✓
Выполнение и защита ВКР (Б3.Д.1.)								✓

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С
ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПК-5. Способен решать типовые задачи в технологических процессах производства материалов и компонентов электронной техники	Тип профессиональной деятельности: производственно-технологический, проектно-конструкторский Трудовая функция: В/02.6 (ПС 40.058) Разработка единичных технологических процессов изготовления радиоэлектронных средств					
	ИПК-5.2. Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	ЗНАТЬ: – основные методы, используемые при получении высокочистых веществ. и физико-химические явления, лежащих в основе процессов анализа веществ	УМЕТЬ: – выбирать и обосновывать рациональные технологические схемы и методы анализа конкретных веществ и обосновывать технологические схемы анализа высокочистых веществ для микроэлектроники	ВЛАДЕТЬ: – теоретическими основами процессов, используемых при анализе высокочистых веществ	- Задания к контрольным работам по разделам	Вопросы для устного экзамена
	ИПК-5.3. Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом	ЗНАТЬ: – основы управления технологическими процессами получения высокочистых веществ, требования к материалам, используемых при изготовлении аппаратуры в производстве высокочистых веществ, особенности аппаратурного оформления процессов	УМЕТЬ: – анализировать технологический процесс и внести предложения по его корректировке	ВЛАДЕТЬ: – навыками критического анализа при рассмотрении технологии получения конкретных высокочистых веществ	- Задания к контрольным работам по разделам	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 -Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего часов	в т.ч. по семестрам 7 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	38	38
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	34	34
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)		
лабораторные работы (ЛР)	17	17
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	70	70
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	70	70
Подготовка к экзамену (контроль)		

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 -Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
7 СЕМЕСТР									
ПК-5: ИПК-5.2 ИПК-5.3	Раздел 1 Общая характеристика физико-химических методов и физических (инструментальных) методов анализа								
	Тема 1.1 Особенности и преимущества. Связь с экономикой производства. Значение инструментальных методов в экологических исследованиях и охране окружающей среды.	2			2	подготовка к лекциям [1.1 - 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела				2	[1.3]			
	Итого по 1 разделу	2			4				
ПК-5: ИПК-5.2 ИПК-5.3	Раздел 2 Оптические методы анализа								
	Тема 2.1 Фотометрия (молекулярно-абсорбционный анализ)	0,5			2	подготовка к лекциям [1.1 - 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 2.2 Эмиссионный спектральный анализ	1			1	подготовка к лекциям [1.1 - 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 2.3 Люминесцентный анализ (флуориметрия)	1			1	подготовка к лекциям [1.1 - 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 2.4 Атомно-абсорбционный анализ	0,5			2	подготовка к лекциям [1.1 - 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 2.1 Определение концентрации меди в растворе методом атомно-абсорбционной спектроскопии		3		4	подготовка к лабораторному занятию [6.3.1.1]	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела: Фотометрическое титрование				2	[1.3]			
	Итого по 2 разделу	3	3		12				
ПК-5: ИПК-5.2 ИПК-5.3	Раздел 3 Электрохимические методы анализа								
	Тема 3.1 Теоретические основы электрохимических явлений на границе электрод-раствор	1			1	подготовка к лекциям [1.1 - 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 3.2 Потенциометрия и потенциометрическое титрование	1			2	подготовка к лекциям [1.1 - 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 3.3 Кондуктометрия, кондуктометрическое и высокочастотное титрование	1			2	подготовка к лекциям [1.1 - 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 3.1 Кулонометрическое титрование как метод анализа с минимальной погрешностью		3		4	подготовка к лабораторному занятию [6.3.1.2]	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Тема 3.4 Кулонометрия при постоянном напряжении или токе	1			1	подготовка к лекциям [1.1 - 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела: Электроаналитические методы как эффективный метод определения микропримесей в производстве высокочистых материалов электронной техники				2	[1.3]			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Итого по 3 разделу	4	3		12				
ПК-5: ИПК-5.2 ИПК-5.3	Раздел 4 Другие методы анализа								
	Тема 4.1 Хроматографический анализ, масс-спектральный анализ, радиометрический анализ	3			4	подготовка к лекциям [1.1 - 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Лабораторная работа 4.1 Метод газовой хроматографии		6		4	подготовка к лабораторному занятию [6.3.1.3] (ст.1-187)	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела				4	[1.3]			
	Итого по 4 разделу	3	6		14				
ПК-5: ИПК-5.2 ИПК-5.3	Раздел 5 Методы разделения и концентрирования								
	Тема 5.1 Экстракция, электрохимические методы, ионный обмен, методы отгонки	3			2	подготовка к лекциям [1.1 - 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Лабораторная работа 5.1 Экстракционные методы очистки растворов солей металлов		5		8	подготовка к лабораторному занятию [6.3.1.1] (ст.1-187)	обучение на основе эксперимента, исследовательский метод, технология выполнения лабораторных заданий в малых группах		
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела: Фотометрическое титрование				4	[1.3]			
	Итого по 5 разделу	3	5		14				
ПК-5: ИПК-5.2 ИПК-5.3	Раздел 6 Аналитический контроль производства								
	Тема 6.1 Аналитическая служба предприятий, ее цели и задачи. Особенности аналитического контроля производства материалов электронной техники	2			4	подготовка к лекциям [1.1 - 1.3]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела				10	[1.3]			
	Итого по 6 разделу	2			14				
ИТОГО по дисциплине		17	17		70				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, контрольные работы.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы, индивидуальные задания, задачи и тесты представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям, представленных в п. 6.3.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

При промежуточном контроле (зачет) успеваемость студентов оценивается по системе: «зачтено», «незачтено».

Таблица 6 –Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-5. Способен решать типовые задачи в технологических процессах производства материалов и компонентов электронной техники	<i>ИПК-5.2. Умеет использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции</i>	Не знает основные методы, используемые при получении высокочистых веществ. и физико-химические явления, лежащих в основе процессов анализа веществ. Не умеет выбирать и обосновывать рациональные технологические схемы и методы анализа конкретных веществ и обосновывать технологические схемы анализа высокочистых веществ для микроэлектроники. Не владеет теоретическими основами процессов, используемых при анализе высокочистых веществ.	Частично знает основные методы, используемые при получении высокочистых веществ. и физико-химические явления, лежащих в основе процессов анализа веществ. Умеет выбирать и обосновывать с ошибками рациональные технологические схемы и методы анализа конкретных веществ и обосновывать технологические схемы анализа высокочистых веществ для микроэлектроники. Частично владеет теоретическими основами процессов, используемых при анализе высокочистых веществ р.	Хорошо знает основные методы, используемые при получении высокочистых веществ. и физико-химические явления, лежащих в основе процессов анализа веществ. Умеет выбирать и обосновывать рациональные технологические схемы и методы анализа конкретных веществ и обосновывать технологические схемы анализа высокочистых веществ для микроэлектроники. Хорошо владеет теоретическими основами процессов, используемых при анализе высокочистых веществ.	Знает в совершенстве основные методы, используемые при получении высокочистых веществ. и физико-химические явления, лежащих в основе процессов анализа веществ. Уверенно умеет выбирать и обосновывать рациональные технологические схемы и методы анализа конкретных веществ и обосновывать технологические схемы анализа высокочистых веществ для микроэлектроники. Уверенно владеет теоретическими основами процессов, используемых при анализе высокочистых веществ.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
	<i>ИПК-5.3. Владеет навыками осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом</i>	Не знает основы управления технологическими процессами получения высокочистых веществ, требования к материалам, используемых при изготовлении аппаратуры в производстве высокочистых веществ, особенности аппаратурного оформления процессов. Не умеет анализировать технологический процесс и внести предложения по его корректировке. Не владеет навыками критического анализа при рассмотрении технологии получения конкретных высокочистых веществ.	Имеет представление об основы управления технологическими процессами получения высокочистых веществ, требования к материалам, используемых при изготовлении аппаратуры в производстве высокочистых веществ, особенности аппаратурного оформления процессов. Умеет анализировать с ошибками технологический процесс и вносить предложения по его корректировке. Частично владеет навыками критического анализа при рассмотрении технологии получения конкретных высокочистых веществ.	Хорошо знает основы управления технологическими процессами получения высокочистых веществ, требования к материалам, используемых при изготовлении аппаратуры в производстве высокочистых веществ, особенности аппаратурного оформления процессов. Достаточно хорошо умеет анализировать технологический процесс и внести предложения по его корректировке. Хорошо владеет навыками критического анализа при рассмотрении технологии получения конкретных высокочистых веществ.	Отлично знает основы управления технологическими процессами получения высокочистых веществ, требования к материалам, используемых при изготовлении аппаратуры в производстве высокочистых веществ, особенности аппаратурного оформления процессов. Уверенно умеет анализировать технологический процесс и внести предложения по его корректировке. Отлично владеет навыками критического анализа при рассмотрении технологии получения конкретных высокочистых веществ.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

1.1 Ежовский Ю.К. Чистые и особо чистые вещества: Учебное пособие /Ю. К. Ежовский. СПбГТИ(ТУ). - СПб., 2010. - 91 с.

1.2 Основы аналитической химии: в 2 томах / под ред. Ю. А. Золотова. — 4-е изд. перераб. и доп. — М.: Академия, 2010. — (Высшее профессиональное образование). — ISBN 978-5-7695-5822-1. Т. 2 / Н. В. Алов [и др.]. — 2010. — 407 с.

1.3 Высокочистые вещества / Коллектив авторов – М.: Научный мир, 2018. – 996 с. (электронное издание file:///C:/Users/79527/Downloads/vysokochistye.pdf)

6.2. Справочно-библиографическая литература

2.1 Тикунова И.А.и др. Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа М. Высшая школа», 2009.

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению лабораторных и практических учебных занятий по данной дисциплине:

6.3.1 Методические указания:

6.3.1.1. ГОСТ Р 58663-2019 Национальный стандарт российской федерации продукция и продовольствие с улучшенными характеристиками удобрения минеральные методы определения свинца, кадмия, мышьяка, никеля, ртути, хрома (vi), меди, цинка и биурета. Определение массовой доли меди и цинка методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

6.3.1.2 Электрохимические методы анализа: руководство к лаборатор. практикуму: [учеб.-метод. пособие] / [Л. К. Неудачина, Ю. С. Петрова, Н. В. Лакиза, Е. Л. Лебедева] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 136 с.

6.3.1.3 Нечипоренко А.П., Орехова С.М., Кондратьева Н.Е., Успенская М.В. Практическое руководство к лабораторным работам по физикохимическим методам анализа: хроматографические, электрохимические, спектральные. Теория и практика. Часть I: Учебное пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 187 с.

6.3.2 Методические указания, разработанные НГТУ

6.3.2.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20.
Дата обращения 23.09.2015.

6.3.2.2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: http://www.nttu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_rab.pdf?20.

6.3.2.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: http://www.nttu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elib.tolgas.ru/) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. *Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.*
7. *Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.*
8. *Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.*

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В табл. 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
2	1221 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 50 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1 шт.; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23
3	1334-4 Мультимедийная аудитория (компьютерный класс для проведения виртуального лабораторного практикума по процессам и аппаратам)	1. Рабочие столы, оснащенные компьютером (10 посадочных мест); 2. Рабочие столы (22 посадочных места); 3. Рабочее место преподавателя; 4. Переносное мультимедийное	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	(кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	оборудование (мультимедийный проектор, экран 5. Стенд образовательный «Интегральные микросхемы. Печатные платы»)	11.05.23
4	<p align="center">1334-3</p> <p align="center">Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)</p>	<p>1. Лабораторные столы (6 посадочных мест);</p> <p>2. Лабораторное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> - хроматографический комплекс; - исследовательская лаборатория моделирования вакуумных процессов; - спектрофотометр; - плита электрическая; - вытяжной шкаф; - магнитная мешалка; - водяная баня; - цифровой биологический микроскоп; - прибор для измерения удельной поверхности дисперсных пористых материалов. <p>3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750мл, колбы Эрленмейера (100-500мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки</p>	
5	<p align="center">1334-1</p> <p align="center">Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)</p>	<p>1. Лабораторные столы (6 посадочных мест);</p> <p>2. Лабораторное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> - лабораторные аналитические весы; - высокочастотный генератор СЭЛТ-ВЧИ-2,0/40; - высокочастотный дуговой плазмотрон; - плита электрическая; - шкаф сушильный; - магнитная мешалка; - источник водорода с оборудованием для приготовления специальной воды; - спектрофотометр; - поляриметр; - спектрофотометр ИК-ФУРЬЕ, IR Tracer-100 Shimadzu; - атомно-абсорбционный спектрометр Shimadzu AA-7000. <p>3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750 мл, колбы Эрленмейера (100-500 мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25 мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки</p>	

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
6	<p align="center">1330-1</p> <p>Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)</p>	<p>1. Лабораторные столы (10 посадочных мест);</p> <p>2. Лабораторное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вискозимет — плотномер Штабингера SVL3001; - хромато-масс-спектрометр; - планетарная мельница PM100; - комплекс автоматический Porometer metcats plus; - вытяжной шкаф; - магнитная мешалка; - водяная баня; - комплекс хроматографический газовый «Хромос ГХ-1000»; - спектрофотометр ИК-Фурье. <p>3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750мл, колбы Эрленмейера (100-500 мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25 мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки</p>	

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- *коллоквиум;*
- *контрольная работа;*
- *тест.*

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий к прохождению промежуточной аттестации (зачету с оценкой).

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе

дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Студентам, чтобы хорошо овладеть учебным материалом, необходимо выработать навыки правильной и планомерной работы. Перед началом лекционных занятий надо просмотреть все, что было сделано в предыдущий раз. Это позволит сосредоточить внимание и восстановить в памяти уже имеющиеся знания по данному предмету. Кроме того, такой метод поможет лучше запомнить, как старое, так и новое, углубит понимание того и другого, так как при этом устанавливаются связи нового со старым, что является не только обязательным, но и основным условием глубокого овладения материалом. Чем детальнее изучаемое ассоциируется с известным ранее, тем прочнее сохраняется в памяти и быстрее вспомнить, когда требуется.

Приступая к изучению нового материала, необходимо сосредоточиться, т.е. сконцентрировать внимание и не отвлекаться от выполняемой работы, помня, что желание запомнить является гарантией успешной работы, отсутствие же воли к запоминанию снижает эффект восприятия.

Следует помнить о том, что через лекцию передается не только систематизированный теоретический материал, но и постигается методика научного исследования и умение самостоятельно работать, анализировать различного рода явления.

Записывать на лекции необходимо главное, не стремясь зафиксировать все слово в слово. Выбрать же главное без понимания предмета невозможно. Наличие собственного конспекта лекций позволяет еще раз ознакомиться, продумать, разобраться в новом материале, так как недостаточно хорошо понятые во время лекции положения могут быть восстановлены в памяти, сопоставлены с другими, додуманы, дополнены, уяснены и расширены с помощью учебной литературы. Записи являются пособиями для повторения, дают возможность охватить содержание лекции и всего курса в целом.

При этом хорошо овладеть содержанием лекции – это:

- знать тему;
- понимать значение и важность ее в данном курсе;
- четко представлять план; - уметь выделить основное, главное;
- усвоить значение примеров и иллюстраций; -

связать вновь полученные сведения о предмете или явлении с уже имеющимися;

- представлять возможность и необходимость применения полученных сведений.

Существует несколько общих правил работы на лекции:

- лекции по каждому предмету записывать удобнее в отдельных тетрадях, оставляя широкие поля для пометок;

- к прослушиванию лекций следует готовиться, что позволит в процессе лекции отделить главное от второстепенного;
- лекции необходимо записывать с самого начала, так как оно часто бывает ключом ко всей теме;
- так как дословно записать лекцию невозможно, то необходимо в конспекте отражать: формулы, определения, схемы, трудные места, мысли, примеры, факты и положения от которых зависит понимание главного, новое и неизвестное, неопубликованные данные, материал отсутствующий в учебниках и т.п.;
- записывать надо сжато;
- во время лекции важно непрерывно сохранять рабочую установку, умственную активность.

Изучение теоретического материала в данном курсе не ограничивается подготовкой к лекциям и работой на данном виде занятий. Лекционная часть курса органически взаимосвязана с иными видами работ: написанием курсовой работы, участием в лабораторных работах, подготовкой и сдачей зачета/экзамена по дисциплине, в структуре которых также большое значение имеет самостоятельная работа студента

10.3. Методические указания для лабораторных занятий

При проведении лабораторного практикума необходимо создать условия для максимально самостоятельного выполнения лабораторных работ.

Поэтому при проведении лабораторного занятия преподавателю рекомендуется:

- провести экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы (с оценкой);
- после выполнения работы оценить работу студента в лаборатории и полученные им данные (оценка);
- проверить и выставить оценку за отчет.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. При этом часть работ может не носить обязательный характер, а выполняться в рамках самостоятельной работы по курсу. В ряд работ целесообразно включить разделы с дополнительными элементами научных исследований, которые потребуют углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

11.1.1. Типовые задания для допуска к лабораторным работам

Лабораторная работа 4.1 «Метод газовой хроматографии»

1. Основные понятия и определения хроматографии.
2. Классификация методов хроматографии.
3. Устройство хроматографов. Неподвижные фазы. Типы детекторов.
4. Селективность и эффективность хроматографической системы.
5. Требования к пробам для хроматографического анализа.
6. Очистка растворителей.
7. Жидко-жидкостная и твердофазная экстракция (ТФЭ).
8. Выбор сорбента для ТФЭ.
9. Концентрирование целевых веществ в разбавленных пробах.
10. Оборудование для пробоподготовки.
11. Основные принципы выбора метода хроматографического анализа.
12. Определение способа детектирования при постановке конкретных задач анализа.
13. Теоретическое обоснование рабочего режима хроматографа.
14. Выбор способов идентификации вещества (выбор стандарта).

11.1.2. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса

ЛЕКЦИЯ «Оптические методы анализа»

ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ГРУППОВОГО ОБСУЖДЕНИЯ НА ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЯХ:

1. Происхождение ИК-спектров и типы колебаний.
2. Принципиальная схема однолучевого ИК-спектрометра.
3. Сравнительная характеристика одно- и двухлучевых ИК-спектрометров.
4. Принципиальная схема Фурье-спектрометров и их преимущества
5. Сравнительная характеристика различных модификаций ИК-спектров.
6. Сравнение возможностей зарубежных и российских ИК-спектрометров.
7. Высокочистые функциональные наноматериалы.
8. Использование ИК-Фурье-спектроскопии высокого разрешения для качественного анализа фторида кремния
9. Получение высокочистого силана
10. Применение ААС с ИСП для контроля содержания микропримесей

11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Зачет проводится в устной форме по всему материалу изучаемого курса «Физико-химические основы анализа высокочистых материалов»

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК-5: ИПК-5.2, ИПК-5.3):

1. Влияние микропримесей на ядерно-физические, оптические, физико-механические, электрофизические и другие свойства материалов. Критерии оценки

необходимого уровня чистоты при получении материалов с заданными свойствами. Значение высокочистых веществ в развитии современной науки и техники.

2. Понятие чистое вещество и относительность этого понятия. Виды примесей в чистых веществах. Способы выражения концентрации примесей. Принятая в странах СНГ классификация чистых веществ

3. Особенности технологии чистых веществ. Внешние и внутренние загрязнения и их влияние на процессы получения, хранения, транспортировки и анализа чистых веществ.

4. Внешние (атмосферные) загрязнения. Общие мероприятия, обеспечивающие устранения внешних загрязнений.

5. Требования к планировке и отделке производственных помещений, вентиляции, освещению, проводке различных коммуникаций. Особенности аппаратуры, используемой в технологии чистых веществ. Требования к вспомогательным материалам и реактивам.

6. Конструкционные материалы, используемые в технологии высокочистых веществ.

7. Кристаллизация из растворов. Закономерности кристаллизации основного вещества. Пересыщенные растворы, и способы снятия пересыщения. Возникновение зародышей и рост кристаллов. Количественные характеристики процесса кристаллизации основного вещества.

8. Фракционирование примесей в процессе кристаллизации основного вещества. Количественные характеристики процесса фракционирования примесей. Причины захвата микропримесей твердой фазой. Влияние различных факторов на степень захвата неизоморфных примесей твердой фазой.

9. Роль явления изоморфизма в процессах распределения микропримесей. Виды изоморфизма. Прогнозирование значений коэффициентов распределения примесей (уравнение Ратнера- Хилла).

10. Влияние различных факторов на фракционирование микропримесей и возможность регулирования величины коэффициента распределения. Равновесная и неравновесная кристаллизация. Приемы проведения процесса кристаллизации. Примеры практического применения процессов кристаллизации из раствора при получении чистых соединений редких элементов

11. Метод осаждения из растворов и его разновидности. Сопоставление методов кристаллизации из растворов и осаждения. Основные критерии при оценке возможности выделения примесей в виде малорастворимых соединений. Основные процессы, используемые на практике.

12. Очистка растворов путем осаждения и соосаждения примесей с коллекторами, разновидности способа.

13. Физико-химические основы кристаллизации из расплавов как способа очистки веществ. Поведение примесей и его связь с диаграммой состояния. Коэффициент распределения. Виды кристаллизации из расплава. Объемная и линейная скорости кристаллизации

14. Направленная кристаллизация и способы ее проведения. Распределение примесей по длине образца. Аппаратурное оформление процесса.

15. Зонная перекристаллизация (зонная плавка). Особенности проведения процесса зонной плавки. Распределение примесей по длине слитка. Основы расчета распределения примесей по длине слитка при многократном проходе зоны. Предельное распределение примесей.

16. Равновесный и эффективный коэффициенты распределения. Причины отклонения значений эффективного коэффициента распределения от идеального. Влияние различных факторов (основных и аппаратурных) на процесс зонной плавки.

17. Аппаратурное оформление зонной плавки. Горизонтальное и вертикальное расположение образца. Бестигельная зонная плавка. Схемы перемещения зон. Массоперенос.

18. Способы создания расплавленной зоны при проведении зонной перекристаллизации (способы нагрева). Контейнеры. Примеры применения зонной плавки в технологии высокочистых веществ.

19. Понятие монокристалл. Классификация методов выращивания монокристаллов. Выращивание монокристаллов из растворов и из газовой фазы.

20. Методы выращивания монокристаллов из расплавов (Бриджмена-Стокбаргера, Чохральского-Киропулоса, Вернейля, зонной перекристаллизации). Сравнительный анализ различных методов.

21. Вакуумная плавка металлов как метод рафинирования металлов. Очистка металлов от примесей легколетучих веществ. Дуговая, электронно-лучевая и плазменная плавка.

22. Дуговая плавка, сущность процесса и его разновидности (расходуемый и нерасходуемый электроды).

23. Физико-химические основы процесса рафинирования металлов методом электроннолучевой плавки. Принципиальные конструкции электронных пушек. Требования к системам вакуумирования. Вопросы техники безопасности.

24. Плазменная плавка металлов. Сравнение с электроннолучевой плавкой.

25. Сублимация как метод очистки веществ. Варианты проведения очистки. Достоинства и ограничения метода. Аппаратурное оформление.

26. Физико-химические основы дистилляции как метода очистки веществ. Равновесие в системе жидкость-пар для разбавленных растворов. Коэффициент разделения. Относительная летучесть. Простая перегонка, молекулярная и фракционная дистилляция.

27. Общая характеристика метода ректификации. количественные характеристики. Особенность ректификации разбавленных по примесям растворов. Принципы расчета числа теоретических тарелок.

28. Азеотропная, экстрактивная и сорбционная ректификация. Требования к веществам, подвергаемым очистке ректификацией. Высокотемпературная, низкотемпературная ректификация, ректификация, при умеренных температурах. Примеры применения.

29. Физико-химические основы метода химических транспортных реакций. Требования к транспортным реакциям. Связь знака теплового эффекта прямой реакции с направлением переноса веществ. Типы химических транспортных реакций.

30. Обменные обратимые эндотермические реакции с образованием пареообразных соединений. Принцип метода и примеры использования.

31. Реакции образования неустойчивых субсоединений с их последующим диспропорционированием. Сущность метода и примеры использования.

32. Реакции синтеза и термической диссоциации летучих соединений. Иодидное рафинирование циркония. Термодинамика и кинетика. Параметры, влияющие на эффективность очистки.

33. Электрохимические методы очистки веществ. Теоретические предпосылки. Классификация электрохимических методов. Скорость электродного процесса. Электрохимическая и диффузионная кинетика.

34. Поляризационные кривые индивидуальных ионов и смесей ионов. Способы проведения катодного процесса. Основные факторы, влияющие на эффективность очистки. Твердые и жидкие катоды.

35. Цементация как разновидность катодного процесса. Сущность процесса цементации. Факторы, влияющие на эффективность очистки. Аппаратурное оформление.

36. Анодное рафинирование. Сущность процесса. Причины растворения электроположительных примесей. Твердые и амальгамные аноды.

37. Электродиализ. Сущность процесса и области его применения. Требования к ионообменным мембранам.