

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
 Химико-технологический институт

УТВЕРЖДАЮ
 Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев
 «__» _____ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ
 ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ И СЕНСОРИКИ**

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Технологии материалов оптоэлектроники и сенсорики	Код модуля 1128769 Учебный план № 5123
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/01.01
Траектория образовательной программы (ТОП)	ТОП2 Физико-химические технологии материалов электронной техники и энергетики
Направление подготовки Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки бакалавр	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Алексеева Татьяна Анатольевна	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии	
2	Марков Вячеслав Филиппович	д.х.н., проф.	зав. кафедрой	Физической и коллоидной химии	
3	Корсаков Александр Сергеевич	к.х.н., доцент	доцент	Физической и коллоидной химии	
4	Туленин Станислав Сергеевич	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии	
5	Форостяная Наталья Александровна	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии	
6	Кирсанов Алексей Юрьевич		ассистент	Физической и коллоидной химии	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета

А.Б. Даринцева

Протокол № 8 от «10» октября 2018 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

**Руководитель образовательной программы (ОП),
для которой реализуется модуль**

Т.Н. Останина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ И СЕНСОРИКИ»

1.1. Объем модуля, 25 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Данный модуль относится к вариативной части образовательной программы по выбору студента и позволит сформировать у студентов знания и понимание процессов, происходящих в материалах оптоэлектронной техники; изучить физико-химические закономерности процессов получения данных материалов; получить целостную картину о технологических особенностях производства основных материалов оптоэлектроники и сенсорики; ознакомиться с методами исследования их свойств для дальнейшего использования в будущей практической деятельности и при решении конкретных задач в области технологии материалов и изделий оптоэлектронной техники и сенсорики.

2. СТРУКТУРА МОДУЛЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ ПО ДИСЦИПЛИНАМ

Наименования дисциплин с указанием, к какой части образовательной программы они относятся: базовой (Б), вариативной – по выбору вуза (ВВ), вариативной - по выбору студента (ВС).	Семестр изучения	Объем времени, отведенный на освоение дисциплин модуля								
		Аудиторные занятия, час.				Самостоятельная работа, включая все виды текущей аттестации, час.	Промежуточная аттестация (зачет, экзамен), час.	Всего по дисциплине		
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего			Час.	Зач. ед.	
По очной форме обучения										
1.	(ВС) Моделирование химико-технологических процессов	8	16		32	48	60	Экзамен, 18	108	3
2.	(ВС) Современные методы получения и исследования материалов электроники	7, 8	82	34	83	199	449	Экзамен, 18; экзамен, 18	648	18
3.	(ВС) Технология материалов альтернативной энергетики	7	34	17		51	57	Зачет, 4	108	3
4.	(ВС) Проект по модулю	8					36		36	1
Всего на освоение модуля			132	51	115	298	602	58	900	25

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Технология материалов альтернативной энергетики; Современные методы получения и исследования материалов электроники; Моделирование химико-технологических процессов
3.2.	Корреквизиты	Современные методы получения и исследования материалов электроники; Технология материалов альтернативной энергетики Моделирование химико-технологических процессов; Современные методы получения и исследования материалов электроники

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ МОДУЛЯ

4.1. Планируемые результаты освоения модуля и составляющие их компетенции

Коды ОП, для которых реализуется модуль	Планируемые в ОХОП результаты обучения - РО, которые формируются при освоении модуля	Компетенции в соответствии с ФГОС ВО, а также дополнительные из ОХОП, формируемые при освоении модуля
18.03.01/01.01	РО-ТОП2-3 Применять современные технологии и оборудование для получения новых материалов электронной техники и энергетики	– готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства материалов и изделий электронной техники (ДПК-5-ТОП2); – способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере химии, физики, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств (ДПК-6-ТОП2)

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ДПК-5-ТОП2	ДПК-6-ТОП2
1	(ВС) Моделирование химико-технологических процессов		*
2	(ВС) Современные методы получения и исследования материалов электроники	*	*
3	(ВС) Технология материалов альтернативной энергетики		*

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Выполнение и защита проекта по модулю.

5.3. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по модулю (Приложение 1)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе модуля
«Технологии материалов оптоэлектроники и сенсорики»

5.3. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.1. ОБЩИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

Система критериев оценивания результатов обучения в рамках модуля опирается на три уровня освоения: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

5.3.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО МОДУЛЮ

5.3.2.1. Перечень примерных вопросов для интегрированного экзамена по модулю
Не предусмотрено.

5.3.2.2. Перечень примерных тем итоговых проектов по модулю

1. Технология монокристаллических материалов.
2. Современные методы исследования материалов электронной техники.
3. Основы технологии материалов электроники.

6. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ МОДУЛЯ

Номер листа изменений	Номер протокола заседания проектной группы модуля	Дата заседания проектной группы модуля	Всего листов в документе	Подпись руководителя проектной группы модуля

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Технологии материалов оптоэлектроники и сенсорики	Коды модуля 1128769
Образовательные программы Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Коды ОП 18.03.01/01.01
Направления подготовки Химическая технология	Коды направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказов Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Марков Вячеслав Филиппович	д.х.н., профессор	зав. кафедрой	Физической и коллоидной химии	
2	Туленин Станислав Сергеевич	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

**Рекомендовано учебно-методическим советом
Химико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от "10" октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Технология материалов альтернативной энергетики»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

В дисциплине дана общая классификация альтернативных источников энергии; принципы преобразования, достоинства и недостатки использования нетрадиционных источников энергии; термоэмиссионное преобразование энергии; химические источники тока, принцип действия и виды; водородная энергетика; технология изготовления термоэлектрических материалов; термоэлектрические генераторы и их виды; полупроводниковые фотоэлектрохимические элементы различного назначения; природа и спектральный состав солнечного света; основные виды солнечных преобразователей; материалы для фотопреобразователей и их классификация; характеристика и основные физико-химические, электрические и оптические свойства полупроводниковых материалов и твердых растворов на их основе; кремневые элементы; реализация тонкопленочных технологий в каскадных солнечных элементах; квантовые точки в солнечных элементах; химические и физические методы получения тонкопленочных солнечных преобразователей; методы исследования материалов.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере химии, физики, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств (ДПК-6-ТОП2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные процессы, происходящие в материалах альтернативной энергетики;
- методы использования нетрадиционных источников энергии; термоэмиссионное преобразование энергии.

Уметь:

- формулировать содержание основных понятий и концепций технологии материалов альтернативной энергетики;
- применять аппарат дисциплины для решения практических задач.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- методами проведения измерений и корректной оценки погрешностей при проведении физико-химических экспериментов;
- методами анализа технологических особенностей получения и свойств материалов энергетики для их дальнейшего использования в практической деятельности.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
				7
1.	Аудиторные занятия	51	51	51
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы			
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	57	7,65	57
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	3
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Введение в альтернативную энергетику	Предмет курса и его задачи. История развития. Роль альтернативной энергетики в жизни человека. Экологические аспекты. Современные тенденции развития альтернативной энергетики в мире.
P2	Классификация альтернативных источников энергии	Ресурсы ветровой энергии на территории России. Принципы преобразования ветровой энергии. Ветроэлектрические станции. Гидроэнергетика. Достоинства и недостатки. Геотермальная энергетика. Источники тепла в недрах Земли. Схема действующих ГеоТЭЦ. Термоэмиссионное преобразование энергии. Химические источники тока и преобразователи тока. Принцип действия и основные виды. Химические источники тока одноразового действия. Электрохимические системы используются в элементах. Топливные элементы. Водородная энергетика. Области применения водорода. Источники энергии для получения водорода. Получение водорода с помощью угля. Электролиз воды. Термохимические и комбинированные методы получения водорода из воды.
P3	Термоэлектрические генераторы и фотоэлектрохимические элементы	Термоэлектрический эффект. Коэффициент полезного действия термопары. Материалы термопар. Основные технологии изготовления термоэлектрических материалов. Термоэлектрические генераторы. Схемы термоэлектродгенераторов. Действие света на полупроводник. Строение границы раздела полупроводник-раствор электролита. Кинетика электрохимических реакций. Процессы в полупроводниковых фотоэлектрохимических элементах. Основные характеристики элементов. Элементы для фотоэлектролиза воды, органических и неорганических веществ. Механизм фотоэлектрохимических процессов в микрогетерогенных системах. Фотоэлементы регенеративного типа.
P4	Преобразователи солнечного излучения (солнечные элементы)	Солнечная энергетика. Природа и спектральный состав солнечного света. Прямое и не прямое преобразование солнечного света. История создания первых солнечных преобразователей. Виды солнечных преобразователей. Механизм поглощения света в полупроводнике. Фотовольтаический эффект в pn -переходе. Анализ свойств переходов. Основные характеристики солнечных элементов. Вольт-амперная характеристика солнечного элемента. Эффективность преобразования солнечных элементов. Влияние температуры и освещенности на КПД. Спектральная чувствительность солнечного элемента. Материалы для фотопреобразователей и их классификация. Методы исследования полупроводниковых материалов. Кремневые элементы. Методы получения гидрогенизированного аморфного кремния и солнечные преобразователи на его основе. Тонкопленочные поликристаллические кремневые элементы. Тонкопленочные солнечные преобразователи на основе халькогенидов металлов. Группа полупроводников $A^{III}B^V$ и $A^{II}B^{VI}$. Новые типы солнечных элементов. Каскадные элементы. Квантовые точки. Методы получения тонкопленочных солнечных преобразо-

		вателей. Физическое осаждение из паровой фазы. Методы химического осаждения. Гидрохимический синтез материалов. Нанесение лицевого контакта. Антиотражающее покрытие.
--	--	---

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.2. Практические занятия

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Расчет эффективности ветрогенераторов	2
P2	2	Химические источники тока	4
P3	3	Термоэлектрические явления, термоэлектродгенераторы	4
P3	4	Электрохимические реакции в фотоэлектрохимических элементах	4
P4	5	Солнечные преобразователи. Коэффициент полезного действия	3

Всего: 17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

1. Методы исследования структуры кристаллов и тонких пленок (рентгеновская дифракция, электронная дифракция).
2. Методы исследования состава поверхности (обратное рассеяние быстрых ионов, ВИМС, оже-электронная спектроскопия).
3. Методы получения тонких проводящих пленок.
4. История открытия и исследования сверхпроводимости, применение сверхпроводников.
5. Альтернативные источники энергии и возможности их применения.
6. История изучения полупроводниковых материалов.
7. Развитие солнечной энергетики.
8. Инновации в топливно-энергетическом комплексе.
9. Химические источники тока и преобразователи тока.
10. Топливные элементы.
11. Современная водородная энергетика.
12. Органические полупроводники и возможности их применения в солнечных элементах.
13. История создания термоэлектрических генераторов.
14. Понятие о гетеропереходах. Создание гетеропереходов и их применение в приборах.
15. Материалы для преобразования световой энергии в электрическую.
16. Твердые растворы на основе полупроводниковых соединений A^3B^5 и их применение.
17. Свойства и применение полупроводниковых соединений A^2B^6 .
18. Геотермальная энергетика и ее развитие.
19. Пористый кремний: получение и применение.
20. Коллоидные квантовые точки и их применение в солнечных элементах.
21. Квантовые ямы, нити и точки: что это такое?
22. Технология изготовления солнечных преобразователей.
23. Углеродные нанотрубки: свойства, получение и применение в электронных приборах.
24. Стекло как активная среда для генерации лазерного излучения.
25. Каскадные солнечные элементы и их перспективы.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1	*				*							
P2	*			*	*							
P3	*				*							
P4	*			*	*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)****8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)****9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ****9.1. Рекомендуемая литература****9.1.1. Основная литература**

1. Радченко Р.В. Мокрушин А.С., Тюльпа В.В. Водород в энергетике. Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. 229 с.
2. Пархоменко Ю.Н., Полисан А.А. Физика и технология приборов фотоники. Солнечная энергетика и нанотехнологии. М. : МИСИС, 2013. 142 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Лабунцов Д.А. Физические основы энергетики. М. : Изд-во МЭИ, 2000. 388 с.
2. Калинин Ю.Я., Дубинин А.Б. Нетрадиционные способы получения энергии. Саратов : СПИ, 1983. 70 с.
3. Чепра К., Дас С. Тонкопленочные солнечные элементы. М. : Мир, 1986. 435 с.
5. Шпильрайн Э.Э., Малышенко С.П., Кулешов Г.Г. Введение в водородную энергетику. М. : Энергоатомиздат, 1984. 264 с.
6. Зарецкий С.А., Сучков В.Н., Животинский П.Б. Электрохимическая технология неорганических веществ и химические источники тока. М. : Высшая школа, 1980. 423 с.
7. Бернштейн А.С. Термоэлектрические генераторы. М. : Госэнергоиздат, 1956. 50 с.
8. Плесков Ю.В. Фотоэлектрохимические преобразователи солнечной энергии. М. : Химия, 1990. 176 с.
9. Иншакова Е.И. Развитие альтернативной энергетики на основе нанотехнологий: прогнозируемые эффекты российской экономики. Вестник волгоградского гос. ун.-та. 2014. № 5. С. 80-90.
10. Ахмедов Р.Б. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. - М. : Знание, 1988. 218 с.
11. Магомедов А.М. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Махачкала : Юпитер, 1996. 245 с.
12. Пугач Л.И., Серант Ф.А., Серант Д.Ф. Нетрадиционная энергетика - возобновляемые источники, использование биомассы, термохимическая подготовка, экологическая безопасность. Новосибирск : НГТУ, 2006. 347 с.

9.2. Методические разработки

Не используются.

9.3. Программное обеспечение

операционная система Microsoft Windows;
Microsoft Office в составе Word, Excel;

Расчетная компьютерная программа «СВД-04» – расчет граничных условий образования твердых фаз халькогенидов, оксидов и цианамидов металлов. 2004.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>
3. Поисковые системы: <http://www.yandex.ru>, <http://www.google.com>
4. Свободная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org>
5. Российская электронная научная библиотека: <http://www.elibrary.ru>
6. Поисковая система публикаций научных изданий: <http://www.sciencedirect.com>
7. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>
8. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>
9. Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/bse/3009.html>
10. Алхимик. Сайт кафедры неорганической химии МИТХТ им. М.В. Ломоносова. Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/>
11. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2744
12. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: Электроника. Радиотехника. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=1491

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционная аудитория X-411, оборудованная средствами мультимедийной презентации.

Компьютерный класс для проведения тестирования студентов и выполнения расчетных заданий X-416.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Технология материалов альтернативной энергетики»

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,7		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение лекций	VII, 1-16	30
Ведение конспекта лекций	VII, 1-16	20
Реферат	VII, 8	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Посещение практических занятий	VII, 4-16	20
Реферат	VII, 12	80
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: не предусмотрены.		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 7	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
«Технология материалов альтернативной энергетики»

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fero.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий
Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий
Не предусмотрено.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы
Не предусмотрены.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

- 1) Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии.
- 2) Проблемы энергосбережения в России и за рубежом, пути их решения.
- 3) Способы преобразования солнечной энергии.
- 4) Фотовольтаика. Гелиотермальная энергетика.
- 5) Оборудование для солнечной энергетики.
- 6) Материалы для солнечной энергетики.
- 7) Поликристаллический кремний и технологии его получения.
- 8) Ветер как источник энергии. Ветро двигатели. Ветрогенераторы.
- 9) Материалы для ветроэнергетики.
- 10) Энергия воды. Развитие гидроэнергетики.
- 11) Гидроэнергетические установки. Материалы для гидроэнергетических установок.
- 12) Геотермальная и петротермальная энергетика.
- 13) Геотермальные источники энергии.
- 14) Технологии использования геотермального тепла.

- 15) Применение водородной энергии.
- 16) Методы промышленного производства водорода.
- 17) Способы хранения водорода и материалы для хранения.
- 18) Топливные элементы.
- 19) Биодизель и биоэтанол.
- 20) Биогаз и синтез-газ.
- 21) Технологии получения биотоплива.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Химико-технологический институт

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Технология материалов оптоэлектроники и сенсорики	Код модуля 1128769
Образовательная программа Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Код ОП 18.03.01/01.01
Направление подготовки Химическая технология	Код направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Марков Вячеслав Филиппович	д.х.н., профессор	зав. кафедрой	Физической и коллоидной химии	
2	Кирсанов Алексей Юрьевич		ассистент	Физической и коллоидной химии	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

Председатель учебно-методического совета ХТИ

А.Б. Даринцева

Протокол № 8 от «10» октября 2018 г.

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины будущий специалист приобретет знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей основной образовательной программы.

Дисциплина нацелена на подготовку специалистов 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. Язык реализации программы – русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере химии, физики, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств (ДПК-6-ТОП2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и (или) физико-химических моделей;
- основные принципы организации химического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- общие закономерности химических процессов;
- алгоритм построения математической модели химико-технологического процесса;
- математико-статистический анализ экспериментальных данных.

Уметь:

- применять методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования, идентификации параметров и оптимизации процессов химической технологии;
- рассчитывать основные характеристики химического процесса, выбирать рациональную схему производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;
- выбирать оборудование и определять параметры наилучшей организации процесса;
- проводить расчеты, необходимые для проведения химических реакций заданного вещества;
- строить математическую модель химико-технологического процесса;
- реализовывать вычислительный алгоритм с помощью системы управления;
- строить план и обрабатывать результаты запланированного эксперимента.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- навыками работы с учебной, справочной, технической и научной литературой;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования;
- методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов, пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов;
- методами анализа эффективности работы химических производств.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	
1.	Аудиторные занятия	48	48	48
2.	Лекции	16	16	16
3.	Практические занятия			
4.	Лабораторные работы	32	32	32
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	60	7,2	60
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел 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. Детерминированный и стохастический подход к объекту. 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
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
P3	Параметры оптимизации вычислительного эксперимента	Проверка воспроизводимости опытов. Постановка задачи оптимизации, классификация методов оптимизации.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Объем модуля (зач.ед.): 25
 Объем дисциплины (зач.ед.): 3

Раздел дисциплины		Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																										
Код раздела	Наименование раздела	Всего по разделу (час.)	Всего аудиторной работы (час.)			Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)											Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)						
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конфер., коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа	Графическая работа	Реферат, эссе, творч. работа	Проектная работа	Расчетная работа, разработка программного продукта	Расчетно-графическая работа	Домашняя работа на иностр. языке	Перевод инояз. литературы	Курсовая работа	Курсовой проект	Всего (час.)	Контрольная работа	Коллоквиум	Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю				
P1	Принципы построения моделей	25	18	6	12	7	7	3	4																								
P2	Моделирование кинетических процессов	44	16	6	10	28	8	4	4		20				2																		
P3	Параметры оптимизации вычислительного эксперимента	21	14	4	10	7	7	3	4																								
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	90	48	16	0	32	42	22	10	0	12	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Всего по дисциплине (час.):	108	48			60	В т.ч. промежуточная аттестация																							0	18	0	0

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P1	1	Моделирование кинетики гомогенных химических реакций (исследование температурной зависимости, сравнение численных методов)	6
P1	2	Моделирование гомогенных химических реакторов	6
P2	3	Математическое моделирование массообменных процессов	6
P2	4	Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций	4
P3	5	Идентификация параметров математического описания химических процессов	6
P3	6	Анализ параметрической чувствительности химических реакторов	4
Всего:			32

4.2. Практические занятия

Не предусмотрено.

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Не предусмотрено.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Составление моделей кинетики гетерогенных химических реакций (PP 1).
Составление моделей гомогенных химических реакторов. Решение с применением численных методов (PP 2).

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента
P1	*			*	*						
P2	*			*	*						
P3	*			*	*						

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология: Введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие. М.: Логос, 2012. 304 с.
2. Гумеров А.М., Валеев Н.Н. и др. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие (Гриф УМО). М.: Колосс, 2008. 159 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. 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.
2. Холоднов В.А., Дьяконов В.П. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов. СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2003. 480 с.
3. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. М.: Высшая школа, 1991. 400 с.
4. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: учебное пособие для вузов. М.: ИКЦ «Академкнига», 2008. 416 с.
5. Кравцов А.В., Ушева Н.В., Кузьменко Е.А., Фёдоров А.Ф. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Часть 1. Томск: Изд-во: ТПУ, 2013. 136 с.
6. Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: изд-во "Наука", 1976.

7. Ю.П. Адлер. Введение в планирование эксперимента. М.: Металлургия, 1969. 157 с.
8. Математическая теория планирования эксперимента / под ред. С.М. Ермакова. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. 392 с.

9.2. Методические разработки

Не используются.

9.3. Программное обеспечение

Операционная система Microsoft Windows;
Microsoft Office в составе Word, Excel;
Maple;
MATLAB;
MathCad.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Картотека JCPDS-ICDD Copyright 1995.
2. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. Режим доступа:
<http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>
3. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>
4. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: физическая химия. Режим доступа:
http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2519
5. Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/bse/3009.html>
6. Алхимик. Сайт кафедры неорганической химии МИТХТ им. М.В. Ломоносова. Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/>
7. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
8. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

- Лекционная аудитория Х-411, оборудованная средствами электронной презентации.
- Компьютерный класс Х-416 для проведения лабораторного практикума, практических занятий, тестирования студентов и выполнения ими расчетных заданий.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Моделирование химико-технологических процессов»

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены – не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,7		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VIII, 1–16	15
<i>Расчетная работа 1</i>	VIII, 4	40
<i>Расчетная работа 2</i>	VIII, 7	45
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: не предусмотрены.		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Подготовка к лабораторным занятиям</i>	VIII, 1–16	30
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	VIII, 1–16	20
<i>Отчеты по лабораторным работам</i>	VIII, 1–16	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

8.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

8.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр VIII	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
«Моделирование химико-технологических процессов»

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ
НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fepo.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
«Моделирование химико-технологических процессов»

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы Не предусмотрено.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Оценки дисперсий – остаточной, воспроизводимости и адекватности при обработке результатов пассивных экспериментов при различном числе параллельных опытов. Коэффициент корреляции и его оценка для двух случайных величин. Графическое представление поля корреляции.
2. Определение значимости коэффициентов регрессии при обработке результатов пассивных экспериментов с применением t-распределения Стьюдента и процедура исключения незначимых коэффициентов. Понятие адекватности регрессионных моделей – качественное и количественное. Критерии количественной оценки адекватности моделей, в том числе с применением F-распределения Фишера
3. Особенности активного эксперимента и оптимизация экспериментов. Отличие

активного эксперимента от пассивного эксперимента. Понятия функции отклика и факторов Полный факторный эксперимент (ПФЭ), формулы кодирования факторов и графическое представление опытов в факторном пространстве. Уравнения регрессии для 2-х и 3-х факторов с двойным (бинарным) взаимодействием факторов. Построить матрицу планирования экспериментов для 2-х и 3-х факторов. Оптимальные свойства матрицы планирования ПФЭ – симметричности, ортогональности и нормировки. Вывод формул для определения коэффициентов регрессионных моделей при обработке результатов полного факторного эксперимента – ПФЭ типа 2^m (m – число факторов)

4. Определение значимости коэффициентов регрессии при обработке результатов ПФЭ с применением t-распределения Стьюдента и процедура исключения незначимых коэффициентов. Понятие адекватности регрессионных моделей – количественная оценка адекватности моделей с применением F-распределения Фишера
5. Свойство ротатабельности моделей, полученных в результате обработки результатов ПФЭ типа 2^m (m – число факторов), и определение направления градиента в факторном пространстве, с учетом которого следует выбирать новую область для проведения серии опытов ПФЭ. Статистический критерий близости оптимального значения функции отклика.
6. Понятие «почти стационарной области» в факторном пространстве. Уравнение регрессии, описывающей эту область для двух факторов с учетом взаимодействия факторов. Общее число опытов для определения коэффициентов этого уравнения. Опыты в звездных точках факторного пространства и в центре плана. Построить ортогональный центральный композиционный план эксперимента – ОЦКП и дать графическую интерпретацию расположения опытов в факторном пространстве. Приведите формулы кодирования факторов. Оптимальные свойства матрицы планирования при проведении экспериментов ОЦКП и за счет чего можно обеспечить свойство ортогональности матрицы планирования в этом случае?
7. Вывод формул для определения величины звездного плеча и коэффициента S , обеспечивающих ортогональность матрицы планирования при обработке результатов ортогонального центрального композиционного плана эксперимента – ОЦКП.
8. Вывод формул для определения дисперсий и ковариаций для моделей при обработке результатов ортогонального центрального композиционного плана эксперимента – ОЦКП.
9. Вывод формул для определения коэффициентов регрессионных моделей с бинарным взаимодействием факторов при обработке результатов ОЦКП. Постройте соответствующую матрицу планирования ОЦКП эксперимента для 2 факторов. Как определяется экстремум функции отклика в этом случае?
10. Оценка незначимости коэффициентов регрессии при обработке результатов ортогонального центрального композиционного плана эксперимента – ОЦКП. Как исключаются один и несколько незначимых коэффициентов регрессии при обработке результатов активного эксперимента? По результатам каких экспериментов определяются дисперсии адекватности и воспроизводимости для определения адекватности модели в этом случае?
11. Экспериментально-статистический метод Бокса-Вильсона для оптимизации экспериментов. Блок-схема алгоритма метода Бокса-Вильсона. Определение оптимального значения функции отклика и условие завершения экспериментов.
12. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии k, a, b, c для уравнения, связывающего абсолютную вязкость (η) с плотностью (ρ) и температурой (T) с помощью функции:

$$h = r^k \exp(a + r^b + r^c).$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

13. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии a_j ($j = 0, 1, \dots, m$) для уравнения многочлена степени m , связывающего выходную переменную (y) с фактором (x) с помощью функции:

$$y = \sum_{j=0}^m a_j x^j$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

14. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов множественной регрессии a_j ($j = 0, 1, \dots, m$) для уравнения, связывающего выходную переменную (y) с фактором (x) с помощью функции:

$$y = \sum_{j=0}^m a_j x_j ; \text{ (при этом } x_0 = 1)$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения

15. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии k_1, k_2 для уравнения, связывающего линейную скорость газа в барботажном слое (ω) с давлением (P) с помощью функции:

$$\omega = \frac{k_1 P}{k_2 + P}$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

16. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A, E для уравнения Аррениуса, связывающего константу скорости реакции (k) с температурой (T) с помощью функции: $k = A \exp(-E/RT)$.

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

17. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии ($\alpha_1, \beta_1, \beta_2$) для уравнения, связывающего выходную переменную (y) с факторами (x_1 и x_2) с помощью функции: $y = \alpha x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2}$.

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

18. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии (α, β_1, β_2) для уравнения, связывающего выходную переменную (y) с факторами (x_1 и x_2) с помощью функции: $y = \alpha x_1^{\beta_1} x_2^{\beta_2}$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

19. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии (β_1, β_2) для уравнения, связывающего выходную переменную (y) с фактором (x) с помощью функции: $y = \beta_1 e^{\beta_2 x}$.

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

20. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A и B в уравнении Киреева, связывающего давление насыщенного пара индивидуального

вещества (P) с температурой (T) с помощью функции: $P = \exp(A + T^B)$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

21. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A , B и C в уравнении Антуана, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (P) с температурой (T) с помощью функции: $P = \exp(A + C^{B+T})$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

22. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A , B и C в уравнении Кирхгофа, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (P) с температурой (T) с помощью функции: $P = \exp(A + T^B + C \ln T)$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

23. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A , B , C и D в уравнении Риделя, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (P) с температурой (T) с помощью функции: $P = \exp(A + T^B + C \ln T + DT^6)$.

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

24. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A , B , C и D в модифицированном уравнении Риделя, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (P) с температурой (T) с помощью функции:

$$P = \exp(A + T^B + CT + D \ln T)$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

25. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A , B , C и D в уравнении Миллера, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (P) с температурой (T) с помощью функции:

$$P = \exp(A + T^B + CT + DT^3)$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

26. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A , B , C и D в уравнении Фроста-Колкуорфа, связывающего давление насыщенного пара индивидуального вещества (P) с температурой (T) с помощью функции:

$$P = \exp(A + T^B + C \ln T + D T^2)$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

27. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A , B , C , D и E в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (K) с температурой (T) с помощью функции:

$$K = \exp(A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^6)$$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения.

28. Вывести матричную формулу для определения коэффициентов регрессии A , B , C , D и E в уравнении, связывающем значение константы фазового равновесия жидкость-пар (K) с температурой (T) с помощью функции: $K = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^6$

Построить таблицу пассивного эксперимента. При обработке результатов пассивного эксперимента линеаризовать регрессионную модель, и реализовать аналитический и алгоритмический подходы для получения решения

29. Пассивный лабораторный эксперимент и пассивный промышленный эксперимент. Построить таблицу пассивного эксперимента для построения эмпирической математической модели. Дать определение регрессионной модели. Линейная и нелинейная регрессия. Условия применимости регрессионного анализа и этапы регрессионного анализа. Структурная и параметрическая идентификация регрессионных моделей. Вывод матричной формулы для определения коэффициентов линейных и линеаризованных регрессионных моделей при обработке результатов пассивного эксперимента. Чем отличается применение выведенной формулы для линейных и линеаризованных моделей: привести примеры для линейной и линеаризованной модели?
30. Нормальное распределение вектора наблюдений выходной (зависимой) переменной процесса при обработке результатов пассивных экспериментов. Числовые характеристики нормально-распределенных случайных величин: математическое ожидание, дисперсия и средне-квадратичное отклонение (стандарт). Вывод формул для определения дисперсий и ковариаций (корреляционных моментов) для линейных и линеаризованных регрессионных моделей при обработке результатов пассивных экспериментов.
31. Для простой гидравлической системы построить:
 - Математическое описание процесса движения жидкости в стационарном / динамическом режиме;
 - Информационную матрицу системы уравнений для выбора декомпозиционного алгоритма решения;
 - Блок-схему алгоритма решения прямой задачи, включающей стандартные численные методы вычислительной математики.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ
МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОНИКИ**

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Технологии материалов оптоэлектроники и сенсорики	Коды модуля 1128769
Образовательные программы Химическая технология неорганических, органических веществ, природных энергоносителей и лекарственных препаратов	Коды ОП 18.03.01/01.01
Направления подготовки Химическая технология	Коды направления и уровня подготовки 18.03.01
Уровень подготовки Бакалавриат	
ФГОС ВО	Реквизиты приказов Минобр-науки РФ об утверждении ФГОС ВО: № 1005 от 11.08.2016 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Марков Вячеслав Филиппович	д.х.н., профессор	заведующий кафедрой	Физической и коллоидной химии	
2	Корсаков Александр Сергеевич	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии	
3	Форостяная Наталья Александровна	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

**Рекомендовано учебно-методическим советом
Химико-технологического института**

Председатель учебно-методического совета ХТИ
Протокол № 8 от "10" октября 2018 г.

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Современные методы получения и исследования материалов электроники»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина 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.

Дисциплина дает представления о материалах электроники, большое внимание уделено методам их исследования.

В данной дисциплине широко используется математический аппарат, а также моделирование, проектирование физико-химических закономерностей синтеза кристаллов и ИК – световодов, изделий электроники и микроэлектроники. Поэтому для ее успешного освоения студенты должны владеть основами высшей математики, информатики и физической химии в объеме вузовского курса, а также иметь твердые знания по органической, неорганической и аналитической химии.

1.2. Язык реализации программы - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- готовность к применению современных технологических процессов и технологического оборудования на этапах разработки и производства материалов и изделий электронной техники (ДПК-5-ТОП2);
- способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере химии, физики, технологии изготовления и применения электронных приборов и устройств (ДПК-6-ТОП2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- тенденции развития физико-химических технологий в сфере производства материалов для ИК – волоконной оптики сенсорной и сцинтилляционной техники и оптоэлектроники;
- основные принципы организации физических и химических технологий в сфере производства материалов для ИК – волоконной оптики, сенсорной и сцинтилляционной техники и оптоэлектроники;
- функциональные свойства основных материалов для производства ИК – волоконной оптики, сенсорной и сцинтилляционной техники и оптоэлектроники;
- явления, лежащие в основе, методы и приемы оптимизации химических и физических технологических процессов;
- виды и методы получения сырья для производства оптических кристаллов.

Уметь:

- правильно, аргументировано и ясно формулировать техническую проблему и пути ее решения;
- уверенно ориентироваться в научно-технической литературе по специальности;
- использовать поисковые системы, банки данных и специальные сайты в Интернете для поиска информации по заданной теме;
- выбирать рациональную технологическую схему производства материалов и изделий электронной техники;
- оценивать технологическую эффективность производства и функциональные характеристики материалов, идентифицировать новые технические решения;

- применять методы математического моделирования для решения типовых профессиональных задач;
- строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ.

Владеть:

- способами обработки исходных данных и перевода первичной информации на профессиональный язык;
- алгоритмом работы по проведению патентного поиска по заданной теме;
- иностранным языком в объеме, достаточном для делового общения;
- способностью самостоятельно разрабатывать модели исследуемых процессов, новых материалов, функциональных элементов, приборов ИК – волоконной оптики, сенсорной и сцинтилляционной техники и оптоэлектроники;
- современными методами расчета и проектирования технологических процессов получения материалов ИК – волоконной оптики, сенсорной и сцинтилляционной техники и оптоэлектроники.

1.4. Объем дисциплины

По очной форме обучения

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)	
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	7	8
1.	Аудиторные занятия	199	199	119	80
2.	Лекции	82	82	34	48
3.	Практические занятия	34	34	34	
4.	Лабораторные работы	83	83	51	32
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	449	29,85	133	316
6.	Промежуточная аттестация	36	4,66	Э	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	648		252	396
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	18		7	11

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Классификация ИК-материалов	История развития дисциплины. 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. Пересыщение, относительное пресыщение, коэффициент пересыщения, переохлаждение, уравнение Гиббса-Гельмгольца. Изучение температурной зависимости энергии Гиббса и энтальпии для кристалла и расплава. Варианты закона Гиббса-Гельмгольца для кристаллов разной геометрической формы. Критический радиус кристаллического «зародыша», критическая энергия Гиббса. Уравнение Гиббса-Томсона.

P3	Кинетика кристаллизации	<p>Уравнение Аррениуса для скорости зарождения центров кристаллизации.</p> <p>Зависимости линейной скорости роста кристаллов от переохлаждения 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.</p> <p>Нормальная скорость роста и огранка кристалла.</p> <p>Геометрический отбор граней свободно растущего кристалла.</p> <p>Форма роста и равновесная форма кристалла.</p> <p>Принцип Гиббса-Вульфа-Кюри.</p> <p>Морфология граней и механизмы роста кристаллов.</p> <p>Консервативные методы выращивания: методы Стокбаргера, Чохральского, Киропулуса.</p> <p>Неконсервативные методы выращивания: методы зонной плавки и Вернейля.</p>
P5	Оптические волокна и стекла	<p>Развитие систем связи.</p> <p>Принцип действия оптического волокна.</p> <p>Основные параметры волокон: апертурный угол ввода, числовая апертура, относительная и абсолютная разности показателей преломления, нормализованная частота.</p> <p>Типы оптических волокон: одномодовые и многомодовые волокна. Типы оптических потерь.</p> <p>Кварцевые световоды. Фторидные световоды. Поликристаллические ИК – световоды. Фотонно-кристаллические ИК-световоды. Методы моделирования фотонной структуры.</p> <p>Метод капиллярного давления. Подача расплава под давлением. «Вытягивание вниз». Метод лазерной плавки. Вытяжка в стеклянной оболочке.</p>
P6	Материалы электроники	<p>Материалы электроники. Понятие структуры материалов, специфические требования к методам диагностики наночастиц и наноматериалов. Общие характеристики методов изучения, анализа и диагностики объемных и наноструктурированных материалов. Определяющее значение условий получения для создания наноматериалов с заданными свойствами и контроля качества материалов и приборов.</p>
P7	Методы и оборудование для определения элементного состава материалов	<p>Спектроскопия. Понятие спектра. Взаимосвязь энергии, длины волны и частоты.</p> <p>Рентгеноспектральный анализ элементного состава вещества. Сплошной и характеристический рентгеновский спектр. Работа рентгеновской трубки. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Закон поглощения рентгеновских лучей, рентгеновская дефектоскопия, фильтрация рентгеновского излучения. Преломление рентгеновских лучей. Флуоресцентное излучение. Спектрометры рентгеновского излучения с волновой и энергетической дисперсией. Микрорентгеноспектральный анализ, схема прибора, особенности применения.</p> <p>Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Физические основы метода. Сущность методов электронной спектроскопии, Оже- электронные и рентгеновские фотоэлектронный спектры. Информационная глубина. Схема спектрометров, типы приборов. Элементарная чувствительность. Характеристика</p>

		<p>применений.</p> <p>Спектроскопия комбинационного рассеяния. Комбинационное рассеяние и поглощения света. Основные параметры линий комбинационного рассеяния (частота, интенсивность, ширина линии). Применение спектроскопии КРС в химии. Установление химического строения молекул. Исследование микрокристаллических образцов методом КРС.</p>
P8	Методы и оборудование для изучения структуры материалов	<p>Дифракционные методы исследования.</p> <p>Возникновение непрерывного и линейчатого спектра. Закон Мозли. Основные сведения по физике рентгеновских лучей. Спектры испускания лучей. Спектры поглощения рентгеновских лучей. Рассеяние свободным электроном. Эффект Комптона. Фотоэффект. Суммарное поглощение рентгеновского излучения веществом. Спектры поглощения рентгеновского излучения. Селективные фильтры для поглощения излучения. Дифракция рентгеновского излучения. Уравнение Лауэ. Закон Вульфа – Брэгга.</p> <p>Аппараты для рентгенофазового анализа. Принципиальная схема рентгеновской установки ДРОН. Метод полнопрофильного анализа рентгенограмм (метод Ритвелда). Рентгеновские методы исследования материалов. Определение областей когерентного рассеяния. Малоугловое рассеяние.</p>
P9	Методы и оборудование для анализа геометрических параметров и морфологии материалов	<p>Электронная микроскопия.</p> <p>Растровая электронная микроскопия. Типы сигналов в растровом электронном микроскопе. Схема электронной и рентгеновской оптики комбинированного РЭМ - РСМА. Формирование изображения в РЭМ.</p> <p>Просвечивающая электронная микроскопия. Схема электронной оптики ПЭМ. Устройство магнитной линзы. Формирование изображения в ПЭМ.</p> <p>Зондовые методы.</p> <p>Сканирующая туннельная микроскопия. Принцип работы туннельного микроскопа. Схема протекания туннельного тока между зондом и объектом. Устройство сканирующего туннельного микроскопа.</p> <p>Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Методики атомно-силовой микроскопии.</p>
P10	Исследование функциональных свойств	Методы контроля электрофизических параметров

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

Раздел дисциплины			Аудиторные занятия (час.)				Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																															
Код раздела, темы	Наименование раздела, темы	Всего по разделу, теме (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего самостоятельной работы студентов (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)						Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)												Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)	Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)										
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум (магистратура)	Всего (час.)	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно-графическая работа*	Домашняя работа на иностранном языке*	Перевод иностранной литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	Всего (час.)	Контрольная работа*				Коллоквиум*									
P1	Классификация ИК-материалов	8	4	4			4	4	4																													
P2	Термодинамика кристаллизации	56	30	6	14	10	26	26	6	12	8																											
P3	Кинетика кристаллизации	34	18	8		10	16	16	8		8																											
P4	Морфология кристаллов	76	38	10	12	16	38	32	8	10	14		6	1																								
P5	Оптические волокна и стекла	60	29	6	8	15	31	23	6	6	11		8																									
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	234	119	34	34	51	115	101	32	28	41	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Всего по дисциплине (час.):	252	119				133	В т.ч. промежуточная аттестация														0	18	0	0													

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Для очной формы обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P2	1	Получение высокочистого гомогенного сырья методом ТЗКС системы AgCl - AgBr	10
P3	2	Выращивание кристаллов системы AgCl - AgBr методом Бриджмена – Стокбаргера	10
P4	3	Выращивание новых кристаллов системы AgCl – AgBr, легированной редкими элементами, методом Бриджмена с аксиальной вибрацией расплава	10
P4	4	Исследование оптических свойств ИК-кристаллов	6
P5	5	Получение ИК-световодов методом экструзии	10
P5	6	Исследование оптических свойств световодов	5
P7	7	Определение элементного состава материалов	8
P8	8	Исследование структуры материалов	8
P9	9	Анализ геометрических параметров и морфологии материалов	8
P10	10	Исследование функциональных свойств материалов	8

Всего: 83

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Расчёт компонентов в жидкой и твёрдой фазах при проведении процесса ТЗКС в системах AgCl – AgBr, AgCl – AgBr – ТП, AgBr – ТП	14
P4	2	Термодинамические исследования фазовых состояний двух и многокомпонентных систем галогенидов металлов	12
P5	3	Расчёт фундаментальных характеристик одно- и многомодовых ИК световодов различного состава для длин волн от 2 до 40 мкм	6
P5	4	Расчет показателей преломления ИК-материалов	2

Всего: 34

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Расчёт теоретической оценки устойчивости изоморфных смесей галогенидов металлов по теории изоморфной смешимости (ДР1).

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

7 семестр:

- Процессы роста кристаллов
- Реальная структура и дефекты кристаллов.

- Выявление тонкой структуры кристаллов.
- Термодинамическая теория фазовых и химических равновесий в гетерогенных системах.
- Методы выращивания кристаллов и аппаратурное оформление.
- Перспективные исследования в области получения высокочистых кристаллов на основе галогенидов металлов, халькогенидных и фтор-цирконатных стекол для инфракрасной волоконной оптики
- Производство высокочистых сенсорных и сцинтилляционных кристаллов на основе галогенидов металлов для инфракрасной волоконной оптики.
- Технология получения инфракрасных волоконных световодов.
- Области применения инфракрасных (сенсорных) волоконных световодов и сцинтилляционных световодов.
- Монокристаллы КРС – 5, КРС – 6, Hg_2Cl_2 и их физико-технические параметры для акусто-оптических устройств.

8 семестр:

- Магнитные материалы для микроэлектроники.
- Актуальные проблемы электроники.
- Элементы электроники на углеродных нанотрубках.
- Современные методы исследования свойств полупроводниковых материалов.
- Кремний – материал нанoeлектроники.
- Этапы развития электроники.
- Физические основы метода РСМА.
- История развития спектральных методов анализа.
- История изучения рентгеновского излучения.
- Дифракционные методы исследования.
- Аппараты для рентгеновского анализа.
- Растровая электронная микроскопия как средство изучения материалов электроники.
- Зондовые методы исследования.
- Анализ атомных рядов. Просвечивающая электронная микроскопия
- Диэлектрики: свойства, виды и классификация.
- Требования к полупроводникам, как к материалам электроники.
- Материаловедение полупроводников.
- Нейтронография.
- Возможности применения нейтронографии для изучения наночастиц и наноматериалов.
- Эмиссионная микроскопия.

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено.

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

- Рентгеноспектральный микроанализ. Интерпретация результатов (Объяснение результатов РСМА в зависимости от заданных условий получения образцов).
- Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Построение концентрационных профилей распределения элементов по глубине тонкой пленки.
- Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Расчет коэффициента диффузии приметного компонента.
- Спектроскопия комбинационного рассеяния. Расшифровка спектров.
- Рентгенофазовый анализ. Уточнение структуры нанокристаллического порошка с применением метода Ритвелда.
- Растровая электронная микроскопия. Статистический анализ геометрических параметров нанокристаллической системы.
- Просвечивающая электронная микроскопия. Анализ электронограмм.

- Атомно-силовая микроскопия. Анализ параметров шероховатости рельефа образца.
- Аттестация электрофизических параметров материала.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

1. Материалы электроники и методы их получения.
2. Методы, используемые для исследования элементного состава материалов электроники.
3. Дифракционные методы исследования материалов электроники.
4. Исследование морфологических особенностей наноматериалов.
5. Определение электрофизических свойств. Современные методы контроля.

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1					*							
P2					*							
P3					*							
P4					*							
P5					*							
P6					*							
P7					*							
P8					*							
P9					*							
P10					*							

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

1. Кларк Э.Р., Эберхардт К.Н. Микроскопические методы исследования материалов. М.: Техносфера. 2007. 375 с.
2. 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.

9.1.2. Дополнительная литература

1. 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.
2. Чаплыгин Ю.А. Нанотехнологии в электронике. М.: Техносфера, 2005. 181 с.
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. Козлова О.Г. Рост и морфология кристаллов. М.: Изд-во МГУ им. М.В.Ломоносова, 1980. 356 с.
8. Гауэр Д. Оптические системы связи. М.: «Радио и связь», 1989. 500 с
9. Вильке К.-Т. Методы выращивания кристаллов. Л.: «Недра», 1968. 423
10. Майер А.А. Процессы роста кристаллов. М.: Изд-во Российского химико-технологического университета им. Д.И.Менделеева, 1999. 173 с.
11. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников. М.: Высшая школа, 1982. 488 с.
12. Пшеничнов Ю.П. Выявление тонкой структуры кристаллов. Справочник. М.: Металлургия, 1974. 71 с.
13. Сиротин Ю.И., Шаскольская М.П. Основы кристаллофизики. М.: Наука, 1979. 639 с.
14. Нывлт Я. Кристаллизация из растворов. М: Химия, 1974. 150 с.
15. Воронкова Е.М., Гречушников Б.Н., Дистлер Г.И., Петров И.П. Оптические материалы для инфракрасной техники. Справочное издание. М.: Наука, 1965. 335 с.
16. Акустические кристаллы. Под ред. Шаскольской М.П. М.: Наука, 1982. 632 с.
17. Корсаков А.С., Жукова Л.В., Жариков Е.В., Врублевский Д.С., Корсаков В.С. Синтез новых наноструктурированных кристаллов $AgBr - Tl$, $AgCl_xBr_{1-x}$, в том числе легированных Tl . // Цветные металлы. 2010. № 1. С. 69 -72
18. Жукова Л.В., Примеров Н.В., Корсаков А.С., Чазов А.И. Кристаллы для ИК-техники $AgCl_xBr_{1-x}$, $AgCl_xBr_yI_{1-x-y}$ и световоды на их основе. // Неорганические материалы. 2008. Т. 44. № 12. С. 1516-1521.

9.2. Методические разработки

1. Н.К. Булатов, А.А. Гребнева, Л.В. Жукова. Гидрохимический способ получения галогенидов металлов и их твердых растворов. Учебное пособие. Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2009. 86 с.

2. 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.
3. 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.
4. Методическое указание к лабораторной работе № 1. Получение высокочистого сырья для выращивания кристаллов методом ТЗКС.
5. Методическое указание к лабораторной работе № 2. Выращивание кристаллов методом Бриджмена-Стокбаргера.
6. Методические указания к лабораторной работе № 3. Химико-механическая обработка кристаллов.
7. Методические указания к лабораторной работе № 4. Экструзия сцинтилляционных и сенсорных Урал-световодов на основе галогенидов серебра.

9.3. Программное обеспечение

1. Операционная система Microsoft Windows;
2. Microsoft Office в составе Word, Excel;
3. Вводное занятие «Техника безопасности в химической лаборатории», 2001 г.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ: <http://study.urfu.ru>
2. Зональная научная библиотека УрФУ: <http://lib.urfu.ru/>
3. Картотека JCPDS-ICDD Copyright 1995.
4. Электронная библиотека учебных материалов по химии портала фундаментального химического образования России ChemNet. Режим доступа: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>
5. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>
6. Российское образование: федеральный портал образовательных интернет-ресурсов: физическая химия. Режим доступа: http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=2519
7. Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/bse/3009.html>
8. Алхимик. Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

1. Аудиовизуальный фильм «Выращивание монокристаллов галогенидов серебра методом Бриджмена-Стокбаргера», УГТУ-УПИ, 2007.
2. Аудиовизуальный фильм «Получение методом экструзии галогенидсеребряных инфракрасных световодов», УГТУ-УПИ, 2008.
3. Аудиовизуальный фильм «Производство кристаллов КРС-5, КРС-6», УГТУ-УПИ, 2009.
4. Аудиовизуальный фильм «Моделирование и выращивание нанодфектных кристаллов и одномодовых ИК-световодов», УГТУ-УПИ, 2010.
5. Аудиовизуальный фильм «Синтез текстурированных кристаллов и ИК световодов с проявлением размерных эффектов в наноструктуре», УрФУ, 2010.
6. ЭОР УрФУ № 10914. Жуков В.В., Жукова Л.В., Корсаков А.С., Чазов А.И. «Синтез текстурированных кристаллов и световодов с проявлением размерных эффектов в наноструктуре», 2012. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/10914> .
7. ЭОР УрФУ № 13037 «Материалы современной электроники», 2014. Режим доступа: <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/13037>
8. ЭОР УрФУ № 4674 «Технология производства тонкопленочных твердотельных сенсоров», 2007. Режим доступа <http://study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/4674>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лабораторные работы (7 семестр) выполняются в специализированных лабораториях, оборудованных необходимыми установками и оборудованием: лабораторная и полупромышленная установка для проведения процесса ТЗКС; установка ОКБ-8120 для выращивания солевых монокристаллов методом Бриджмена-Стокбаргера; оборудование для химико-механической обработки солевых монокристаллов; установка КПЧ-01 для выращивания кристаллов методом Бриджмена с аксиальной вибрацией; лабораторная установка для синтеза твердых растворов галогенидов металлов гидрохимическим методом; автоматизированная установка для выращивания кристаллов из водных сред; промышленный пресс для вытягивания световодов методом пластической деформации; стенд для измерения оптических потерь в световодах.

Лабораторное оборудование, используемое для проведения лабораторных работ в 8 семестре:

1. Дифрактометр рентгеновский Shimadzu XRD 7000.
2. Растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6390 с приставкой для энергодисперсионного анализа JED 2300.
3. Просвечивающий сканирующий электронный микроскоп JEOL JEM-2100.
4. Сканирующий туннельный мультимикроскоп СММ – 2000.

Компьютерный класс для обработки экспериментальных данных.

Лекционная аудитория Х-411, оборудованная средствами мультимедийной презентации.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Современные методы получения и исследования материалов
оптоэлектроники и сенсорики»

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины – не предусмотрен, в том числе, коэффициент значимости курсовых работ/проектов - не предусмотрен.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение лекций</i>	VII, 1-16	20
<i>Реферат</i>	VII, 6-16	30
<i>Домашняя работа</i>	VII, 10-16	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещение практических занятий</i>	VII, 1-16	30
<i>Активность</i>	VII, 1-16	70
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,2		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение работы</i>	VII, 1-16	60
<i>Оформление отчета</i>	VII, 1-16	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0,6		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Реферат 1</i>	VIII, 1	5
<i>Реферат 2</i>	VIII, 2	5
<i>Расчетно-графическая работа 1</i>	VIII, 3	8
<i>Расчетно-графическая работа 2</i>	VIII, 4	8
<i>Расчетно-графическая работа 3</i>	VIII, 5	8
<i>Реферат 3</i>	VIII, 6	5
<i>Расчетно-графическая работа 4</i>	VIII, 7	8
<i>Расчетно-графическая работа 5</i>	VIII, 8	8
<i>Реферат 4</i>	VIII, 9	5
<i>Расчетно-графическая работа 6</i>	VIII, 10	8
<i>Расчетно-графическая работа 7</i>	VIII, 11	8
<i>Реферат 5</i>	VIII, 12	5
<i>Реферат 6</i>	VIII, 13	5
<i>Расчетно-графическая работа 8</i>	VIII, 14	7
<i>Расчетно-графическая работа 9</i>	VIII, 15	7
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрены.		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,4		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	VIII, 10-16	30
<i>Оформление отчета</i>	VIII, 10-16	20
<i>Контрольная работа 1</i>	VIII, 3	10
<i>Контрольная работа 2</i>	VIII, 6	10
<i>Контрольная работа 3</i>	VIII, 9	10
<i>Контрольная работа 4</i>	VIII, 12	10
<i>Контрольная работа 5</i>	VIII, 15	10
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта
Не предусмотрены.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 7	0,5
Семестр 8	0,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
«Современные методы получения и исследования материалов оптоэлектроники и
сенсорики»

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fero.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

Оценивание производится в соответствии с утвержденными на заседании кафедры критериями оценок и шкалой соответствия баллов системы оценивания БРС, предусмотренной Уставом УрФУ:

80 – 100 баллов выставляются студенту, глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно. Студент правильно обосновывает принятое решение, а также отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

60 – 79 баллов выставляются студенту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на теоретические вопросы, в ответах на билет и на дополнительные вопросы студент не допускает существенных неточностей.

40 – 59 баллов выставляется студенту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Данное количество баллов может быть поставлено студенту и в том случае, если получены ответы на два теоретических вопроса с помощью наводящих вопросов преподавателя.

Менее 40 баллов выставляются студенту, который отвечает лишь на один из трех вопросов. При ответе на дополнительные вопросы преподавателей выясняется, что студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные неточности.

При обнаружении списывания выставляется 0 баллов.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий Не предусмотрено.

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

1. Поправки в количественном анализе. Расчет весовой концентрации компонента по спектру рентгеновского излучения объекта. Показать на примере приведенного спектра.
2. Рассчитать концентрационную зависимость параметра решетки раствора замещения, указанного в вариантах заданий, в соответствии с правилом Вегарда. Предельная концентрация растворяемого вещества известна. Результаты представить в форме: состав раствора - параметр решетки - межплоскостное расстояние – угол дифракции.
3. Как измерить толщину фольги, рассматриваемой в электронном микроскопе? а) в кристалле есть дефекты с известной плоскостью залегания: дефекты упаковки, двойниковые границы, когерентные выделения; б) дефектов нет.
4. Как должно выглядеть изображение деталей рельефа поверхности образцов при исследовании их с помощью двухлучевого интерферометра (Линника)? Даны условия проведения измерений и схематическое изображение деталей рельефа. Определить толщину тонкой пленки по представленной интерференционной картине.
5. Определить одномерные параметры шероховатости (средняя шероховатость R_a ; среднеквадратичная шероховатость R_q , максимальная высота профиля и т.д.) по представленному профилю поверхности.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрены.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрены.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена (VII семестр)

1. Кристалл растёт в переохлаждённом расплаве. Каким образом отводится скрытая теплота кристаллизации?
2. От чего зависит равномерное распределение легирующей примеси в кристалле?
3. Какое влияние оказывает концентрационное переохлаждение расплава на качество выращиваемых кристаллов?
4. Каким образом можно избежать концентрационного переохлаждения при выращивании кристаллов методом направленной кристаллизации?
5. При каких условиях растёт кристалл?
6. Как распределяются в кристалле при плоском фронте кристаллизации в кристалле?
7. Какие кристаллы выращивают методом «холодного тигля»?
8. Какие кристаллы выращивают методами «плавающей зоны», зонной плавкой, гибридным методом Майера – Провоторова?
9. Какой световод является ступенчатым и градиентным?
10. Какой величины должны быть показатели преломления сердцевины и оболочки в двухслойном световоде?
11. От каких характеристик зависит числовая апертура световода?
12. От каких факторов зависит дисперсия ИК – световода?
13. От чего зависит модовая дисперсия ИК – световода?

Перечень примерных вопросов для экзамена (VIII семестр):

1. Методы исследования структуры материалов, классификация, краткая характеристика.
2. Рентгенофазовый анализ. Дифракция рентгеновского излучения. Вывод уравнения Лауэ. Уравнение Вульфа – Брэгга.
3. Идентификация вещества по межплоскостным расстояниям. Критерии правильности индентификации.
4. Определение размеров кристаллитов и микронапряжений по результатам рентгенофазового анализа.
5. Спектроскопия. Понятие спектра. Применение спектроскопии комбинационного рассеяния в химии.
6. Рентгеноспектральный анализ. Области применения РСМА.
7. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Основные принципы.
8. Анализ поверхности твердофазного образца, используемые методы.
9. Растровая электронная микроскопия (РЭМ). Типы сигналов в растровом электронном микроскопе.
10. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) и дифракция электронов (электронография). Схема электронной оптики ПЭМ.
11. Силовая туннельная микроскопия (СТМ). Принцип работы туннельного микроскопа. Области использования туннельной микроскопии.
12. Атомно-силовая микроскопия. Принцип работы атомно-силового микроскопа. Возможности метода.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются.

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются.

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются.