

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«___» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1157990	Технологические процессы изготовления элементов электронной техники

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 1. 18.03.01/33.03
Направление подготовки 1. Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 1. 18.03.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Виноградова Татьяна Владимировна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и коллоидной химии

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Технологические процессы изготовления элементов электронной техники

1.1. Аннотация содержания модуля

Данный модуль позволит организовать проведение экспериментов, проанализировать результаты, построить модели для описания и прогнозирования процессов, самостоятельно разработать модели исследуемых процессов, новые материалы для микроэлектроники и энергетики. В модуле показано, что технология изготовления печатных плат является сложным многостадийным процессом, включающим несколько стадий: подготовка поверхности диэлектрического материала и металлических поверхностей, фотолитографию, химическое и гальваническое осаждение металла. Дисциплина «Современные методы получения и исследования материалов электроники» включает рассмотрение физико-химических закономерностей процесса получения ИК–световодов, начиная от гидрохимического синтеза сырья до выращивания кристаллов, их химико-механической обработки и получение методом экструзии поликристаллических инфракрасных световодов, а также методы аттестации продукции на каждом технологическом этапе. В данной дисциплине широко используется математический аппарат, а также моделирование, проектирование физико-химических закономерностей синтеза кристаллов и ИК–световодов, изделий электроники и микроэлектроники. Дисциплина «Технология изготовления печатных плат» знакомит студентов с технологией изготовления печатных плат, включающим несколько стадий: подготовка поверхности диэлектрического материала и металлических поверхностей, фотолитографию, химическое и гальваническое осаждение металла. Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» нацелена на подготовку к научно-исследовательской и производственно-технологической работе в области моделирования и оптимизации производственных установок и технологических схем; проведению мероприятий по обеспечению эффективного использования в технологическом процессе оборудования, сырья и вспомогательных материалов, осуществлению технологического процесса в соответствии с требованиями технологического регламента.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Технология изготовления печатных плат	4
2	Моделирование химико-технологических процессов	3
3	Современные методы получения и исследования материалов электроники	8
ИТОГО по модулю:		15

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Физико-химические основы материалов современной электроники
---------------------	--

	2. Технологии материалов оптоэлектроники и сенсорики
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Моделирование химико-технологических процессов	ОПК-2 - Способен формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	<p>З-1 - Привести примеры использования методов моделирования и математического анализа в решении задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Перечислить и дать краткую характеристику освоенным за время обучения пакетам прикладных программ, используемых для моделирования при решении задач в области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обоснованно выбрать возможные методы моделирования и математического анализа для предложенных задач профессиональной деятельности</p> <p>У-2 - Выбирать пакеты прикладных программ для использования их в моделировании при решении поставленных задач в области профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать поставленные задачи, относящиеся к области профессиональной деятельности, используя освоенные за время обучения пакеты прикладных программ для моделирования и математического анализа</p> <p>Д-1 - Способность к самообразованию, к самостоятельному освоению новых методов математического анализа и моделирования</p>
	ПК-6 - Способен осуществить разработку	З-2 - Характеризовать общие закономерности химико-технологического

	технологических условий и методик для производства новых материалов	<p>процесса и алгоритм построения математической модели процесса при производстве новых материалов</p> <p>У-2 - Интерпретировать результаты моделирования химико-технологического процесса и оценивать эффективность производства</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт составления математической модели химических процессов и объяснения полученных результатов</p>
	ПК-11 - Способен осуществить разработку образцов и технические требования для проектирования оптических приборов	<p>З-1 - Описывать химико-технологические процессы с использованием методов вычислительной математики и математической статистики</p> <p>У-1 - Используя методы моделирования и математического анализа, систематизировать результаты расчетов и измерений для решения поставленных задач</p> <p>П-1 - Имеет практический опыт составления математической модели химико-технологических процессов</p>
Современные методы получения и исследования материалов электроники	ПК-10 - Способен провести анализ и измерение характеристик новых наноструктурированных материалов	<p>З-1 - Характеризовать современные методы и средства контроля качества сырья и наноструктурированных композиционных материалов</p> <p>У-1 - Правильно интерпретировать результаты измерений характеристик материалов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт использования методов исследования материалов</p>
	ПК-11 - Способен осуществить разработку образцов и технические требования для проектирования оптических приборов	<p>З-2 - Изложить методику получения материалов для оптических приборов</p> <p>З-3 - Характеризовать структуру, свойства и закономерности процессов роста кристаллов</p> <p>У-2 - Выбирать условия получения материалов в зависимости от требований</p> <p>У-3 - Систематизировать информацию о характеристиках ИК-материалов для решения научно-исследовательских задач</p> <p>П-2 - Владеет практическим навыком соблюдения требований стандартов,</p>

		<p>технических условий и нормативной документации на всех стадиях проектирования изделий наноструктурированных композиционных материалов</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт получения и исследования свойств материалов ИК-волоконной оптики, сенсорной и сцинтилляционной техники и оптоэлектроники</p>
Технология изготовления печатных плат	ПК-7 - Способен осуществлять разработку рабочей, отчетной и проектной документации	<p>З-2 - Перечислить основные требования, предъявляемые при производстве печатных плат</p> <p>У-2 - Анализировать информацию о технологическом процессе при производстве печатных плат</p> <p>П-2 - Имеет практический опыт составления отчетов о проведении эксперимента по заданной методике</p>
	ПК-12 - Способен организовать проведение испытаний и работу по освоению производства новых материалов, осуществлять руководство работами по производству новых материалов	<p>З-2 - Описывать основные этапы изготовления печатных плат и физико-химические закономерности процессов, лежащих в их основе</p> <p>У-2 - Устанавливать последовательность операций при изготовлении печатных плат</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт металлизации поверхности по заданной методике</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Технология изготовления печатных плат

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Алексеева Татьяна Анатольевна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и коллоидной химии
2	Брусницына Людмила Александровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и коллоидной химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные характеристики печатных плат и технологий их изготовления	Основные определения. Характеристика современных технологий изготовления печатных плат.
P2	Материалы для изготовления печатных плат. Фотолитография.	Базовые и расходные материалы для изготовления печатных плат (ПП). Материалы для изготовления односторонних печатных плат (ОПП), двусторонних печатных плат (ДПП) и многослойных печатных плат (МПП). Проводниковые материалы для изготовления гибких печатных плат (ГПП), гибкого печатного кабеля (ГПК) и гибко-жестких плат (ГЖП). Защитные покрытия ГПП, ГПК и ГЖП. Адгезивы ГПП, ГПК и ГЖП. Фотолитография. Травление меди с пробельных мест. Оплавление сплава олово—свинец.
P3	Подготовка поверхностей в производстве печатных плат и активация диэлектрических материалов перед химической металлизацией	Характеристики различных видов подготовки поверхности и отверстий заготовок ПП. Стадии и растворы, применяемые для химической подготовки поверхности диэлектрических материалов перед её активированием. Подготовка поверхности фольги. Активация поверхности диэлектрических материалов перед химической металлизацией.
P4	Металлизация в производстве печатных плат	Общие характеристики процесса металлизации. Химическое меднение. Химическое никелирование. Электрохимическая металлизация.

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-12 - Способен организовать проведение испытаний и работу по освоению производства новых материалов, осуществлять руководство работами по производству новых материалов	З-2 - Описывать основные этапы изготовления печатных плат и физико-химические закономерности процессов, лежащих в их основе У-2 - Устанавливать последовательность операций при изготовлении печатных плат П-2 - Иметь практический опыт металлизации поверхности по заданной методике

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Технология изготовления печатных плат

Электронные ресурсы (издания)

1. Иевлев, В. И., Иванов, В. Э.; Основы современной технологии производства печатных плат РЭС и ЭВС : Учебное пособие.; УПИ, Свердловск; 1991; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/369> (Электронное издание)
2. Брусницына, Л. А., Марков, В. Ф.; Технология изготовления печатных плат : учебное пособие.; Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, Екатеринбург; 2015; <http://www.iprbookshop.ru/66137.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Пирогова, Е. В.; Проектирование и технология печатных плат : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Проектирование и технология электрон. средств".; ФОРУМ : ИНФРА-М, Москва; 2005 (21 экз.)

2. Медведев, А.; Технология производства печатных плат; Техносфера, Москва; 2005 (6 экз.)
3. Медведев, А.; Печатные платы. Конструкции и материалы; Техносфера, Москва; 2005 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Образовательный портал УрФУ <http://study.urfu.ru>

Электронный научный архив УрФУ <http://elar.urfu.ru>

Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>

Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>

Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: http://book.uraic.ru/el_library

Служба тематических толковых словарей. – URL: <http://www.glossary.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Технология изготовления печатных плат

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Подключение к сети Интернет Мультимедийная аудитория	Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Моделирование химико-технологических
процессов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Корсаков Александр Сергеевич	доктор технических наук, доцент	Профессор	физической и коллоидной химии
2	Марков Вячеслав Филиппович	доктор химических наук, профессор	Заведующий кафедрой	физической и коллоидной химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Принципы построения моделей	Основные понятия и термины. Материальные и мысленные модели. Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов Системы и процессы. Системный анализ. Роль моделей и моделирования в познании. Метод физического моделирования, области применения. Математическое моделирование. Два подхода к составлению математических моделей процесса: детерминированный и стохастический, их возможность и сфера использования. Алгоритмизация математических моделей. Проверка адекватности моделей. Оценка адекватности моделей с помощью статистических критериев. Возможности компьютерного моделирования на примере программы COMSOL Multiphysics.
P2	Моделирование кинетических процессов	Основные понятия химической кинетики. Кинетические уравнения. Методы решения кинетических уравнений. Экспериментальные методы исследования кинетики химических реакций в проточных реакторах идеального вытеснения и идеального перемешивания. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Методы численной реализации.

РЗ	Параметры оптимизации вычислительного эксперимента	Проверка воспроизводимости опытов. Постановка задачи оптимизации, классификация методов оптимизации. Изучение методов применения пакетов компьютерной математики, в частности пакета MATLAB, для технологических расчетов, математического моделирования и оптимизации при проектировании и управлении химико-технологическими процессами.
----	--	--

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-6 - Способен осуществить разработку технологических условий и методик для производства новых материалов	З-2 - Характеризовать общие закономерности химико-технологического процесса и алгоритм построения математической модели процесса при производстве новых материалов У-2 - Интерпретировать результаты моделирования химико-технологического процесса и оценивать эффективность производства П-2 - Иметь практический опыт составления математической модели химических процессов и объяснения полученных результатов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование химико-технологических процессов

Электронные ресурсы (издания)

1. Закгейм, А. Ю.; Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие.; Логос, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Гумеров, А. М., Валеев, Н. Н., Гумеров, А. М., Емельянов, В. М.; Математическое моделирование химико-технологических процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 240802 "Основные процессы хим. пр-в и хим. кибернетика".; КолоС, Москва; 2008 (11 экз.)

2. Марков, Ю. Г.; Математические модели химических реакций : учебник.; ЛАНЬ, Санкт-Петербург; 2013 (3 экз.)

3. , Холоднов, В. А., Дьяконов, В. П., Иванова, Е. Н., Кирьянова, Л. С.; Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов. Практическое руководство; Професионал, Санкт-Петербург; 2003 (2 экз.)

4. Кафаров, В. В.; Математическое моделирование основных процессов химических производств : Учеб. пособие для хим.-технолог. спец. вузов.; Высш. шк., Москва; 1991 (32 экз.)

5. Гартман, Т. Н., Клушин, Д. В.; Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Основ. процессы хим. пр-в и хим. кибернетика".; Академкнига, Москва; 2006 (18 экз.)

6. Адлер, Ю. П.; Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий : [монография].; Наука, Москва; 1976 (16 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Образовательный портал УрФУ <http://study.urfu.ru>

Электронный научный архив УрФУ <http://elar.urfu.ru>

Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>

Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>

Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: http://book.uraic.ru/el_library

Служба тематических толковых словарей. – URL: <http://www.glossary.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В., Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики Издательство "Лань" 2020г. 404с. 978-5-8114-3900-3.
2. Самойлов Н. А., Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов Издательство "Лань" 2021г. 176с. 978-5-8114-1553-3.
3. Холоднов В.А., Хартманн К, Чепикова В.Н., Андреева В.П. Системный анализ и принятие решений. Компьютерные технологии моделирования химико-технологических систем. Учебное пособие. СПб.: СПбГТИ, 2007. 160 с.
4. Кравцов А.В., Ушева Н.В., Кузьменко Е.А., Фёдоров А.Ф. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Часть 5. Томск: Изд-во: ТПУ, 2013. 136 с.
6. Ю.П. Адлер. Введение в планирование эксперимента. М.: Металлургия, 1969. 157 с.
7. Математическая теория планирования эксперимента / под ред. С.М. Ермакова. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. 392 с.

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование химико-технологических процессов

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Современные методы получения и
исследования материалов электроники

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ермаков Алексей Николаевич	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и коллоидной химии
2	Корсаков Александр Сергеевич	доктор технических наук, доцент	Профессор	физической и коллоидной химии
3	Марков Вячеслав Филиппович	доктор химических наук, профессор	Заведующий кафедрой	физической и коллоидной химии

Рекомендовано учебно-методическим советом института Химико-технологический

Протокол № 8 от 25.08.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Классификация ИК-материалов	История развития дисциплины. Понятие спектрального диапазона прозрачности. Оптические потери, показатель преломления. Виды классификаций ИК-материалов: по типу связи, по симметрии, по структуре. Виды дефектов кристаллической структуры: квазичастицы, квазиструктуры, точечные дефекты. Расположение элементов ИК-материалов в периодической системе элементов Д.И. Менделеева.
P2	Термодинамика кристаллизации	Стадии процесса кристаллизации. Отклонение от равновесного состояния. Относительное пресыщение, коэффициент пересыщения, переохлаждение, уравнение Гиббса-Гельмгольца. Критический радиус кристаллического «зародыша», критическая энергия Гиббса. Уравнение Гиббса-Томсона.
P3	Кинетика кристаллизации	Уравнение Аррениуса для скорости зарождения центров кристаллизации.

		<p>Зависимости линейной скорости роста кристаллов от пере-охлаждения для полимеризующихся и вязких расплавов.</p> <p>Метод принудительной кристаллизации.</p> <p>Объемная скорость роста кристаллов.</p>
P4	Морфология кристаллов	<p>Виды форм роста кристаллов (свободная, вынужденная).</p> <p>Пирамиды роста кристалла. Явления конкурирующего роста. Нормальная скорость роста и огранка кристалла.</p> <p>Геометрический отбор граней свободно растущего кристалла. Форма роста и равновесная форма кристалла.</p> <p>Морфология граней и механизмы роста кристаллов. Гидро-химический метод получения кристаллов галогенидов металлов.</p> <p>Консервативные методы выращивания: методы Стокбаргера, Чохральского, Киропулуса.</p> <p>Неконсервативные методы выращивания: методы зонной плавки и Вернейля. Получение монокристаллов галогенидов металлов. Дифференциально-термический анализ фазовых диаграмм состояния «твердое-жидкое».</p>
P5	Оптические волокна и стекла	<p>Развитие систем связи.</p> <p>Принцип действия оптического волокна и варианты его использования.</p> <p>Основные параметры волокон: критический угол ввода, числовая апертура, относительная и абсолютная разности показателей преломления, нормализованная частота.</p> <p>Типы оптических волокон: одномодовые и многомодовые волокна. Типы оптических потерь в световодах.</p> <p>Кварцевые световоды. Фторидные световоды. Поликристаллические ИК – световоды. Фотонно-кристаллические ИК-световоды. Методы моделирования фотонной структуры. Метод экструзии для получения поликристаллических ИК световодов на основе галогенидов металлов. Методы исследования функциональных свойств световодов: метод отрезков, метод дальнего поля, метод Майкельсона для определения показателя преломления оптического материала.</p> <p>Волоконные сборки как канал передачи теплового изображения.</p>
P6	Современный не-органический синтез: способы управления химическим и фазовым	<p>Состав материалов. Функциональное назначение материалов.</p> <p>Виды структурной организации твердотельных материалов. Классификация методов синтеза твердых тел. Классификация по агрегатному состоянию реагирующих веществ.</p>

	составом, микроструктурой твердых фаз.	Методы управления реакционной способностью веществ. Химическое взаимодействие растворителя с растворимым веществом. Классификация растворителей по физическим свойствам. Классификация растворителей, основанная на их химических свойствах. Условия образования твердой фазы. Механизмы зародышеобразования: гомогенное зародышеобразование; гетерогенное зародышеобразование.
P7	Синтез оксидов в реакциях горения из растворов.	Основные признаки метода SCS и требования отнесения метода к синтезу в реакциях горения. Традиционная схема проведения эксперимента по SCS получению оксидных соединений. Синтез простых оксидов горением сухим способом.
P8	Твердофазные процессы. Кинетика твердофазных реакций.	Стадийность твердофазных превращений. Геометрические модели реакций. Кинетические уравнения твердофазных реакций, протекающих в порошковых смесях. Диффузионные модели. Уравнение Яндера. Модель твердофазной реакции, лимитируемой процессами кинетической природы. Лимитирование процесса образованием и ростом зародышей. Методы исследования твердофазных реакций. Определение режима взаимодействия. Определение направления массопереноса. Метод Тубандта-Вагнера. Метод меченой поверхности Бенгсона-Ягича. Метод свободной поверхности (Шимановича-Павлюченко). Активное состояние реагентов и его роль в твердофазных процессах. Понятие «активное состояние». Способы оценки активного состояния твердых фаз. Дифференциальные методы. Способы активирования твердых реагентов. Изменение условий получения. Введение микродобавок (легирование). Механическое активирование индивидуальных реагентов и их смесей. Особенности твердофазных реакций с участием веществ с ковалентно-ионной связью.
P9	Самораспространяющийся высокотемпературный синтез.	Синтез неорганических соединений в волне горения. Синтез неорганических соединений в процессах безгазового горения. Свойства и применение СВС-продуктов. СВС-синтез неорганических соединений с газовой выделением. СВС-синтез неорганических соединений с внешним подводом тепла. Образование оксидов при сгорании пиротехнических составов. Обоснование выбора реагентов и условий реакций самораспространяющегося синтеза. Требования к процессу. Требования к окислителю. Требования к горючим компонентам. Регулирование температуры горения. Синтез индивидуальных оксидов. Реакции с безводными нитратами. Реакции с гидратированными нитратами. Реакции с оксинитратами. Реакции с аммонийными производными нитритных и нитратных комплексов. Реакции металлов с полностью сгорающими окислителями. Синтез двойных оксидов волне горения. Синтез цирконатов, титанатов и гафнатов щелочно-земельных металлов. Образование карбонатов и силикатов. Фосфаты, арсенаты, ниобаты

		<p>36. Сульфаты, селениты, теллуриды, хромиты, молибдаты, вольфраматы. О возможности синтеза сложнооксидных соединений элементов VII группы. Бораты, алюминаты, лантанаты. Синтез двойных оксидных фаз в процессах сжигания смесей двух окислителей с полностью сгорающей горючей добавкой.</p> <p>Продукты сгорания смесей двух окислителей с полностью сгорающей горючей добавкой. Синтез частично стабилизированного диоксида циркония при горении и детонации литых зарядов.</p>
P10	Плазмохимический синтез	<p>Механизмы управления реакциями в плазмохимическом синтезе. Управление химическими реакциями в процессе жидкофазного спекания тугоплавких соединений со связующими фазами. Модель формирования нанокристаллических «core-shell»-структур на примере композиций в виде тугоплавких соединений титана, покрытых металлическими слоями молибдена, никеля или кобальта.</p>

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	<p>учебно-исследовательская, научно-исследовательская</p> <p>профориентационная деятельность</p> <p>целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях</p>	<p>Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности</p> <p>Технология самостоятельной работы</p>	ПК-10 - Способен провести анализ и измерение характеристик новых наноструктурированных материалов	<p>З-1 - Характеризовать современные методы и средства контроля качества сырья и наноструктурированных композиционных материалов</p> <p>У-1 - Правильно интерпретировать результаты измерений характеристик материалов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт использования методов исследования</p>

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные методы получения и исследования материалов электроники

Электронные ресурсы (издания)

1. , Чаплыгин, Ю. А.; Нанотехнологии в электронике; Техносфера, Москва; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443325> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Кларк, Эшли Р., Э. Р., Эберхардт, Колин Н., К. Н., Баженов, С. Л.; Микроскопические методы исследования материалов; Техносфера, Москва; 2007 (3 экз.)
2. Козлова, О. Г., Белов, Н. В.; Рост и морфология кристаллов : учеб. для геол. специальностей вузов.; МГУ, Москва; 1980 (14 экз.)
3. Вильке, К.-Т., Рейхерт, Л. А., Петров, Т. Г., Пунин, Ю. О.; Методы выращивания кристаллов; Недра, Ленинградское отделение, Ленинград; 1968 (4 экз.)
4. Ормонт, Б. Ф., Глазов, В. М.; Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников : Учеб. пособие для вузов.; Высш. шк., Москва; 1982 (16 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Образовательный портал УрФУ <http://study.urfu.ru>

Электронный научный архив УрФУ <http://elar.urfu.ru>

Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>

Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>

Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>

Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://www.biblioclub.ru/>

Свердловская областная универсальная научная библиотека им. В.Г. Белинского – URL: http://book.uraic.ru/el_library

Служба тематических толковых словарей. – URL: <http://www.glossary.ru/>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Криштал М.М., Ясников И.С. и др. Мир физики и техники. Сканирующая электронная микроскопия и рентгеноспектральный микроанализ в примерах практического применения. М.: Техносфера. 2009. 208 с.
2. Белоногов Е.К. Методы исследования материалов. Часть 1 - Методы анализа электронной и атомной структуры, субструктуры и морфологии поверхности пленочных гетероструктур и наноструктур. Воронеж: Воронежский государственный университет. 2005.
3. «Прикладная оптика 2008». Восьмая международная конференция. С-Петербург. 2008. Т. 2. 350 с.
4. «Прикладная оптика 2010». Девятая международная конференция. С-Петербург. 2010. Т. 2. 346 с.
5. «Фотон-экспресс» научно-технический журнал №6. Вторая всероссийская конференция по волоконной оптике 2009. Изд-во.: НАУКА 2009. 252 с.
6. «Фотон-экспресс» научно-технический журнал №6. Вторая всероссийская конференция по волоконной оптике 2011. Изд-во.: НАУКА 2011. 256 с.
7. Гауэр Д. Оптические системы связи. М.: «Радио и связь», 1989. 500 с
8. Майер А.А. Процессы роста кристаллов. М.: Изд-во Российского химико-технологического университета им. Д.И.Менделеева, 1999. 173 с.
9. Сиротин Ю.И., Шаскольская М.П. Основы кристаллофизики. М.: Наука, 1979. 639 с.
10. Нывлт Я. Кристаллизация из растворов. М: Химия, 1974. 150 с.
11. Воронкова Е.М., Гречушников Б.Н., Дистлер Г.И., Петров И.П. Оптические материалы для инфракрасной техники. Справочное издание. М.: Наука, 1965. 335 с.
12. Акустические кристаллы. Под ред. Шаскольской М.П. М.: Наука, 1982. 632 с.
13. Корсаков А.С., Жукова Л.В., Жариков Е.В., Врублевский Д.С., Корсаков В.С. Синтез новых наноструктурированных кристаллов $AgBr - Ti$, $AgClxBr_{1-x}$, в том числе легированных Ti . // Цветные металлы. 2010. № 1. С. 69 -72
14. Жукова Л.В., Примеров Н.В., Корсаков А.С., Чазов А.И. Кристаллы для ИК-техники $AgClxBr_{1-x}$, $AgClxBr_{yTi_{1-x-y}}$ и световоды на их основе. // Неорганические материалы. 2008. Т. 44. № 12. С. 1516-1521.
15. Н.К. Булатов, А.А. Гребнева, Л.В. Жукова. Гидрохимический способ получения гало-генидов металлов и их твердых растворов. Учебное пособие. Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2009. 86 с.
16. Л.В. Жукова, Н.В. Примеров, Н.К. Булатов, Т.П. Большикова. Диаграммы фазовых равновесий кристаллы – расплав в гетерогенных системах на основе галогенидов металлов. Учебное пособие. Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2009. 60 с.
17. Л.В. Жукова, А.С. Корсаков, Н.В. Примеров, В.В. Жуков, Н.К. Булатов. Выращивание монокристаллов для ИК-волоконной оптики. Учебное пособие. Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2009. 77 с.
18. ЭОР УрФУ № 10914. Жуков В.В., Жукова Л.В., Корсаков А.С., Чазов А.И. «Синтез текстурованных кристаллов и световодов с проявлением размерных эффектов в наноструктуре», 2012. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/10914> .
19. ЭОР УрФУ № 13037 «Материалы современной электроники», 2014. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13037>

20. ЭОР УрФУ № 4674 «Технология производства тонкопленочных твердотельных сенсо-ров», 2007. Режим доступа <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/4674>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные методы получения и исследования материалов электроники

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет мультимедийная аудитория	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Доска аудиторная	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Браузер Goole Chrome или Mozilla Firefox