

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 15.09.2023 17:45:00
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« 25 » июня 2019 г.

Рабочая программа дисциплины
ОСОБОЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА И МАТЕРИАЛЫ

Направление подготовки

28.04.03 Наноматериалы

Направленность программы магистратуры
Наноматериалы для Промышленности 4.0

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **механический**

Кафедра **теоретических основ материаловедения**

Санкт-Петербург

2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Богданов С.П.

Рабочая программа дисциплины «Особочистые вещества и материалы» обсуждена на заседании кафедры теоретических основ материаловедения протокол от «06» июня 2019 № 8
Заведующий кафедрой

М.М.Сычев

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета протокол от «21» июня 2019 № 11

Председатель

А.Н.Луцко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Наноматериалы»		М.М. Сычев
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины	06
4.3. Занятия лекционного типа.....	07
4.4. Занятия семинарского типа.....	09
4.4.1. Семинары, практические занятия	09
4.5. Самостоятельная работа обучающихся.....	10
4.5.1 Темы докладов	11
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	13
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	15

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

Для освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей.</p>	<p>ОПК-1.3 Использование физико-химического подхода для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и изучения свойств наноматериалов.</p>	<p>Знать: - физико-химическую сущность, особенности и структуру процессов очистки веществ (ЗН-1). Владеть: - методиками анализа и сертификационных испытаний чистых и особоочистых веществ (Н-1).</p>
<p>ПК-1 Способен использовать на практике современные представления, о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением.</p>	<p>ПК-1.1 Выбор методов синтеза и исследования особоочистых веществ и материалов, опираясь на фундаментальные знания о микро- и нано- материалах.</p>	<p>Знать: - характер взаимодействия чистых и особоочистых материалов с окружающей средой (ЗН-2). Уметь: - использовать на практике современные представления о влиянии наноструктуры и химической чистоты на свойства материалов (У-1).</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.О.05) и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

Полученные в процессе изучения дисциплины «Особочистые вещества и материалы» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/108
Контактная работа с преподавателем:	54
занятия лекционного типа	16
занятия семинарского типа, в т.ч.	30
семинары, практические занятия	30
лабораторные работы	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	8
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	54
Форма текущего контроля	доклад
Форма промежуточной аттестации	Зачёт

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение.	2			9	ОПК-1, ПК-1
2.	Химические методы очистки веществ.	5	12		15	ОПК-1, ПК-1
3.	Физические методы очистки веществ.	5	12		15	ОПК-1, ПК-1
4.	Монокристаллы.	4	6		15	ОПК-1, ПК-1

4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ОПК-1.3	Введение. Химические методы очистки веществ. Физические методы очистки веществ. Монокристаллы.
2.	ПК-1.1	Введение. Химические методы очистки веществ. Физические методы очистки веществ. Монокристаллы.

4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	Введение. Классификация веществ по степени чистоты. Требования к чистоте веществ. Общая характеристика и оценка предельных возможностей очистки. Сравнительная характеристика химических и физико-химических методов очистки веществ. Особенности обращения с особочистыми веществами.	2	Дискуссия
2	Химические методы очистки веществ. Сверхчистые материалы (степень очистки). Классификация методов очистки. Метод избирательного окисления или восстановления. Метод термической диссоциации. Метод химических транспортных реакций. Метод перевода примесей в нерастворимый осадок или в легко удаляемый раствор. Физико-химические методы очистки.	5	Дискуссия
3	Физические методы очистки веществ. Дистилляционные методы очистки. Кристаллизационные методы (направленная кристаллизация, зонная плавка). Метод термодиффузии (метод ионного обмена, электролиз). Разделение центрифугой. Электромагнитная сепарация. Плазмохимические способы очистки веществ.	5	Дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<p>Монокристаллы.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Термодинамическая теория роста кристаллов. Кристаллизация - фазовый переход I рода. Величины, характеризующие степень отклонения кристаллизующейся системы от состояния равновесия: пересыщение, переохлаждение. Фазовые диаграммы состояния. Образование и рост зародышей. Энергия образования зародышей. Кинетика процессов кристаллизации. Скорость зарождения центров кристаллизации. Линейная скорость кристаллизации. Объемная скорость кристаллизации. Направление преимущественного роста. - Влияние внешних воздействий на процесс кристаллизации. Взаимодействие растущего кристалла с примесями. Эффективный коэффициент распределения примесей. Концентрационное переохлаждение. - Консервативные и неконсервативные методы выращивания кристаллов. Выращивание монокристаллов из расплава методом направленной кристаллизации. Достоинства и недостатки методов. - Выращивание монокристаллов методом вытягивания из расплава. Методы Чохральского и Кирополуса. Выращивание монокристаллов методом Вернейля. Образование дефектов в кристаллах, растущих из расплава. Условия, необходимые для выращивания высококачественных монокристаллов. - Выращивание монокристаллов из растворов. Метод испарения растворителя, метод понижения температуры раствора, метод температурного градиента. Гидротермальный метод выращивания монокристаллов. Выращивание монокристаллов из раствора в расплаве. Достоинства и недостатки методов выращивания монокристаллов из раствора. - Выращивание монокристаллов из газовой фазы. Кристаллизация без участия химической реакции (метод сублимации). Кристаллизация с участием химических реакций. Достоинства и недостатки методов выращивания монокристаллов из газовой фазы. - Материалы и оборудование технологии монокристаллов. - Принципы управления качеством кристалла. 	4	Дискуссия

4.4. Занятия семинарского типа.

4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Химические методы очистки веществ. Оценка глубины ректификационной очистки. Ректификация под пониженным давлением в технологии очистки полупроводниковых материалов. Оценка предельных возможностей химических и физико-химических методов очистки веществ. Метод с использованием металлоорганических соединений.	12	Дискуссия по результатам выступлений с докладами
3	Физические методы очистки веществ. Определение эффективного коэффициента распределения примеси при кристаллизационной очистке. Расчет профиля распределения примеси по длине слитка при направленной кристаллизации и зонной плавке. Определение влияния размеров зоны и скорости перекристаллизации на профиль распределения примеси по длине слитка. Зонная перекристаллизация (плавка). Распределение примеси по длине слитка после одного и бесконечно большого числа проходов расплавленной зоны. Противоточная кристаллизация из расплава.	12	Дискуссия по результатам выступлений с докладами
4	Монокристаллы. Зарождение и рост кристаллов, влияние среды кристаллизации и термодинамических параметров процесса. Критический размер зародыша. Кристаллизационный дворик и захват примесей. «Физические примеси» в кристаллах. Дефекты кристаллического строения. Полипипизм. Применение кристаллов в науке и промышленности.	6	Дискуссия по результатам выступлений с докладами

4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<p>Введение.</p> <p>- Принцип равновесия Гиббса, условия фазового равновесия, типы равновесий, условия термодинамической устойчивости фазы, правило фаз и особые случаи его применения, закрытые системы, общие принципы построения диаграмм фазового равновесия.</p>	9	Выступление на семинарских занятиях с докладом (1)
2	<p>Химические методы очистки веществ.</p> <p>- Сложные типы диаграмм равновесия жидкость – пар и жидкость – жидкость – пар в бинарных и тройных системах. Процессы открытого испарения. Дистилляционные области в тройных системах.</p> <p>- Различные типы диаграмм взаимной растворимости жидкостей в тройных системах. Схема процесса жидкостной экстракции.</p>	15	Выступление на семинарских занятиях с докладом (1)
3	<p>Физические методы очистки веществ.</p> <p>- Кристаллизационные методы разделения. Диаграммы растворимости и плавкости в бинарных и тройных системах (сложные случаи). Кристаллизация из раствора, из расплава, из газовой фазы.</p> <p>- Методы поверхностного разделения веществ. Адсорбция на границе твердая фаза – газ. Уравнение изотермы адсорбции Гиббса, уравнение Лэнгмюра. Метод пенного разделения, его варианты. Мицеллярное разделение.</p> <p>- Методы мембранного разделения. Принцип методов. Типы мембран, механизмы проницаемости, баромембранные процессы. Обратный осмос. Ультрафильтрация. Микрофильтрация.</p> <p>- Физико-химические процессы, приводящие к нестабильности на фронте кристаллизации.</p> <p>- Сравнительная характеристика химических и физико-химических методов очистки веществ.</p>	15	Выступление на семинарских занятиях с докладом (1)

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	Монокристаллы. - 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). - Кристаллизационные методы очистки веществ. - Применение химического транспорта для получения монокристаллов.	15	Выступление на семинарских занятиях с докладом (1)

4.5.1 Темы докладов

В качестве тем для докладов, могут быть рекомендованы следующие темы:

1. Химические методы очистки веществ.
2. Физические методы очистки веществ.
3. Консервативные методы выращивания монокристаллов.
4. Неконсервативные методы выращивания монокристаллов.
5. Сопоставление методов выращивания монокристаллов с точки зрения их чистоты и совершенства.
6. Плазмохимические методы получения наноматериалов.
7. Применение химического транспорта для получения особочистых веществ и монокристаллов.
8. Получение, свойства и применение тонких плёнок из полупроводниковых материалов.
9. Современное оборудование для получения особочистых веществ.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачёта.

К зачёту допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачёт предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется заданиями двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и практическая задача (для проверки умений и навыков), время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта заданий на зачёте:

Вариант № 1

1. Классификация методов глубокой очистки веществ.
2. Предложить метод анализа заданного вещества с известным набором примесей.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачёт».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Александров, С. Е. Технология полупроводниковых материалов: Учебное пособие / С. Е. Александров, Ф. Ф. Греков. - 2-е изд., испр. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2012. - 230 с.
2. Ежовский, Ю.К. Физико-химические основы технологии материалов электронной техники./ Ю.К.Ежовский – СПб.: ИК СИНТЕЗ, 2007.– 124 с.
3. Ежовский, Ю.К. Чистые и особо-чистые вещества: уч.пособие / Ю.К. Ежовский. – СПб.: 2010. – 91 с

б) электронные издания:

1. Ежовский, Ю.К. Введение в технологию материалов электронной техники. Уч. пособие/ Ю.К.Ежовский - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2012.- 106 с.
2. Ежовский, Ю.К. Физико-химические основы технологии материалов электронной техники./ Ю.К.Ежовский – СПб.: ИК СИНТЕЗ, 2007.– 124 с.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как www.yandex.ru, www.google.ru, www.rambler.ru, www.yahoo.ru и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:

www.elibrary.ru - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином», «НОТ», «Профессия»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

www.consultant.ru - КонсультантПлюс - база законодательных документов по РФ и Санкт-Петербургу;

www.scopus.com - База данных рефератов и цитирования Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> -
Издательство ИОР (Великобритания);
www.oxfordjournals.org - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;
<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));
<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);
<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;
<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Особочистые вещества и материалы» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- **Windows**,
- **OpenOffice**.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

1. <http://prometeus.nse.ru> – база ГПНТБ СО РАН.
2. <http://borovic.ru> - база патентов России.
3. <http://1.fips.ru/wps/portal/Register> - Федеральный институт промышленной собственности
4. <http://google.com/patent>- база патентов США.

5. <http://freepatentsonline.com>- база патентов США.
6. <http://patentmatie.com/welcome> - база патентов США.
7. http://patika.ru/Epasenet_patentnie_poisk.html - европейская база патентов.
8. <http://gost-load.ru>- база ГОСТов.
9. <http://worlddofaut.ru/index.php> - база ГОСТов.
10. <http://elibrary.ru> – Российская поисковая система научных публикаций.
11. <http://springer.com> – англоязычная поисковая система научных публикаций.
12. <http://dissforall.com> – база диссертаций.
13. <http://diss.rsl.ru> – база диссертаций.
14. <http://webbook.nist.gov/chemistry> - NIST Standard Reference Database.
15. <http://riodb.ibase.aist.go.jp/riohomee.html> - база спектров химических соединений.
16. <http://markmet.ru> – марочник сталей.

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для проведения занятий в интерактивной форме, чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения практических занятий используют компьютерный класс с персональными компьютерами.

Для проведения мастер классов и демонстрации практической исследовательской работы используется следующее оборудование:

1. Комплекс электрических измерений наноструктур (RLC метр E7-20, вольтметр универсальный электрометрический В7Э-42, комплекс измерительный К505, источник калиброванных напряжений, электрометр Keithley, генератор сигналов низкочастотный ГЗ-123, мегомметр ПС-1, источник питания постоянного тока Б5-44);

2. Комплекс спектральных измерений (Атомно-абсорбционный спектрометр МГА-915, сканирующий электронный микроскоп Tescan Vega 3 SBH, дифрактометр рентгеновский Rigaku Smartlab, спектрофотометры СФ-46, СФ-56, спектроколориметр ТКА-ВД, яркомер ФПЧ-УХЛ4, лазерный микроанализатор LMA -10, ИК-микроскоп со спектрофотометром Nicolet FT-IR, спектрофлуориметр AvaSpec-3648, исследовательский радиометр IL1700, микроскоп люминесцентный ЛЮМАМ);

3. Комплекс оптических измерений (15 металлографических микроскопов МИМ-4, МИМ-6, МИМ-8, универсальный измерительный микроскоп УИМ-21, рефрактометр ИРФ-23, 2 минералогических микроскопа МИН-8, 2 микротвердомера ПМТ-3,)

- 4 Установка молекулярного наслаивания,

- 5.Установка измерения полярной и неполярной составляющих свободной поверхностной энергии;

6. Анализатор размера частиц;

7. Дилатометр кварцевый ДКВ-4,

8. Ротационный вискозиметр «Rheotest»,

9. Пресса CarlZeisse Jena усилием 10 и 30 т.;

10. Две ультразвуковые ванна УЗУ- 0.25;

11. Весы электронные аналитические ALC-210d4, электронные технические ЕТ-300;

12. Весы механические ВНЦ, ВКЛ-500М, ВЛР-200, WA-21;

13. Три бокса 7БП1-ОС;

14. Вакуумные сушильные шкафы SPT-200,

15. Электропечи лабораторные SNOL 6,7/1300, РЭМ 24/87, МП-2УМ и др. с рабочей температурой до 1600⁰С;

16. Термометры, термопары;

17. Бидистилляторы стеклянные БС, дистилляторы ДЭ-4,

18. Магнитные мешалки ММ-5;

19.Стеклянная посуда: колбы, мерные цилиндры, водоструйный насос, холодильник, чашки Петри, колба Бунзена, воронка Бюхнера.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Особочистые вещества и материалы»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-1	Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей.	промежуточный
ПК-1	Способен использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, энергетическими частицами и излучением.	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ОПК-1.3. Использование физико-химического подхода для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза и изучения свойств наноматериалов.	Знать: - физико-химическую сущность, особенности и структуру процессов очистки веществ (ЗН-1).	Ответы на вопросы №1-17 к зачёту. Ответы на вопросы по теме доклада.	Имеет представление о видах примесей, их содержании в чистых и особочистых веществах и методах очистки.	Знает современные методы очистки веществ.	Знает особенности физико-химических процессов получения веществ высокой степени чистоты и структурного совершенства.
	Владеть: - методиками анализа и сертификационных испытаний чистых и особочистых веществ (Н-1).	Ответы на задания №1, 2 к зачёту.	Имеет представление о методиках анализа чистых и особочистых веществ.	Способен выбрать метод анализа заданного вещества или материала.	Способен оценить чувствительность и точность метода анализа.
ПК-1.1. Выбор методов синтеза и исследования особочистых веществ и материалов, опираясь на фундаментальные знания о микро- и нано- материалах.	Знать: - характер взаимодействия чистых и особочистых материалов с окружающей средой (ЗН-2).	Ответы на вопросы №18-31 к зачёту. Ответы на вопросы по теме доклада.	Имеет представление о правилах работы с особочистыми веществами.	Знает процессы, происходящие при взаимодействии особочистых веществ с окружающей средой.	Знает требования нормативных актов и стандартов по работе с особочистыми веществами.
	Уметь: - использовать на практике современные представления о влиянии наноструктуры и химической чистоты на свойства материалов (У-1).	Ответы на задания № 3, 4 к зачёту.	Имеет представление о влиянии наноструктуры и химической чистоты на свойства материалов.	Способен описать влияние наноструктуры и химической чистоты на свойства заданного материала.	Способен сформулировать необходимые требования к структуре и степени чистоты материала.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта. Для получения зачёта должен быть достигнут «пороговый» уровень сформированности компетенций.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:

Теоретический вопрос:

1. Понятие чистые вещества. Подходы к оценке чистоты и типы примесей.
2. Классификация веществ высокой чистоты и их маркировка.
3. Физико-химические основы очистки веществ. Энтропия смешения и оценка термодинамических условий разделения смеси веществ.
4. Классификация методов глубокой очистки веществ.
5. Общая характеристика и оценка предельных возможностей метода.
6. Сравнительная характеристика химических и физико-химических методов очистки веществ.
7. Дистилляционные методы. Виды и физико-химическая сущность методов.
8. Коэффициент разделения. Теоретическая и экспериментальные оценки коэффициента разделения.
9. Однократная и многократная перегонка.
10. Ректификация. Ректификация в тарельчатых и насадочных колоннах.
11. Ректификация под пониженным давлением.
12. Использование ректификационных методов в технологии очистки полупроводниковых материалов.
13. Химические методы глубокой очистки веществ. Их классификация и характерные особенности.
14. Метод химических транспортных реакций. Перенос вещества потоком газа-реагента и перенос вещества молекулярной диффузией.
15. Гидридный, хлоридный и карбонильные методы очистки.
16. Метод с использованием металлорганических соединений.
17. Основные критерии очистки и предельные возможности химических методов.

Практическое задание:

1. Предложить метод анализа заданного вещества с известным набором примесей.
2. Предложить метод анализа структурных дефектов в заданном материале.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

Теоретический вопрос:

18. Кристаллизационная очистка. Физико-химические основы метода.
19. Зарождение и рост кристаллов. Пересыщение, его физико-химический смысл.
20. Критический зародыш. Определение параметров критического зародыша.
21. Термодинамика гомогенного образования зародышей твёрдой фазы. Энергия и скорость образования критического зародыша.
22. Кристаллизация из расплава. Равновесный и эффективный коэффициенты распределения примесей.
23. Метод направленной кристаллизации. Распределение примесей по длине слитка при однократной и многократной направленной кристаллизации.
24. Зонная перекристаллизация (плавка). Типы зонной плавки и их использование в технологии полупроводниковых материалов.

25. Распределение примеси по длине слитка после бесконечно большого числа проходов расплавленной зоны (конечное распределение).
26. Зонное замораживание (затвердевание).
27. Противоточная кристаллизация из расплава.
28. Влияние загрязняющего действия материала аппаратуры на глубину очистки веществ кристаллизационными методами.
29. Безтигельные методы глубокой очистки веществ.
30. Кристаллизация из раствора. Способы осуществления процесса. Коэффициент разделения (сокристаллизации).
31. Фракционированная (дробная) кристаллизация. Противоточная кристаллизация из раствора.

Практическое задание:

3. Сформулировать необходимые требования к степени чистоты материала для заданной области его применения.
4. Сформулировать необходимые требования к структуре материала для заданной области его применения.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.