

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учрежде-
ние высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)

Северодонецкий технологический институт
Кафедра химических технологий**

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись)
« 26 » 2024 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Технология малотоннажных производств»**

По направлению подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Профиль: «Химическая технология неорганических веществ»

Северодонецк – 2023

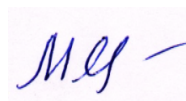
Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Технология малотоннажных производств» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология– 18с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Технология малотоннажных производств» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (утвержденная приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020г. № 922 ,с изменениями и дополнениями от _____ 20__ г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

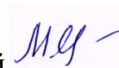
к.т.н., доцент кафедры химических технологий



М.А. Ожередова

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры химических технологий «23» 09 2024 г., протокол № 2

Ио заведующего кафедрой химических технологий



М.А. Ожередова

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

СОГЛАСОВАНА(для обеспечивающей кафедры):

Переутверждена: «__» _____ 20__ года, протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института «23» 09 2024 г., протокол № 2.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»



Ю.В. Бородач

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель дисциплины – развитие инженерного мышления на основании изучения химии и технологии производства, обеспечения будущим инженерам-бакалаврам достаточного уровня знаний правил изображения технологических схем производства и их объяснения с помощью технических параметров стадий процессов, которые применяются в малотоннажной технологии неорганических веществ и методов расчетов расходов сырья, материалов и энергии.

Основные задачи дисциплины: овладение физико-химическими основами промышленных процессов и их оборудованием; обеспечения достаточного уровня теоретических знаний, необходимых для разработки и эксплуатации малотоннажной технологии производства неорганических веществ.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина входит в часть Блока 1, дисциплин по выбору по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Основывается на базе дисциплин: Теоретические основы химических технологий, Промышленная неорганическая химия, Реакционная способность неорганических веществ, Общая химическая технология.

Является основой для изучения следующих дисциплин: Производственная и преддипломная практики, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

Место дисциплины в учебном плане: осваивается в седьмом семестре.

Дисциплина нацелена на формирование:

профессиональных (ПК-1) компетенций выпускника.

Содержание дисциплины: Технология особо чистых веществ. Определение степени чистоты вещества. Методы очистки веществ. Виды примесей и формы их вхождения в твёрдую фазу. Методы очистки для гомогенных систем. Методы очистки для гетерогенных систем. Химические методы очистки. Оценка предельной степени очистки. Экстракция. Ионный обмен и адсорбция. Технология особо чистого кремния. Свойства кремния. Использование особо чистого кремния в технике. Принципы технологии кремния высокой чистоты. Технология металлургического кремния. Технология монокристаллов. Использование монокристаллов в технике. Механизмы роста монокристаллов. Роль пресыщения. Консервативные методы выращивания монокристаллов. Аппаратное оформление процесса роста монокристаллов. Материалы, используемые в технологии монокристаллов. Дефекты кристаллов. Способы управления качеством растущего кристалла.

Виды контроля по дисциплине: текущий контроль знаний на практических занятиях и при тестировании, промежуточный контроль – зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-1. Способен использовать знания свойств химических веществ, соединений и материалов на их основе, технологии производства и оценки качества производимой продукции для решения задач профессиональной деятельности	ПК 1.1. Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов ПК-1.2. Уметь: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность ПК-1.3. Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов	Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов Уметь: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144	144
Обязательная контактная работа (всего)	56	12
в том числе:		
Лекции	28	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	28	6
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т. п.)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	88	132
Форма аттестации	Зачет	Зачет

4.2 Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Технология особо чистых веществ.

Определение степени чистоты вещества. Термодинамическое определение работы при очистке вещества от примесей. Квалификация чистоты вещества. Роль уровня чистоты в потребительских свойствах веществ. Требования к материалам реакторов в технологии особо чистых веществ. Методы очистки веществ. Виды примесей и формы их вхождения в твёрдую фазу. Методы очистки для гомогенных систем. Методы очистки для гетерогенных систем. Химические методы очистки. Химическое осаждение. Оценка предельной степени очистки. Дистилляция и ректификация. Экстракция. Ионный обмен и адсорбция.

Тема 2.Технология особо чистого кремния.

Свойства кремния. Использование особо чистого кремния в технике. Принципы технологии кремния высокой чистоты. Технология металлургического кремния. Двухстадийная технология карботермического восстановления. Алюмотермическая технология кремния. Технология очистки металлургического кремния. Хлорсилановые технологии очистки («Сименс-процесс»). Моносилановая технология.

Тема 3. Технология монокристаллов.

Химические соединения, полученные в виде монокристаллов. Использование монокристаллов в технике. Механизмы роста монокристаллов. Роль пересыщения. Консервативные методы выращивания монокристаллов. Метод Вернейля. Зонная плавка с различными способами нагрева. Неконсервативные методы выращивания монокристаллов. Метод Бриджмена – Стокбаргера. Метод Киропулоса. Метод Чохральского. Спонтанный рост из раствора в расплаве. Метод Степанова. Гидротермальный метод выращивания монокристаллов. Аппаратное оформление процесса роста монокристаллов. Материалы, используемые в технологии монокристаллов. Дефекты кристаллов. Способы управления качеством растущего кристалла

4.3 Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Технология особо чистых веществ	10	2
2.	Технология особо чистого кремния	9	2
3.	Технология монокристаллов	9	2
Итого:		28	6

4.4 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1.	Способы выражения концентраций веществ, пересчёт из одного вида концентраций в другой. Расчёты равновесных состояний гетерогенных систем (криоскопия, эбуллиоскопия, связь растворимости и температуры)	7	1
2.	Расчёт разделения смесей веществ при кристаллизации из растворов (по произведению растворимости)	7	1
3.	Расчёт оптимальных параметров газотранспортной реакции	7	2
4.	Расчёты погрешности прямых и косвенных измерений при измерении дефектного строения кристаллов	7	1
Итого:		28	6

4.5 Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине «Технология малотоннажных производств» не предусмотрены учебным планом.

4.6 Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
	Сложные типы диаграмм равновесия жидкость - пар и жидкость – жидкость – пар в бинарных и тройных системах. Процессы открытого испарения. Дистилляционные области в тройных системах. Различные типы диаграмм взаимной растворимости жидкостей в тройных системах. Схема процесса жидкостной экстракции. Кристаллизационные методы разделения. Диаграммы растворимости и плавкости в бинарных и тройных системах (сложные случаи). Кристаллизация из раствора, из расплава, из газовой фазы. Методы поверхностного разделения веществ. Адсорбция на границе твердая фаза – газ. Уравнение изотермы адсорбции Гиббса, уравнение Лэнгмюра. Метод пенного разделения, его варианты. Мицеллярное разделение. Методы мембранного разделения. Принцип методов. Типы мембран, механизмы проницаемости, баромембранные процессы. Обратный осмос. Ультрафильтрация. Микрофильтрация. Сравнительная характеристика химических и физико-химических методов очистки веществ.	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников научно-технической информации, подготовка ответов на представленные вопросы.	30	44
	Кристаллическая структура кремния, физические и химические дефекты структуры и их влияние на свойства. Технологические зоны в руднотермической печи при плавке металлургического кремния. Плазмохимические методы получения кремниевых наноструктур. Плёнки оксида кремния на кремнии (получение и свойства).	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников научно-технической информации, подготовка ответов на представленные вопросы.	30	44
	Кристаллизационные методы очистки веществ. Применение химического транспорта для получения монокристаллов. Физико-	Подготовка к практическим занятиям, самостоятельный поиск источников	28	44

	химические процессы, приводящие к нестабильности на фронте кристаллизации	научно-технической информации, подготовка ответов на представленные вопросы.		
Итого:			88	132

4.7 Курсовые работы/проекты по дисциплине «Технология малотоннажных производств» не предполагаются учебным планом.

5 Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора; практические занятия - с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Удалов, Ю.П. Применение программных комплексов вычислительной и геометрической термодинамики в проектировании технологических процессов неорганических веществ: учебное пособие / Ю. П. Удалов; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электротерм. и плазмхим. пр-в. - СПб.: [б. и.], 2012. - 150 с.

2. Удалов, Ю.П. Технология монокристаллов и особо чистых веществ: практикум / Ю.П. Удалов, Б.А. Лавров, Н.В. Мураховская; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2016. – 76 с.

3. Удалов, Ю.П. Технология монокристаллов и особо чистых веществ: учебное пособие / Ю.П. Удалов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2015. – 106 с

б) дополнительная литература:

1. Удалов, Ю.П. Диаграммы состояния многокомпонентных систем и их применение в технологических расчетах: учебное пособие / Ю.П. Удалов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2016. – 124 с. – // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

2. Удалов, Ю.П. Применение программных комплексов вычислительной и геометрической термодинамики в проектировании технологических процессов неорганических ве-

ществ: учебное пособие / Ю.П. Удалов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра технологии электротермических и плазмохимических производств. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2012. – 150 с. – // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

3. Удалов, Ю.П. Технология монокристаллов и особо чистых веществ: практикум / Ю.П. Удалов, Б.А. Лавров, Н.В. Мураховская; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2016. – 76 с. – // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

4. Удалов, Ю.П. Технология монокристаллов и особо чистых веществ: учебное пособие / Ю.П. Удалов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра общей химической технологии и катализа. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2015. – 106 с. – // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

5. Ежовский, Ю.К. Основы технологии монокристаллов и особо чистых веществ: учебное пособие / Ю.К. Ежовский; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет). Кафедра химической нанотехнологии и материалов электронной техники. – Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2017. – 91 с. – // СПбГТИ. Электронная библиотека. – URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 01.04.2021). Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

7. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. Для проведения лекции используется мультимедийный курс лекций, видеофильмы.

Практические занятия проводятся в компьютерных залах, оснащенных необходимым ПО.

8. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Технология малотоннажных производств»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ПК-1. Способен использовать знания свойств химических веществ	Пороговый ПК 1.1. Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов	Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов

Основной		Базовый ПК-1.2. Уметь: обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность	Уметь обосновывать выбор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность
		Высокий ПК-1.3. Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов	Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-1	Способен использовать знания свойств химических веществ, соединений и материалов на их основе, технологии производства и оценки качества производимой продукции для решения задач профессиональной деятельности	Тема 1-3	7-й семестр

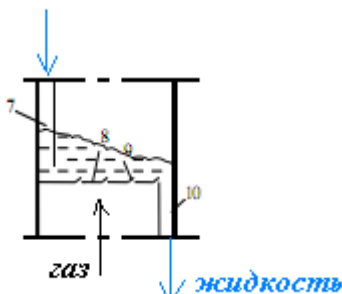
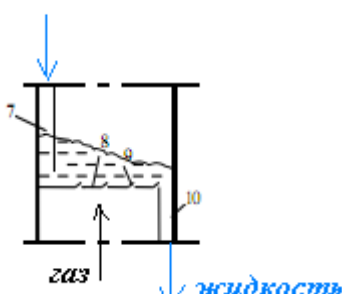
Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

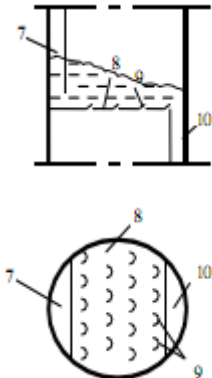
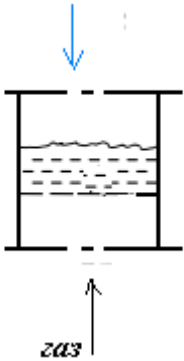
№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-1. Способен использовать знания свойств химических веществ, соедине-	ПК 1.1. Знать: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов ПК-1.2. Уметь: обосновывать выбор условий прове-	Знает: основные химические реакции и кинетические закономерности гомогенных и гетерогенных процессов Умеет: обосновывать вы-	Тема 1-3	Тестовые задания (пороговый уровень), разнотипные задачи и задания, экзамен

	ний и материалов на их основе, технологии производства и оценки качества производимой продукции для решения задач профессиональной деятельности	дения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность ПК-1.3. Владеть: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов	бор условий проведения процессов и типа реакционных аппаратов, обеспечивающих максимальную производительность и селективность Владеет: методами расчетов реакторов для проведения химико-технологических процессов		
--	---	---	--	--	--

Перечень оценочных средств по дисциплине «Технология малотоннажных производств»

**Тестовые задания
(пороговый уровень)**

Вопрос №1	1. Какой аппарат изображен на рисунке <i>жидкость</i> 
Ответ А	Смеситель
Ответ Б	Печь
Ответ В	Колонна
Ответ Г	Контактный аппарат
Вопрос №2	Укажите направление движения фаз в аппарате: <i>жидкость</i> 
Ответ А	Прямоточное
Ответ Б	Перекрестное

Ответ В	Противоточное
Ответ Г	Здесь нет фаз
Вопрос №3	1. Какой вид тарелок изображен на рисунке: 
Ответ А	Колпачковая
Ответ Б	Ситчатая
Ответ В	Струйно-направленная
Ответ Г	Насадочная
Вопрос № 4	Как называется типовое оборудование, пригодное для многих химических производств:
Ответ А	Универсальное
Ответ Б	Специальное
Ответ В	Специализированное
Ответ Г	Уникальное
Вопрос № 5	К какому виду оборудования относится контактный аппарат для проведения каталитических процессов
Ответ А	Основное
Ответ Б	Вспомогательное
Вопрос № 6	Укажите направление движения фаз в аппарате: <i>жидкость</i>  <i>газ</i>
Ответ А	Однонаправленное
Ответ Б	Противоточное
Ответ В	Перекрестное
Ответ Г	Перекрестно-противоточное

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тестирование»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	85-100% правильных ответов
4	71-85% правильных ответов
3	61-70% правильных ответов
2	60% правильных ответов и ниже

Комплект заданий для контрольной работы

(базовый уровень)

вопросы первого уровня сложности

1.	Способы выражения концентраций веществ, пересчёт из одного вида концентраций в другой
2.	Требования к материалам реакторов в технологии особо чистых веществ
3.	Методы очистки веществ
4.	Химические соединения, полученные в виде монокристаллов
5.	Методы поверхностного разделения веществ
6.	Кристаллизационные методы очистки веществ
7.	Технология очистки металлургического кремния

(средний уровень)

вопросы второго уровня сложности

№ варианта	Задание
1.	1. Расчёты равновесных состояний гетерогенных систем
	2. Расчёт разделения смесей веществ при кристаллизации из растворов
2.	1. Расчёт оптимальных параметров газотранспортной реакции
	2. Расчёты погрешности прямых и косвенных измерений при измерении дефектного строения кристаллов

(высокий уровень)

вопросы третьего уровня сложности

1. Для определения длины волны интересующей линии λ_x были выбраны две линии в спектре железа с известными длинами волн: $\lambda_1 = 325,436_{нм}$ и $\lambda_2 = 328,026_{нм}$. На измерительной шкале микроскопа были получены следующие отсчеты: $b_1 = 9,12_{мм}$; $b_2 = 10,48_{мм}$; $b_x = 10,13_{мм}$. Какова длина волны искомой линии в спектре анализируемого образца?

2. При анализе стали на хром по методу трёх эталонов было измерено почернение S линии гомологической пары ($\lambda_{Cr} = 279,216_{нм}$ и $\lambda_{Fe} = 279,388_{нм}$) в спектрах эталонов и в исследуемом спектре. Найти массовую долю (%) хрома по следующим данным:

Параметр	Эталон			Анализируемый образец
	1	2	3	
$\omega_{Cr}, \%$	0,5	1,23	4,17	ω_x
S_{Cr}	0,07	0,37	0,86	0,61
S_{Fe}	0,27	0,23	0,27	0,25

3. Из навески стали массой 0,2542 г после соответствующей обработки получили 100 мл раствора, содержащего диметилглиоксимат никеля. Оптическая плотность этого раствора относительно раствора сравнения, содержащего 6 мг никеля в 100 мл, равна 0,44. Для построения градуировочного графика взяли три стандартных раствора с содержанием 4; 8; 10 мл никеля и получили в тех же условиях оптические плотности соответственно: - 0,24; 0,24; 0,46. Вычислить массовую долю (%) никеля в стали.

4. В две делительные воронки поместили по 50 мл стандартных растворов кобальта (0,30 мг/мл) и никеля (0,10 мг/мл), добавили N, N' -диэтилдитиокарбоматы экстрагировали образовавшиеся комплексы CCl_4 . Экстракты собрали и разбавили до 10 мл CCl_4 . Измерили оптическую плотность обоих экстрактов при 367 и 328 нм в кюветах $l = 1\text{ см}$ и получили: $A_{367, Co} = 0,365$; $A_{328, Co} = 0,1$; $A_{367, Ni} = 0,186$; $A_{328, Ni} = 0,3$.

Аликвоту анализируемого раствора объемом 50 мл, содержащего кобальт и никель, поместили в делительную воронку и добавили все реактивы, как для стандартных растворов. Оптическую плотность полученного экстракта (10 мл CCl_4) измерили при 367 и 328 нм, $l = 1\text{ см}$. Вычислить концентрацию (мг/мл) кобальта и никеля в анализируемом растворе, если $A_{367} = 0,385$; $A_{328} = 0,31$.

5. При определении марганца в сплаве методом добавок навеску массой 0,5 г растворили и разбавили раствор до 200 мл. Отобрали четыре одинаковые порции раствора и к каждой порции добавили равные объёмы стандартных растворов марганца, содержащих 0; 2; 4; 6 мг/мл Mn.

Напламенно-абсорбционном спектрофотометре измерили оптическую плотность для аналитической линии 279,48 нм, распыляя растворы в пламени ацетилен - воздух. Получили соответственно 0,225; 0,340; 0,455; 0,570. Вычислить массовую долю (%) марганца в сплаве.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контрольная работа»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90 – 100% вопросов/задач)
4	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75 – 89% вопросов/задач)
3	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50 – 74% вопросов/задач)
2	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Оценочные средства для промежуточной аттестации «экзамен»

1. Градации чистоты веществ. Термодинамическое определение необходимой работы при очистке веществ.
2. Методы определения примерного состава высокочистых веществ.
3. Требования к материалам в технологии особо чистых веществ.
4. Материалы, применяемые для изготовления контейнеров.
5. Методы очистки вещества.
6. Физические методы очистки (дистилляция, ректификация, экстракция, адсорбция).
7. Химические методы очистки. Оценка предельных возможностей очистки.
8. Очистка методом зонной плавки.

9. Кристаллизационный метод очистки с помощью однократной направленной кристаллизации.
10. Термодинамические представления о системе. Равновесие в однокомпонентной системе (уравнение Клайперона – Клаузиуса, правило фаз, виды диаграмм состояния).
11. Термодинамические модели растворов.
12. Однокомпонентные системы (фазовые переходы первого рода, энантиотропные и монокотропные превращения). Классификация свойств вещества частицы.
13. Способы изображения диаграмм растворимости двойных, тройных и четверных систем.
14. Диаграммы состояния бинарной системы с неограниченной и ограниченной растворимостью в твёрдой и жидкой фазах.
15. Диаграммы состояния бинарной системы с неограниченной растворимостью в жидкой и отсутствием растворимости в твёрдой фазах.
16. Диаграммы состояния тройной системы с неограниченной растворимостью в жидкой и отсутствием растворимости в твёрдой фазах.
17. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем типа «жидкость-пар». Законы Коновалова.
18. Диаграммы растворимости бинарных солевых систем.
19. Диаграмма растворимости взаимных солей (диаграмма Йенеке). Уравнение материального баланса в солевых единицах.
20. Изотермы растворимости в системах с кристаллогидратами и двойными солями.
21. Давление пара над насыщенными растворами и кристаллогидратами.
22. Темп (интенсивность) кристаллизации.
23. Расчётные методы определения термодинамических свойств неорганических веществ.
24. Расчёты свойств растворов солей (плотность, парциальные давления паров, растворимость газа, криоскопия, эбуллиоскопия).
25. Диаграммы равновесия двухкомпонентных водно-солевых систем. Количественные расчёты с помощью таких диаграмм.
26. Составление материального баланса двухкомпонентной водной системы в мольных единицах.
27. Составление материального баланса двухкомпонентной водной системы в единицах массы.
28. Составление материального баланса четырёхкомпонентной водной солевой системы с помощью понятия «солевая единица».
29. Алгоритм расчёта диаграмм плавкости бинарных и тройных систем.
30. Диаграмма состояния кремнезёма при низком давлении.
31. Технология металлургического кремния.
32. Принципы технологии кремния особой чистоты.
33. Технология очистки металлургического кремния с использованием трихлорсилана.
34. «Моносилановая» технология очистки кремния.
35. Технологические операции при получении монокристаллов.
36. Методы выращивания монокристаллов тигельными методами и применяемые способы нагрева.
37. Физико-химические основы выращивания монокристаллов тигельными методами.
38. Температурное поле в технологической зоне при тигельных методах выращивания монокристаллов.
39. Требования к форме фронта кристаллизации и скорости вытягивания при выращивании монокристаллов.
40. Источники неустойчивости на фронте кристаллизации.

41. Распределение примесей при кристаллизации расплава. Равновесный и эффективный коэффициент распределения.
42. Способы управления качеством растущего кристалла при выращивании из тиглей.
43. Аппаратные схемы выращивания кристаллов тигельными методами.
44. Получение монокристаллов из раствора-расплава.
45. Метод выращивания монокристаллов Чохральского.
46. Основные кристаллографические законы.
47. Направления современной кристаллографии
48. Кристаллическое вещество и характеристики, отличающие его от аморфных тел
49. Симметрия, операция симметрии, элемент симметрии
50. Кристаллографические координатные системы
51. Понятие «пространственная решетка», «элементарная ячейка»
52. Факторы, влияющие на зарождение кристаллов

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «экзамен»

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	Зачтено
Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	Не зачтено

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
 - продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;
 - продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			

Лист дополнений к рабочей программе

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____

_____ И.О. Фамилия

« _____ » _____ 202__ г.

Список литературы к рабочей программе дисциплины
 _____ направление подготовки/специальность
 _____ по состоянию на « _____ » _____ 20__ г.

Основная литература:

- 1.
- 2.
- 3.

Дополнительная литература:

- 1.
- 2.
- 3.

Преподаватель _____
 _____ (подпись) _____ (И.О.Ф.)