

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
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВ СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Модуль Физико-химические основы материалов современной электроники	Код модуля 1115427 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. бакалавриат	
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	Марков Вячеслав Филиппович	д.х.н., профессор	Заведующий кафедрой	Физической и коллоидной химии	
2	Алексеева Татьяна Анатольевна	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

Рекомендовано учебно-методическим советом Химико-технологического института

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

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

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

Т. Н. Останина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ

"Физико-химические основы материалов современной электроники"

1.1. Объем модуля, 21 з.е.

1.2. Аннотация содержания модуля

Модуль «Физико-химические основы материалов современной электроники» относится к вариативной части по выбору студента ОП и является обязательным для освоения по ТОП2 «Физико-химические технологии материалов электронной техники и энергетики».

Данный модуль позволит сформировать у студентов знания и понимание процессов, происходящих в материалах электронной техники, влияние технологической обработки на их свойства при проектировании, изготовлении и эксплуатации электронных изделий; сформировать целостную картину о технологических особенностях получения материалов при решении конкретных задач в области электронного материаловедения; освоить экспериментальные методы исследования кристаллических твердых тел; получить представление о физических основах полупроводниковой электроники; проводить расчеты основных характеристик полупроводниковых приборов; анализировать их свойства при изменении условий окружающей среды.

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) Основы технологии материалов электронной техники	5	34	17	34	85	131	экзамен, 18	216	6	
2. (ВС) Основы твердотельной электроники	6, 7	85	51	51	187	245	зачет, 4; экзамен, 18	432	12	
3. (ВС) Основы инженерного творчества	7	34	17		51	57	зачет, 4	108	3	
Всего на освоение модуля		153	85	85	323	433	44	756	21	

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН В МОДУЛЕ

3.1.	Пререквизиты и постреквизиты в модуле	Основы технологии материалов электронной техники; Основы твердотельной электроники; Основы инженерного творчества
3.2.	Кореквизиты	Основы твердотельной электроники; Основы инженерного творчества

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-ТОП2-1 Применять знания физико-химических основ материаловедения электроники для решения задач, связанных с технологическими расчетами, конструированием и производством элементов электроники и энергетики	способность к сервисному обслуживанию измерительного, технологического, диагностического оборудования (ДПК-1-ТОП2); готовность осуществлять регламентную проверку технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организацию профилактических осмотров и текущего ремонта (ДПК-2-ТОП2); способность разрабатывать инструкции по эксплуатации оборудования и по программам испытаний (ДПК-3-ТОП2)

4.2. Распределение формирования компетенций по дисциплинам модуля

Дисциплины модуля		ДПК-1-ТОП2	ДПК-2-ТОП2	ДПК-3-ТОП2
1	(BC) Основы технологии материалов электронной техники	*	*	*
2	(BC) Основы твердотельной электроники		*	*
3	(BC) Основы инженерного творчества		*	*

5. ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО МОДУЛЮ

5.1. Весовой коэффициент значимости промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

5.2. Форма промежуточной аттестации по модулю:

Не предусмотрено.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе модуля
"Физико-химические основы материалов современной электроники"

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.
Не предусмотрено.

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

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Физико-химические основы материалов современной электроники	Коды модуля 1115427
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
	Марков Вячеслав Филиппович	д.х.н., профессор	Заведующий кафедрой	Физической и коллоидной химии	
2	Туленин Станислав Сергеевич	к.х.н.		Физической и коллоидной химия	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

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

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

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Данная дисциплина позволяет дать общую классификацию материалов по составу, свойствам и техническому назначению; физической природе электропроводности металлов, сплавов, полупроводников, диэлектриков и композиционных материалов. Рассматривает сверхпроводящие металлы и сплавы; характеристику проводящих и резистивных материалов во взаимосвязи с их применением в электронной технике; характеристику и основные физико-химические, электрические и оптические свойства элементарных полупроводников, полупроводниковых соединений и твердых растворов на их основе; примеры реализации полупроводниковых структур в приборах и устройствах электроники; основные физические процессы в диэлектриках (поляризация, пробой, диэлектрические потери) и способы их описания; активные и пассивные диэлектрические материалы и элементы на их основе; магнитные материалы и элементы общего назначения; методы исследования материалов и элементов электронной техники; оборудование для производства монокристаллов, материалов и изделий электронной техники: классификация оборудования, основные узлы промышленных установок, характеристика отдельных технологических линий для производства монокристаллов, материалов и изделий электронной техники; основы проектирования производств: основные принципы проектирования технологических процессов и технологических линий, выбор и расчет оборудования.

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 к сервисному обслуживанию измерительного, технологического, диагностического оборудования (ДПК-1-ТОП2);
- готовность осуществлять регламентную проверку технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организацию профилактических осмотров и текущего ремонта (ДПК-2-ТОП2);
- способность разрабатывать инструкции по эксплуатации оборудования и по программам испытаний (ДПК-3-ТОП2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные процессы, происходящие в материалах электронной техники;
- методы получения и влияние технологической обработки на свойства материалов электронной техники для их практического применения при проектировании, изготовлении и эксплуатации электронных изделий.

Уметь:

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

Владеть:

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

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.)	
				5
1.	Аудиторные занятия	85	85	85
2.	Лекции	34	34	34
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	34	34	34
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	131	12,75	131
6.	Промежуточная аттестация	18	2,33	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	216		216
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	6		6

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Классификация и свойства материалов электронной техники	<p>Электроника как наука. Некоторые исторические аспекты развития электронной техники. Назначение и области применения полупроводниковых материалов и монокристаллов. Роль химии и химической технологии в области создания тонкопленочных и других видов материалов и изделий электронной техники.</p> <p>Виды материалов, используемых в электронике. Проводниковые материалы. Физическая природа электропроводности металлов. Зависимость электропроводности металлов от температуры. Электрические свойства металлических сплавов. Сопротивление проводников на высоких частотах. Сопротивление тонких металлических плёнок. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов. Влияние структурных дефектов на удельное сопротивление металлов. Электропроводность металлов в тонких слоях. Размерный эффект. Контактные явления в металлах. Материалы высокой проводимости. Сверхпроводимость и ее применение в науке и технике. Сверхпроводящие металлы и сплавы. Припои. Неметаллические проводящие материалы. Полупроводники. Классификация полупроводниковых материалов. Собственные и примесные полупроводники. Электрофизические явления в полупроводниках. Основные физико-химические, электрические и оптические свойства германия и кремния, полупроводниковых химических соединений и твердых растворов на основе полупроводниковых соединений. особенности технологии и область применения. Карбид кремния. Полупроводниковые соединения $A^{III}B^V$. Твердые растворы на основе $A^{III}B^V$. Полупроводниковые соединения $A^{II}B^{VI}$ и ТРЗ на их основе. Полупроводниковые соединения $A^{IV}B^{VI}$ и ТРЗ на их основе. Диэлектрики, классификация, основные свойства. Электропроводность диэлектриков. Диэлектрические потери. Пробой диэлектриков. Полимеры в электронной технике. Композиционные пластмассы и пластики. Электроизоляционные компаунды. Неорганические</p>

		стекла. Ситаллы. Керамики. Активные диэлектрики. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Электреты. Жидкие кристаллы. Материалы для твердотельных лазеров. Классификация веществ по отношению к магнитному полю. Физическая природа ферромагнетизма. Намагничивание ферромагнетика. Магнитомягкие материалы. Магнитотвердые материалы.
P2	Вакуумные технологические процессы получения тонких пленок	Вакуумные методы. Термическое вакуумное напыление. Кинетика процесса конденсации. Роль подложки. Создание вакуума в вакуумных установках. Изменение толщины и скорости нанесения пленки. Классификация методов получения тонких пленок. Катодное вакуумное распыление. Ионно-плазменное распыление. Процессы и оборудование для получения пленок в планарной технологии (оксидные и нитридные пленки кремния), процессы металлизации и др.: схемы установок и принцип их действия, основные технологические характеристики.
P3	Химические и электрохимические технологические процессы получения пленок	Гидрохимический синтез материалов электронной техники. Основные условия осаждения пленок сульфидов и селенидов металлов. Метод пульверизации с последующим пиролизом. Технология эпитаксиальных слоев. Эпитаксиальные процессы в технологии материалов электронной техники. Механизм процесса эпитаксии. Автоэпитаксия кремния. Гетероэпитаксия кремния. Эпитаксия полупроводниковых соединений $A^{III}B^V$ и TPЗ на их основе. Температурно-временной режим эпитаксии. Эпитаксия карбида кремния. Химическая обработка поверхности полупроводника. Методы очистки поверхности.
P4	Фотолитографические процессы	Литографические процессы, их назначение и основные виды. Фоторезисты (органические и неорганические), требования к ним, оборудование для нанесения фоторезистов на поверхность подложек. Фотошаблоны. Оборудование литографических процессов, основные операции фотолитографии в технологии микрочипов.
P5	Технология производства основных узлов и элементов приборов электроники	Состав элементной базы электроники. Резисторы. Конденсаторы и их классификация. Полупроводниковые диоды и светодиоды. Транзисторы. Интегральные схемы и их виды. Получение деионизованной воды.
P6	Оборудование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	Оборудование для технической обработки полупроводниковых материалов и монокристаллов: резка, шлифовка, полировка, теххимическая обработка, скрайбирование и разделение пластин на отдельные кристаллы. Оборудование для наращивания эпитаксиальных слоев. Теххимическая обработка поверхности полупроводников. Эпионные технологии. Ионно-лучевые установки. Инструменты для измерения наноструктур. Оборудование для герметизации и контроля герметичности корпусов.
P7	Проектирование технологических процессов производства материалов	Выбор и расчет технологического оборудования. Технологическая подготовка производства. Разделение производственных помещений или рабочих объемов по запыленности воздушной среды. Температура и влажность воздушной среды. Основные требования, предъявляемые к современ-

	электронной техники	ному оборудованию. Значение стандартизации и унификации узлов и конструкций. Связь конструкций аппаратов с экономическими показателями их эксплуатации.
--	---------------------	---

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

Для очной формы обучения

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P3	1	Технология гидрохимического осаждения тонких пленок сульфида свинца	4
P3	2	Технология гидрохимического осаждения тонких пленок сульфида кадмия	6
P4	3	Технология гидрохимического осаждения тонких пленок твердых растворов	6
P4	4	Получение пленок металлов термическим испарением	6
P4	5	Металлизация диэлектрических поверхностей	6
P5	6	Технология электрохимического нанесения тонких пленок	6

Всего: 34

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Статистика электронов в металлах	2
P2	2	Электропроводность металлов и сплавов	2
P3	3	Электропроводность полупроводников. Собственные и примесные полупроводники	3
P4	4	Электропроводность диэлектриков	2
P4	5	Контактные явления, термо-ЭДС, термоэлектрические явления	2
P5	6	Оптическое поглощение и фотопроводимость	2
P6	7	Расчет диэлектрических потерь. Пробой диэлектрика	2
P7	8	Строение твердых тел	2

Всего: 17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

Классификация и свойства материалов электронной техники (ДР 1)

Химические и электрохимические технологические процессы получения пленок (ДР 2)

Технология производства основных узлов и элементов приборов электроники (ДР 3)

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)

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	*			*	*							
P5	*			*	*							
P6	*			*	*							
P7	*			*	*							

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. Сорокин В.С. Материалы и элементы электронной техники: учебник для студентов вузов: в 2 т. Т.1 / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. – Москва: Академия, 2006. – 448 с.

2. Сорокин В.С. Материалы и элементы электронной техники: учебник для студентов вузов: в 2 т. Т.2. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. – Москва: Академия, 2006. – 378 с.

3. Пасынков В.В. Материалы электронной техники: учебник для студентов вузов / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. – 3-е изд. – СПб.: Лань, 2001. – 368 с.
4. Антипов Б.Л. Материалы электронной техники. Задачи и вопросы: учебное пособие для студентов вузов / Б.Л. Антипов, В.С. Сорокин, В.А. Терехов; под ред. В.А. Терехова. – 2-е изд. – СПб.: Лань, 2001. – 208 с.
5. Марков В.Ф. Материалы современной электроники: учебное пособие для студентов / В.Ф. Марков, Х.Н. Мухамедзянов, Л.Н. Маскаева; под общ. ред. В. Ф. Маркова. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. – 272 с.
6. Кравченко А.Ф. Физические основы функциональной электроники: учебное пособие для студентов вузов / А.Ф. Кравченко; отв. ред. И.Г. Неизвестный. – Новосибирск: Издательство Новосибирского университета, 2000. – 444 с.
7. Марголин В.И. Физические основы микроэлектроники: учебник для студентов вузов / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, В.А. Тупик. – Москва: Академия, 2008. – 400 с.
8. Остроушко А.А. Физико-химические основы получения твердофазных материалов для электронной техники и катализа: учебное пособие / А.А. Остроушко. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2011. – 158 с.
9. Кожитов Л.В. Технология материалов микро- и нанoeлектроники: монография / Л.В. Кожитов, В.Г. Косушкин, В.В. Крапухин, Ю.Н. Пархоменко. – Москва: МИСИС, 2007. – 544 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Фролов В.А. Электронная техника: учебник для студентов: в 2 частях. Ч.1: Электронные приборы и устройства / В.А. Фролов. – Москва: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2015. – 532 с.
2. Соболев В.Д. Физические основы электронной техники: учебник для вузов / В.Д. Соболев. – Москва: Высшая школа, 1979. – 448 с.
3. Сорокин В.С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники: учебник для студентов вузов / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. – Изд. 2-е, испр. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2016. – 384 с.
4. Сорокин В.С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики: учебник для студентов вузов / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. – Изд. 2-е, испр. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. – 448 с.
5. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы: учебное пособие для студентов вузов / А.Д. Сушков. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2004. – 464 с.
6. Берлин Е.В. Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии / Е. Берлин, Л. Сейдман. – Москва: Техносфера, 2010. – 528 с.
7. Королев М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: учебное пособие для студентов вузов: в 2 ч. Ч.1. Технологические процессы изготовления кремниевых и интегральных схем и их моделирование / М.А. Королев, Т.Ю. Крупкина, М.А. Ревелева; под общ. ред. Ю.А. Чаплыгина. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 397 с.
8. Удовиченко С.Ю. Пучково-плазменные технологии для создания материалов и устройств микро- и нанoeлектроники: учебное пособие для студентов вузов / С.Ю. Удовиченко. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2016. – 228 с.
9. Родионов Ю.А. Литография в производстве интегральных микросхем: учебное пособие. – Минск: Дизайн ПРО, 1998. – 96с.
10. Константинова Г.С. Методы нанолитографии. Достижения и перспективы: монография / Г.С. Константинова, В.Н. Лозовский, Л.С. Лунин, С.В. Лозовский. – Ростов-на-Дону: ТЕРРА-ПРИНТ, 2008. – 114 с.

11. Колесов С.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для студентов вузов / С.Н. Колесов, И.С. Колесов. – изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 2007. – 535 с.
12. Александров С.Е. Технология полупроводниковых материалов: учебное пособие для студентов вузов / С.Е. Александров, Ф.Ф. Греков. – изд. 2-е, испр. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012. – 240 с.

9.2. Методические разработки

Марков В.Ф., Маскаева Л.Н. Расчет условий образования твердой фазы халькогенидов металлов при гидрохимическом осаждении: Методические указания к лабораторной работе. - Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. – 27 с.
Вводное занятие «Техника безопасности в химической лаборатории» 2001 г. Режим доступа http://study.ustu.ru/umk/umk_view.aspx?id=4421. Идентификатор 4421-241.
Расчетная компьютерная программа «СВД-04» – расчет граничных условий образования твердых фаз халькогенидов, оксидов и цианамидов металлов. 2004.

9.3. Программное обеспечение

1. Операционная система Microsoft Windows;
2. Microsoft Office в составе Word, Excel;

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. 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. Электронная справочно-информационная система «Химический ускоритель». Иркутский государственный университет. Режим доступа: <http://www.chem.isu.ru/leos/>
7. 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
8. 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. Каталог изданий Свердловской электронной библиотеки по химии и технике. Режим доступа: <http://rushim.ru/books/physchemie/physchemie.htm>
10. Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru>
11. Справочные материалы для выполнения домашних заданий, контрольных и курсовых работ приведены в УМК Д 4421; УМК-Д 4465 и др. [Электронный ресурс]: Екатеринбург: Образовательный портал УГТУ-УПИ. 2007. Режим доступа: <http://study.ustu.ru>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Минимально необходимый для реализации модуля-дисциплины перечень учебно-материального обеспечения включает в себя:

- лаборатория с оборудованием для проведения лабораторного практикума (Т-105);
- лекционная аудитория, оборудованная средствами электронной презентации;

– компьютерный класс для проведения практических занятий, тестирования студентов и выполнения ими расчетных заданий (Х-416).

Лабораторное оборудование, необходимое для проведения практикума, включает в себя весы технические, весы аналитические и цифровые, магнитные мешалки различных типов, рН-метры, потенциостаты, фотоэлектроколориметры, термостаты, приборы для измерения параметров технологических процессов (температура, давление) и функциональных свойств. Также необходимо использование компьютеров и проектора для проведения лекционных, практических занятий и выполнения расчетных работ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Основы технологии материалов электронной техники»

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>	V, 1–16	30
<i>Домашняя работа 1</i>	V, 1–16	70
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,4		
<i>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен.</i>		
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>	V, 8–16	20
<i>Решение задач</i>	V, 8–16	20
<i>Домашняя работа 2</i>	V, 8–16	30
<i>Домашняя работа 3</i>	V, 8–16	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1,0		
<i>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет.</i>		
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>Подготовка к лабораторным работам</i>	V, 8–16	30
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	V, 8–16	20
<i>Защита отчетов по лабораторным работам</i>	V, 8–16	30
<i>Подготовка отчетов по лабораторным работам</i>	V, 8–16	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
<i>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет.</i>		
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 5	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
«Основы технологии материалов электронной техники»

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
«Основы технологии материалов электронной техники»

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

В домашних работах предлагается решение следующих задач:

1. Коэффициент распределения цинка в кремнии $K=1 \cdot 10^{-5}$. Оценить скорость направленной кристаллизации, при которой эффективный коэффициент распределения будет не выше 10^{-2} , если диффузионная длина $\delta=150$ мкм, и коэффициент диффузии $D = 1,10^{-5}$ см²/с.
2. Оценить, как изменится коэффициент распределения примеси, если скорость кристаллизации увеличить в 2 раза и в 10 раз?

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрены.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

Не предусмотрено.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Дайте определение монокристаллов.
2. Охарактеризуйте кратко поликристаллические тела.
3. Дайте краткую характеристику аморфных тел.
4. Можно ли говорить о температуре плавления стекол?

5. Дайте определение полиморфизма, приведите примеры аллотропных модификаций веществ.
6. Охарактеризуйте кристаллическую структуру типа алмаза.
7. Опишите кристаллическую структуру типа сфалерита.
8. Сколько атомов приходится на элементарную ячейку в структуре алмаза?
9. Сколько атомов приходится на элементарную ячейку в структуре сфалерита?
10. Сколько атомов приходится на элементарную ячейку кристалла с кубической гранецентрированной решеткой?
11. Сколько атомов приходится на элементарную ячейку кристалла с кубической объемноцентрированной решеткой?
12. Сколько атомов приходится на элементарную ячейку в кристалле кремния?
13. Сколько атомов приходится на элементарную ячейку хлорида натрия?
14. Сколько атомов приходится на элементарную ячейку в монокристалле арсенида галлия?
15. Выразите поверхностную плотность упаковки атомов в плоскости (100) монокристалла Ge через период решетки
16. Выразите поверхностную плотность упаковки атомов в плоскости (100) монокристалла Si через период решетки
17. Вычислите расстояние между ближайшими атомами в кристаллической решетке алюминия, используя необходимые справочные данные.
18. Вычислите расстояние между ближайшими атомами в кристаллической решетке вольфрама, используя необходимые справочные данные.
19. Вычислите расстояние между ближайшими атомами в кристаллической решетке кремния, используя необходимые справочные данные.
20. Дайте определение анизотропии свойств твердых тел, назовите причины анизотропии.
21. Какие классы твердых тел (монокристаллические, поликристаллические, аморфные) обладают анизотропией свойств?
22. Назовите виды химических связей, реализующихся в твердых телах.
23. Изобразите качественно и охарактеризуйте потенциальную кривую двухчастичного взаимодействия при образовании химической связи.
24. Дайте определение энергии кристаллической решетки. Покажите, как найти энергию решетки ионного кристалла в классическом приближении.
25. Дайте краткую характеристику ионной связи в кристаллах. Приведите примеры ионных кристаллов, охарактеризуйте их общие свойства.
26. Дайте краткую характеристику ковалентной связи в кристаллах. Приведите примеры кристаллов с ковалентной связью, охарактеризуйте их общие свойства.
27. Дайте краткую характеристику металлической связи. Приведите примеры веществ с металлической связью, охарактеризуйте их общие свойства.
28. Какие виды взаимодействия приводят к образованию молекулярных кристаллов? Приведите примеры молекулярных кристаллов.
29. Одинаковы или различны значения постоянной Маделунга в кристаллах NaCl и LiF, которые относятся к одному кристаллическому типу?
30. Приведите примеры точечных дефектов в кристаллах.
31. Как зависит от температуры равновесная концентрация вакансий в кристаллах?
32. Приведите примеры точечных и протяженных дефектов реальных кристаллов.
33. Приведите примеры, отражающие влияние точечных дефектов на свойства кристаллов.
34. Почему при образовании твердого тела энергетические уровни атомов расщепляются в энергетические зоны?
35. Чем отличаются зонные структуры проводника, полупроводника и диэлектрика?
36. Как влияет температура на концентрацию свободных электронов в металле?
37. Изобразите качественно температурную зависимость удельного сопротивления металлов в интервале от 0 К до температуры плавления. Назовите причины зависимости удельного сопротивления от температуры.

38. Насколько сильно отличается средняя энергия свободных электронов в металлах и в невырожденных полупроводниках при комнатной температуре?
39. Получите выражение для удельного сопротивления металлов в классическом приближении Друде.
40. Каковы противоречия классической теории электропроводности металлов и как они разрешаются в квантовой теории?
41. Дайте определение температурного коэффициента удельного сопротивления и температурного коэффициента сопротивления. Какова связь между ними?
42. Почему металлические сплавы типа неупорядоченных твердых растворов обладают более высоким удельным сопротивлением, чем чистые компоненты, образующие сплав?
43. Сформулируйте правило Матиссена.
44. Изобразите качественно, как изменяется удельное сопротивление двухкомпонентного сплава, представляющего собой неупорядоченный твердый раствор, в зависимости от его состава.
45. Запишите правило Нордгейма для двухкомпонентного сплава типа неупорядоченного твердого раствора.
46. При каком соотношении компонентов сплава типа неупорядоченного твердого раствора его удельное сопротивление будет максимальным в предположении справедливости закона Нордгейма?
47. Почему при термической закалке удельное сопротивление металлов увеличивается, а при термическом отжиге – уменьшается?
48. Имеются одинаковые по длине и сечению проводники из никеля и нихрома. Для какого из них температурная зависимость сопротивления будет сильнее?
49. Изобразите качественно зависимость удельного сопротивления и температурного коэффициента удельного сопротивления тонких проводящих пленок от толщины. Прокомментируйте эти зависимости.
50. Почему в очень тонких металлических пленках температурный коэффициент удельного сопротивления может быть меньше нуля?
51. Дайте определение удельного поверхностного сопротивления.
52. Из меди, вольфрама и нихрома изготовлены проводники одинакового сечения и длины. У какого из этих проводников сопротивление слабее всего зависит от температуры?
53. Какие критерии учитываются при выборе материалов для тонких проводящих и резистивных пленок в изделиях микроэлектроники?
54. Назовите основные методы получения тонких металлических пленок в микроэлектронике.
55. Необходимо создать тонкопленочный резистор для ИМС. Какой металл (алюминий или вольфрам) предлагаете использовать для этих целей?
56. Что такое керметы и для чего они применяются?
57. Какие металлы и в каких условиях могут переходить в состояние сверхпроводимости? Что является причиной образования куперовских пар?
58. В каких материалах обнаружено явление высокотемпературной сверхпроводимости? Какие перспективы открываются в случае широкого использования этих материалов?
59. Что такое водородная болезнь меди?
60. Почему изделия из чистого вольфрама оказываются очень прочными при высокой температуре эксплуатации? Как достигается повышенная прочность и формоустойчивость изделий из вольфрама?

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
ОСНОВЫ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Физико-химические основы материалов современной электроники	Коды модуля 1115427
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	Ермаков Алексей Николаевич	к.х.н.	доцент	Физической и коллоидной химии	
2	Марков Вячеслав Филиппович	д.х.н., профессор	Заведующий кафедрой	Физической и коллоидной химии	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

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

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

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является знакомство студентов с основами физической химии твердого тела и физической электроники и электронных приборов.

Задачей изучения дисциплины является освоение студентами основных ее положений и приобретение ими навыков использования этих положений для решения практических задач. Целью освоения дисциплины является углубленное изучение теоретических и прикладных основ физической химии твердого тела, требующей широкой фундаментальной подготовки в современных направлениях техники и технологии.

В дисциплине широко используется математический и физический аппарат, а также экспериментальные методы исследования кристаллических твердых тел и методы исследования теоретической физики. Поэтому для ее успешного освоения студенты должны владеть основами высшей математики и физики в объеме вузовского курса, а также быть знакомы с разделами общей 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 осуществлять регламентную проверку технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организацию профилактических осмотров и текущего ремонта (ДПК-2-ТОП2);
- способность разрабатывать инструкции по эксплуатации оборудования и по программам испытаний (ДПК-3-ТОП2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- теоретические законы и правила, на которых основана работа некоторых методов аппаратного контроля структурного состояния кристаллических твердых тел;
- основные методы идентификации материалов оптоэлектроники и сенсорики;
- приемы теоретического анализа и экспериментальной проверки теоретических гипотез;
- устройство основных приборов, используемых для описания структурных особенностей материалов оптоэлектроники и сенсорики;
- последовательность технологических операций при выполнении различных методов анализа;
- характеристики ионных и электрон-дырочных стадии процессов в твердых телах;
- физические основы вакуумной и плазменной электроники: законы эмиссии, основы физики твердого тела; принципы использования физических эффектов в твердом теле в электронных приборах и устройствах твердотельной электроники; конструкции, параметры, характеристики; основные физические процессы, лежащие в основе принципов действия приборов и устройств микроволновой электроники, их параметры и характеристики, конструкции и области применения; основные физические процессы, лежащие в основе действия приборов квантовой и оптической электроники, а также особенности оптических методов передачи и обработки информации.

Уметь:

- строить и использовать модели для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ;
- использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов;

- использовать современные методики и приборы, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить обработку и анализ их результатов;
- анализировать вопросы, связанные с физико-химическими методами исследования строения и реакционной способности твердых тел;
- применять полученные знания при теоретическом анализе, компьютерном моделировании и экспериментальном исследовании физических процессов, лежащих в основе принципов работы приборов и устройств электроники;
- применять методы расчета параметров и характеристик, моделирования и проектирования электронных приборов и устройств твердотельной электроники и наноэлектроники;
- рассчитывать основные параметры и характеристики микроволновых электронных приборов и устройств, осуществлять оптимальный выбор прибора для конкретного применения; применять полученные знания для объяснения принципов работы приборов и устройств оптической и квантовой электроники, а также оптических методов передачи и обработки информации.

Владеть:

- стратегией применения расчетных методов к исследованию структуры и свойств твердых тел;
- общими основами применения физико-химических методов в физической химии твердого тела;
- информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств вакуумной и плазменной электроники;
- методами экспериментальных исследований параметров и характеристик электронных приборов и устройств твердотельной электроники и наноэлектроники, экспериментального исследования приборов и устройств;
- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы приборов физической электроники;
- информацией об областях применения и перспективах развития приборов, устройств и методов квантовой и оптической электроники.

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.)	6	7
1.	Аудиторные занятия	187	187	68	119
2.	Лекции	85	85	34	51
3.	Практические занятия	51	51	17	34
4.	Лабораторные работы	51	51	17	34
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	245	28,05	112	133
6.	Промежуточная аттестация	22	2,58	3	Э
7.	Общий объем по учебному плану, час.	432		180	252
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	12		5	7

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Кристаллические твердые вещества	Классификация твердых веществ. Понятие анизотропии. Монокристалл. Поликристалл.
P2	Основы кристаллографии и кристаллохимии	<p>Кристаллические решетки. Понятие кристаллической решетки. Симметрия кристалла. Элементы и операции симметрии I рода. Центр симметрии. Ось симметрии. Плоскость симметрии. Порядок осей симметрии. Тожественное превращение E. Сингонии кристаллической решетки. Пространственная решетка. Трансляция. Решетки Браве. Трехмерная трансляционная группа. Координаты точек и линий в элементарной ячейке. Расчет расстояния и объемов в пространственных решетках. Уравнение радиус-вектора. Принципы инициирования граней кристаллической решетки. Принципы инициирования плоскостей кристаллической решетки. Пример плоскости пересекающей все три оси. Факторы симметрии элементарной ячейки.</p> <p>Основные типы кристаллических решеток. Типы плотных упаковки (гексагональная плотная упаковка, кубическая плотная упаковка). Октаэдрические и тетраэдрические пустоты. Структуры чередования. Основные типы кубических и гексагональных структур.</p> <p>Ближний и дальний порядок. Формы координационных многогранников. Дальний и ближний порядок в пространственной решетке идеального и реального кристалла. Характеристика фаз с точки зрения ближнего и дальнего порядка. Координационное число и плотность упаковки. Определение рентгенографической плотности. Зависимость между типом структуры, координационным числом и электрофизическими характеристиками фазы.</p> <p>Островные, цепные, слоистые структуры и стехиометрический состав координационных многогранников. Цепи (сетки) и стехиометрический состав координационных многогранников.</p> <p>Дефекты кристаллической решетки.</p>
P3	Методы исследования твердого тела	<p>Рентгенофазовый анализ порошков.</p> <p>Растровая электронная микроскопия (РЭМ) и рентгеноспектральный микроанализ (РСМА).</p> <p>Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) и дифракция электронов (электронография).</p> <p>Силовая туннельная микроскопия (СТМ).</p> <p>Термический анализ.</p> <p>Спектральные методы исследования твердых тел.</p>
P4	Основы зонной теории твердого тела	<p>Классификация твердых тел по величине электропроводности. Уравнение Шредингера для твердого тела. Функции Блоха. Свойства волнового вектора ϵ в кристалле. Зона Бриллюэна. Заполнение зон электронами. Металлы диэлектрики, полупроводники.</p> <p>Собственная проводимость полупроводников. Концентрация носителей. Равновесная концентрация дырок в валентной зоне. Электропроводность диэлектриков.</p>

		Магнитные свойства твердых тел. Сверхпроводимость.
P5	Наноматериалы. Наноструктуры. Диффузия. Спекание	Способы получения наноматериалов. Основные закономерности образования наночастиц методом газофазного синтеза (испарение, конденсация). Плазмохимический синтез. Методы компактирования наноматериалов. Механические свойства наноматериалов. Применение наноматериалов.
P6	Физические основы полупроводниковой электроники	Электронные процессы в твердом теле. Элементы электрических цепей постоянного и переменного тока. Полупроводниковые переходы и контакты. Полупроводниковые диоды. Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы. Применение транзисторов в схемах усиления.
P7	Полупроводниковые переходы и контакты	Физические явления в контактах. Понятия термодинамической, фотоэлектрической и внешней работы выхода. Контактная разность потенциалов. Блокирующий и омический контакты металл-полупроводник. Распределение заряда и электрического поля, толщина приконтактного слоя, деформация энергетических зон полупроводника» токи через переход в равновесном состоянии. Контакт двух полупроводников с различным типом проводимости (p-n переход). Методы получения и классификация p-n переходов. Распределение заряда и электрического поля, толщина, изгиб энергетических зон полупроводника, токи через p-n переход в равновесном состоянии. Анализ полупроводникового p-n перехода при приложении внешнего напряжения. Понятие об эмиттере и базе. Инжекция и экстракция носителей заряда. Основное уравнение и вольтамперная характеристика (ВАХ) p-n перехода.
P8	Твердотельная электроника и микроэлектроника	Свойства полупроводников. Влияние температуры, света, внешнего поля на электропроводность полупроводника. Термисторы, фоторезисторы, варисторы. П-Р переход и его свойства. Вывод формулы вольтамперной характеристики p-r перехода. Пробой p-r перехода. Полупроводниковые диоды: классификация, характеристики, применение. Физические основы работы биполярного транзистора. Подход к расчету транзисторов. Ширина и емкость p-r перехода. Физические основы работы полевых транзисторов. МДП-транзисторы. Физические основы работы диодов Ганна, туннельных диодов, лавиннопролетных диодов. Многослойные структуры. Физические основы микроэлектроники. Классификация микросхем по степени интеграции и функциональному назначению. Элементы и компоненты микросхем.
P9	Квантовая и оптическая электроника	Исторические этапы развития квантовой электроники. Энергетические состояния атомов, молекул и твердых тел. Взаимодействие электромагнитного излучения с атомными системами и твердыми телами. Спонтанные и вынужденные переходы, форма и ширина спектральных линий. Усиление и генерация оптического излучения, методы

		<p>создания инверсии. Резонаторы оптического диапазона. Активные среды лазеров. Общие особенности и характеристики лазерного излучения.</p> <p>Твердотельные лазеры, типы, особенности устройства, основные характеристики, области применения.</p> <p>Газовые лазеры, устройство и принципы работы. Атомные, ионные, молекулярные газовые лазеры. Лазеры на самоограниченных переходах, эксимерные лазеры. Области применения газовых лазеров.</p> <p>Фотоэлектрические явления и излучательная рекомбинация в полупроводниках. Полупроводниковые лазеры, типы, особенности устройства, основные характеристики, области применения.</p> <p>Жидкостные лазеры, типы, особенности устройства, основные характеристики, области применения.</p> <p>Исторические этапы развития оптической электроники. Взаимодействие электромагнитного излучения с атомными системами и твердыми телами. Физические основы оптоэлектроники.</p> <p>Элементы оптоэлектронных устройств. Источники излучения, полупроводниковые лазеры, светоизлучающие диоды. Фотоприемники. Компоненты оптических схем и световоды. Волоконно-оптические линии связи.</p> <p>Модуляторы, дефлекторы и преобразователи электрических сигналов. Оптические методы обработки информации.</p> <p>Оптические характеристики твердых тел. Механизмы оптического поглощения, влияние внешних воздействий на свойства твердых тел. Отображение информации.</p> <p>Оптоэлектронные датчики и преобразователи. Оптические запоминающие устройства. Основные направления и перспективы развития оптоэлектроники.</p>
--	--	---

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																				Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)									
		Код раздела	Наименование раздела	Всего по разделу (час.)	Всего аудиторной работы (час.)	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Всего (час.)	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)												Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)							Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)							
										Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/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 иностр. языке*	Перевод инояз. литературы	Курсовая работа	Курсовой проект*	Всего (час.)					Контрольная работа*	Коллоквиум*					
P1	Кристаллические твердые вещества	8	4	4			4	4	4																				Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю				
P2	Основы кристаллографии и кристаллохимии	20	6	6			14	6	6																											
P3	Методы исследования твердого тела	91	35	12	6	17	56	56	12	8	36																									
P4	Основы зонной теории твердого тела	22	10	4	6		12	12	4	8																										
P5	Нanomатериалы. Nаноструктуры. Диффузия. Спекание	22	8	4	4		14	8	4	4																										
P6	Физические основы полупроводниковой электроники	13	5	4	1		8	6	4	2																										
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	176	68	34	17	17	108	92	34	22	36	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0					
	Всего по дисциплине (час.):	180	68				112															В т.ч. промежуточная аттестация						4	0	0	0					

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.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)					
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар, занятие	Лабораторное занятие	И/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 иностр. языке*	Перевод инояз. литературы	Курсовая работа	Курсовой проект*	Всего (час.)			Контрольная работа*	Коллоквиум*			
P7	Полупроводниковые переходы и контакты	56	28	16	12	28	20	10	10			6	1										2	1		Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю	
P8	Твердотельная электроника и микроэлектроника	121	62	18	10	34	59	12	12	33												2	1							
P9	Квантовая и оптическая электроника	57	29	17	12	28	22	12	10			6	1																	
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	234	119	51	34	34	115	99	34	32	33	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	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.)
РЗ	1	Рентгенофазовый анализ	4
РЗ	2	Электронная дифракция	2
РЗ	3	Растровая электронная микроскопия	4
РЗ	4	Сканирующая зондовая микроскопия	4
РЗ	5	Дифференциальный термический анализ и термогравиметрия	3
Р8	6	Исследование зависимости сопротивления реальных проводников от их геометрических параметров и удельных сопротивлений	4
Р8	7	Исследование статических характеристик полупроводниковых диодов	4
Р8	8	Исследование статических характеристик стабилизаторов	4
Р8	9	Исследование статических характеристик и параметров биполярного транзистора	6
Р8	10	Исследование схем выпрямления и стабилизации напряжения	6
Р8	11	Исследование характеристик и параметров усилительных каскадов на биполярных транзисторах	6
Р8	12	Исследование статических характеристик и параметров полевого транзистора	4

Всего: 51

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
РЗ	1	Растровая электронная микроскопия (РЭМ) и рентгеноспектральный микроанализ (РСМА), Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) и дифракция электронов (электронография). Силовая туннельная микроскопия (СТМ) (решение задач)	2
РЗ	2	Термический анализ	2
РЗ	3	Спектральные методы исследования твердых тел	2
Р4	4	Основы зонной теории твердого тела	2
Р4	5	Физические свойства кристаллов и методы их определения. Электрические свойства тел. Основные свойства металлов	2
Р4	6	Магнитные свойства твердых тел	2
Р4	7	Сверхпроводимость	2
Р5	8	Наноматериалы. Наноструктуры	2
Р5	9	Диффузия. Спекание	2
Р6	10	Статистика электронов в твердом теле (решение задач)	7

P7	11	Контактная разность потенциалов (решение задач)	8
P8	12	Термоэлектронная эмиссия (решение задач)	10
P9	13	Фотоэлектронная эмиссия (решение задач)	8
Всего:			51

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

- Описание кристаллического состояния полупроводниковых структур (ДР1);
- Изучение возможностей аттестационных мероприятий для нанокристаллических систем (ДР2);
- Определение квантового выхода катода (ДР3);
- Расчет фотопроводимости по данным прямых электрофизических исследований (ДР4).

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)

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

- Взаимосвязь кристаллографических и кристаллохимических характеристик с дефектностью и их отражение на данных рентгенографии (КР1);
- Расчет концентрации свободных электронов в металле (КР2);
- Расчет контактной разности потенциалов (КР3);
- Определение высоты потенциального барьера, создаваемого объемным электронным зарядом вблизи поверхности катода (КР4).

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	*				*							

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. Протасов Ю.С. Твердотельная электроника: учебное пособие для студентов вузов / Ю.С. Протасов, С.Н. Чувашев. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. – 480 с.
2. Павлов П.В. Физика твердого тела: учебник для студентов вузов / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. – 3-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2000. – 494 с.
3. Кнотько А.В. Химия твердого тела: учебное пособие для студентов / А.В. Кнотько, И.А. Пресняков, Ю.Д. Третьяков. – Москва: Академия, 2006. – 304 с.
4. Фахльман Б.Д. Химия новых материалов и нанотехнологии: учебное пособие / Б.Фахльман; пер. с англ. Д.О. Чаркина, В.В. Уточниковой; под ред. Ю.Д. Третьякова, Е.А. Гудилина. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 464 с.

5. Петров А.Н. Твердые материалы. Химия дефектов. Структура и свойства твердых тел: учебное пособие для вузов / А.Н. Петров. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008. – 168 с.
6. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: учебное пособие для вузов / И.П. Степаненко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Лаборатория Базовых Знаний, 2000. – 488 с.
7. Брандон Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля: учебное пособие для студентов / Д. Брандон, У. Каплан; пер. с англ. под ред. С.Л. Баженова, с доп. О.В. Егоровой. – М.: Техносфера, 2004. – 384 с.
8. Гусев В.Г. Электроника и микропроцессорная техника: учебник для студентов вузов / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2004. – 790 с.
9. Рыков С.А. Сканирующая зондовая микроскопия полупроводниковых материалов и наноструктур: учебное пособие для вузов / С.А. Рыков; общ. ред. В.И. Ильина, А.Я. Шика. – СПб.: Наука, 2001. – 52 с.
10. Марков В.Ф. Материалы современной электроники: учебное пособие для студентов / В.Ф. Марков, Х.Н. Мухамедзянов, Л.Н. Маскаева; под общ. ред. В. Ф. Маркова. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014. – 272 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Воронков Э.Н. Твердотельная электроника: учебное пособие для студентов вузов / Э.Н. Воронков, А.М. Гуляев, И.Н. Мирошникова, Н.А. Чарыков. – Москва: Академия, 2009. – 320 с.
2. Епифанов Г.И. Твердотельная электроника: учебник для вузов / Г.И. Епифанов, Ю.А. Мома. – М.: Высшая школа, 1986. – 303 с.
3. Ярославцев А.Б. Химия твердого тела: монография / А.Б. Ярославцев. – Москва: Научный Мир, 2009. – 328 с.
4. Павлов С.В. Типовые задачи по химии твердого тела. Рентгенография: Методическое пособие / С.В. Павлов, Е.В. Болдырева. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 1998. – 64 с.
5. Вест А.Р. Химия твердого тела. Теория и приложения: в 2 ч. Пер. с англ. Ч.1 / А.Р. Вест. – М.: Мир, 1988. – 556 с.
6. Вест А.Р. Химия твердого тела. Теория и приложения: в 2 ч. Пер. с англ. Ч.2 / А.Р. Вест; под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Мир, 1988. – 334 с.
7. Фистуль В.И. Физика и химия твердого тела: учебник для вузов: в 2 т. Т.1 / В.И. Фистуль. – М.: Metallurgia, 1995. – 480 с.
8. Фистуль В.И. Физика и химия твердого тела: учебник для вузов: в 2 т. Т.2 / В.И. Фистуль. – М.: Metallurgia, 1995. – 320 с.
9. Епифанов Г.И. Физика твердого тела: учебное пособие / Г.И. Епифанов. – 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2010. – 288 с.
10. Сальников А.Н. Основы физики твердого тела. Идеальные кристаллы: учебное пособие / А.Н. Сальников, С.Г. Сестрин, Е.И. Дмитриева; под общ. ред. А.Н. Сальникова. – Саратов: Б. и., 1998. – 80с.
11. Сысоев А.Н. Физика твердого тела: лабораторный практикум: учебное пособие для вузов: в 2 ч. Ч.2. Физические свойства твердых тел / А.Н. Сысоев, М.Ю. Грязнов, В.Н. Чувильдеев и др.; под ред. А.Ф. Хохлова. – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2001. – 484 с.
12. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель; пер. с англ. А.А. Гусева, А.В. Пахнева; под общ. ред. А.А. Гусева. – Москва: Наука, 1978. – 791 с.
13. Жеребцов И.П. Основы электроники / И.П. Жеребцов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.
14. Росадо Л. Физическая электроника и микроэлектроника / Л. Росадо; пер. с исп. С.И. Баскакова; под ред. В.А. Терехова. – Москва: Высшая школа, 1991. – 350 с.

15. Панфилов Д.И. Электротехника и электроника: электронный ресурс: лаборатория на компьютере: в 2-х т. Т.1. Электротехника / Д.И. Панфилов, В.С. Иванов, И.Н. Чепурин. – М.: Изд-во МЭИ, 2004. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – (Электронная книга).
16. Скаржепа В.А. Электроника и микросхемотехника: лабораторный практикум: учебное пособие для вузов / В.А. Скаржепа, А.А. Новацкий, В.И. Сенько; под ред. А.А. Краснопрошиной. – Киев: Выща школа, 1989. – 279 с.
17. Смит Р.А. Полупроводники: пер. с англ. / Р.А. Смит; под ред. Н.А. Пенина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Мир, 1982. – 558 с.
18. Батушев В.А. Электронные приборы: учебник для вузов / В.А. Батушев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1980. – 383 с.
19. Тугов Н.М. Полупроводниковые приборы: учебник для вузов / Н.М. Тугов, Б.А. Глебов, Н.А. Чарыков; под ред. В.А. Лабунцова. – Москва: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
20. Суздаев И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. – изд. 2-е, испр. – Москва: ЛИБРОКОМ, 2009. – 592 с.
21. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы / А.И. Гусев, А.А. Ремпель. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2000. – 224 с.
22. Гусев А.И. Нестехиометрия, беспорядок, ближний и дальний порядок в твердом теле / А.И. Гусев. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 856 с.
23. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – Изд. 2-е, испр. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 416 с.
24. Шаскольская М.П. Кристаллография: учебное пособие / М.П. Шаскольская. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1984. – 375 с.
25. Дикарева Р.П. Введение в кристаллофизику. Избранные вопросы: учебное пособие для студентов вузов / Р. П. Дикарева. – Новосибирск: НГТУ, 2006. – 239 с.
26. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников: учебное пособие для вузов / под ред. В.М. Глазова. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 1982. – 528 с.
27. Ковба Л.М. Рентгенофазовый анализ / Л.М. Ковба, В.К. Трунов. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – Москва: Издательство Московского университета, 1976. – 231 с.
28. Гитцевич А.В. Полупроводниковые приборы. Диоды высокочастотные, импульсные, оптоэлектронные приборы: справочник / А.В. Гитцевич, А.А. Зайцев, В.В. Мокряков и др.; под ред. А.В. Голомедова. – 2-е изд., стер. – М.: КУБК-а, 1997. – 592 с.
29. Зайцев А.А. Полупроводниковые приборы. Транзисторы средней и большей мощности: справочник / А.А. Зайцев, А.И. Миркин, В.В. Мокряков и др.; под ред. А.В. Голомедова. – 3-е изд., стер. – М.: КУБК-а, 1995. – 640 с.
30. Гитцевич А.В. Полупроводниковые приборы. Диоды выпрямительные, стабилитроны, тиристоры: справочник / А.В. Гитцевич, А.А. Зайцев, В.В. Мокряков и др.; под ред. А.В. Голомедова. – М.: Радио и связь, 1989. – 528 с.

9.2. Методические разработки

УМК № 4676 <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>

9.3. Программное обеспечение

1. Операционная система Microsoft Windows;
2. Microsoft Office в составе Word, Excel.

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. Интеллектуальная поисковая система Нигма.РФ . режим доступа: <http://www.nigma.ru>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Оборудование, необходимое для проведения практикума, включая в себя рентгеновские аппараты различного типа и конструкции, растровый электронный микроскоп с возможностью выполнения энерго-дисперсионного анализа и сканирующий туннельный мультимикроскоп, для определения топографических особенностей материалов электронной техники, оптоэлектроники и сенсорики. Также необходимо использование компьютеров и проектора для проведения лекционных, практических занятий и выполнения расчетных лабораторных работ.

Компьютерный класс (12 компьютеров)

Методические пособия (в том числе электронные варианты) и методические указания к лабораторным работам.

Лабораторный практикум с соответствующими приборами и установками для проведения лабораторных работ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Основы твердотельной электроники»

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>Посещаемость</i>	<i>V, 1–8</i>	<i>20</i>
<i>Ведение конспекта</i>	<i>V, 1–8</i>	<i>20</i>
<i>Домашняя работа 1</i>	<i>V, 8–16</i>	<i>30</i>
<i>Домашняя работа 2</i>	<i>V, 9–16</i>	<i>30</i>
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 – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещаемость</i>	<i>V, 8–16</i>	<i>20</i>
<i>Решение задач</i>	<i>V, 8–16</i>	<i>20</i>
<i>Контрольная работа 1</i>	<i>V, 1–8</i>	<i>30</i>
<i>Контрольная работа 2</i>	<i>V, 8–16</i>	<i>30</i>
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>Подготовка к лабораторной работе</i>	<i>V, 8–16</i>	<i>30</i>
<i>Выполнение лабораторной работы</i>	<i>V, 8–16</i>	<i>20</i>
<i>Подготовка отчетов по лабораторной работе</i>	<i>V, 8–16</i>	<i>20</i>
<i>Защита отчетов по лабораторной работе</i>	<i>V, 8–16</i>	<i>30</i>
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>Посещаемость</i>	<i>VI, 1–16</i>	<i>20</i>
<i>Домашняя работа 1</i>	<i>VI, 1–8</i>	<i>40</i>
<i>Домашняя работа 2</i>	<i>VI, 9–16</i>	<i>40</i>
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 – 0,2		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Посещаемость</i>	<i>VI, 1–16</i>	<i>20</i>
<i>Активность</i>	<i>VI, 1–16</i>	<i>20</i>
<i>Контрольная работа 1</i>	<i>VI, 1–8</i>	<i>30</i>
<i>Контрольная работа 2</i>	<i>VI, 9–16</i>	<i>30</i>
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>Подготовка к лабораторной работе</i>	<i>VI, 8–16</i>	<i>30</i>
<i>Выполнение лабораторной работы</i>	<i>VI, 8–16</i>	<i>20</i>
<i>Подготовка отчетов по лабораторной работе</i>	<i>VI, 8–16</i>	<i>20</i>
<i>Защита отчетов по лабораторной работе</i>	<i>VI, 8–16</i>	<i>30</i>
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 5	0,5
Семестр 6	0,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
к рабочей программе дисциплины
«Основы твердотельной электроники»

**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.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
к рабочей программе дисциплины
«Основы твердотельной электроники»

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. Изобразить пространственную фигуру (варианты: ромбоэдр, правильный тетраэдр, октаэдр и др.); показать на ней все возможные элементы симметрии с указанием порядка плоскостей, осей и инверсий.
2. Определить рентгенографическую плоскость, количество частиц, если известна пикнометрическая плоскость и параметры ячейки. Определить незанятый объем кристаллической решетки для различных соединений (варианты соединений: β – Bi_2O_3 (тетрагонал.); EuF_2 (куб.) и др.).

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрены.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Основные цели и задачи физической химии твердого тела. Методы изучения твердого тела – экспериментальные и теоретические.
2. Кристаллические твердые вещества. Классификация твердых веществ.
3. Основы кристаллографии Кристаллические решетки. Понятие кристаллической решетки. Симметрия кристалла. Элементы и операции симметрии I рода.

4. Решетки Браве. Факторы симметрии элементарной ячейки.
5. Кристаллохимия Основные типы кристаллических решеток. Типы плотных упаковки (гексагональная плотная упаковка, кубическая плотная упаковка).
6. Октаэдрические и тетраэдрические пустоты. Ближний и дальний порядок. Характеристика фаз с точки зрения ближнего и дальнего порядка.
7. Дефекты кристаллической решетки. Дефекты I рода. Дефекты II рода.
8. Рентгенофазовый анализ порошков. Дифракция рентгеновского излучения. Вывод уравнения Лауэ. Уравнение Вульфа – Брэгга.
9. Выбор основных параметров съемки. Приготовление образцов. Съемка дифрактограмм. Метод Брентано.
10. Идентификация вещества по межплоскостным расстояниям. Критерии правильности индцирования.
11. Обратная решетка. Индцирование рентгенграмм кубических веществ.
12. Переход от кубической ячейки к гексагональной. Таблицы Михеева и расщепления линий при искажении.
13. Источники ошибок в определении межплоскостных расстояний.
14. Определение размеров кристаллитов и микронапряжений. Разложение размытой линии на компоненты дублета.
15. Растровая электронная микроскопия (РЭМ) и рентгеноспектральный микроанализ (РСМА). Типы сигналов в растровом электронном микроскопе. Подготовка объектов для исследования методом РСМА. Области применения РСМА.
16. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ) и дифракция электронов (электроннография). Схема электронной оптики ПЭМ. Подготовка образцов для ПЭМ.
17. Силовая туннельная микроскопия (СТМ). Принцип работы туннельного микроскопа. Области использования туннельной микроскопии.
18. Дифференциально-термический анализ (ДТА). Приборы для проведения ДТА. Применение ДТА. Построение фазовых диаграмм с использованием ДТА
19. ИК-спектроскопия. Спектроскопия видимого излучения и УФ-спектроскопия.
20. ЯМР-спектроскопия. Спектроскопия ЭПР. Электронная спектроскопия. ЭСХА. РФС. Оже-спектроскопия. Ядерная гамма – резонансная (мессбауэровская) спектроскопия.
21. Спектроскопия комбинационного рассеяния света. Исследование микрокристаллических образцов методом КРС.
22. Основы зонной теории твердого тела. Уравнение Шредингера для твердого тела.
23. Функции Блоха. Зона Бриллюэна.
24. Заполнение зон электронами. Металлы диэлектрики, полупроводники.
25. Электрические свойства тел. Электропроводность. Температурная зависимость электропроводности.
26. Электропроводность металлов.
27. Проводимость полупроводников.
28. Электропроводность диэлектриков.
29. Магнитные свойства твердых тел. Классификация магнетиков.
30. Ферромагнетики. Парамагнетики.
31. Сверхпроводимость. ВТСП – высокотемпературная сверхпроводимость.
32. Наноматериалы. Наноструктуры. Способы получения наноматериалов.
33. Метод газофазного синтеза (испарение, конденсация). Плазмохимический синтез.
34. Электровзрыв проводника в газовой атмосфере.
35. Лазерное испарение.
36. Методы компактирования наноматериалов.
37. Механические свойства наноматериалов. Применение наноматериалов.
38. Диффузия. Спекание. Диффузия по границам зерен.
39. Твердофазное спекание. Жидкофазное спекание.
40. Практический пример жидкофазного спекания в вакууме.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

1. Элементы зонной теории твердого тела. Разрешенные и запрещенные зоны. Чем отличаются металл, диэлектрик и полупроводник с точки зрения зонной теории?
2. Кристаллическая решетка твердого тела. Индексы Миллера кристаллографических плоскостей и направлений. Типы связей. Дефекты решетки.
3. Собственный полупроводник. Диаграмма энергетических уровней собственного германиевого (кремниевого) полупроводника.
4. Примесные полупроводники. Доноры и акцепторы.
5. Электронный полупроводник. Диаграмма энергетических уровней германиевого (кремниевого) полупроводника.
6. Дырочный полупроводник. Диаграмма энергетических уровней германиевого (кремниевого) полупроводника.
7. Понятия об основных и неосновных носителях заряда. Генерация и рекомбинация носителей заряда. Концентрация основных и неосновных носителей в собственном и примесном полупроводниках.
8. Распределение носителей по энергии. Статистика Ферми-Дирака. Уровень Ферми.
9. Электропроводность полупроводника. Дрейф, диффузия, подвижность носителей.
10. Диффузионные и дрейфовые токи в полупроводниках.
11. Положение уровня Ферми в собственном и примесном полупроводниках. Зависимость положения уровня Ферми от концентрации примеси и температуры. Вырожденные и невырожденные полупроводники.
12. Контактная разность потенциалов.
13. Образование электронно-дырочного перехода. Методы формирования. Диаграмма энергетических уровней электронно-дырочного перехода.
14. P-N-переход при подаче прямого напряжения. Явление инжекции основных носителей заряда. Диаграмма энергетических уровней.
15. P-N-переход при подаче обратного напряжения. Явление экстракции неосновных носителей заряда. Диаграмма энергетических уровней.
16. Вольт-амперная характеристика идеального p-n-перехода. Влияние температуры и ширины запрещенной зоны на вольт-амперную характеристику.
17. Вольт-амперная характеристика реального p-n-перехода.
18. Выпрямительные и импульсные диоды.
19. Физические явления (туннельный эффект, ударная ионизация и т.д.), вызывающие отклонения от идеализированной модели.
20. Обращенные и туннельные диоды.
21. Виды пробоя в электронно-дырочном переходе.
22. Туннельный и лавинный пробой обратно смещенного p-n перехода. Стабилитрон и стабилстор.
23. Инерционные свойства перехода. Барьерная и диффузионная емкости. Эквивалентная схема p-n перехода.
24. Варикапы.
25. Работа выхода электронов.
26. Образование контакта металл-полупроводник. Диаграмма энергетических уровней омического контакта металл-полупроводник.
27. Образование контакта металл-полупроводник. Диаграмма энергетических уровней выпрямительного контакта металл-полупроводник. Диоды Шоттки.
28. Физические процессы в контактах полупроводников с различной шириной запрещенной зоны (гетеропереходах). Диаграмма энергетических уровней в состоянии равновесия и при подаче напряжения.
29. Фотоэлектрические явления в полупроводниках и переходах. Фотопроводимость и фотогальванический эффект.
30. Фотодиод.

31. Термоэлектрические явления в полупроводниках. Эффект Зеебека.
32. Термоэлектрические явления в полупроводниках. Эффект Пельтье.
33. Гальваномагнитный эффект Холла.
34. Электронная эмиссия. Виды электронной эмиссии.
35. Понятие о плазме и электрическом разряде в газе.
36. Физические процессы в электровакуумных, газоразрядных и индикаторных приборах.
37. Классификация приборов по функциональному назначению, используемым физическим явлениям, технологии изготовления, виду рабочей среды, по виду энергии, действующей на входе и выходе прибора.
38. Светодиоды. Индикаторы на светодиодах.
39. Инфракрасные диоды.
40. Графоаналитический расчет параметров диодов.

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

ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Модуль Физико-химические основы материалов современной электроники	Коды модуля 1115427
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 Мино- брнауки 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	

Руководитель модуля

Т.А. Алексеева

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

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

А.Б. Даринцева

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Основы инженерного творчества» имеет целью обучение студентов методам технического творчества, необходимым для решения задач технической реконструкции, создания новой техники и технологии. Продуктом технического творчества является новый технический объект как воплощение изобретений, усовершенствований, приспособлений и как результат разрешения разных технических противоречий. Задачами дисциплины являются: изучение этапов творческой деятельности, которые отличаются характером технических противоречий, уровнем технических задач, условиями, средствами и способами их реализации, формами творчества, уровнями новизны и т.д.; изучение проблемных ситуаций и составление моделей задач; поиск идей решения изобретательских задач с использованием теории решения изобретательских задач.

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 осуществлять регламентную проверку технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организацию профилактических осмотров и текущего ремонта (ДПК-2-ТОП2);
- способность разрабатывать инструкции по эксплуатации оборудования и по программам испытаний (ДПК-3-ТОП2).

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать: терминологию инженерного творчества; методы и приемы проведения творческой инженерной работы; теорию решения изобретательских задач; приемы ускорения изобретательской работы и научных исследований.

Уметь: разрабатывать однозвенные и многозвенные формулы изобретения при объекте изобретения – устройстве (конструкция); составлять описание и разработку формулы изобретения при объекте изобретения – устройстве (схемы; способ); составлять вспомогательные материалы и чертежи для оформления заявки на изобретение; разрабатывать и изготавливать макет (модель) предложенного технического решения; проводить экспертизу по заявке на изобретение.

Владеть: навыками по выполнению чертежей по техническому решению; составлению описания изобретения; составлению описания изобретения при объекте изобретения – устройстве; разработки, формулы изобретения при объекте изобретения – способ; разработки и изготовлению макета (модели); проведению экспертизы по заявке на изобретение.

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
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	Основные понятия и определения инженерного творчества	Проблемы инженерного творчества. Требования к результатам технического творчества.
P2	Развитие, методологические основы и проведение научно-технического инженерного исследования и эксперимента	Творческий механизм инженерного творчества. Научно-технический прогресс и основные направления его развития. Информационный и демографический взрыв и его последствия. Исследовательские задачи в энергетике. Сущность инженерного творчества, его особенности. Черты характера исследователя и его особенности. Творческое мышление. Инженер и его роль в научно-производственном цикле. Основные законы производственного процесса. Общие посылы методологии инженерного исследования Теоретические и экспериментальные инженерные исследования. Основные определения методологии инженерного исследования (наука, теория, методология, наблюдение, эксперимент, производственная деятельность, научный закон). Основные методы проведения инженерных исследований. Сравнение и измерение. Индукция и дедукция. Анализ и синтез. Научные гипотезы. Абстракция и обобщение. Моделирование. Системный подход и системный анализ. Законы и формы мышления (понятие, суждение, отрицание, конъюнкция, дизъюнкция, импликация суждений). Основные процессы инженерного исследования. Технология инженерного исследования. Постановка задачи и план исследования. Требования к теме инженерного исследования. Определение задачи и идеи исследования. Методика исследования. Экономическая эффективность темы. Информационный поиск. Источники научно-технической информации. Схема поиска необходимой литературы в технической библиотеке. Рациональные методы подбора, изучения, обработки и систематизации информационных материалов по теме инженерного исследования. Порядок накопления научных фактов, их анализ и обобщение. Подготовка и проведение инженерного

		эксперимента. Обработка результатов исследования. Стратегия, трудности и основы успеха исследования.
РЗ	Развитие и проведение изобретательского инженерного творчества	Развитие изобретательского творчества. Метод проб и ошибок. Методы активизации творческого поиска. Административные, технические, физические противоречия при техническом творчестве. Законы развития технических систем. Алгоритм решения инженерных изобретательских задач. Основные приемы и механизмы устранения противоречий при техническом творчестве. Переход к теории решения изобретательских задач как технологии совершенствования инженерного творчества. Этапы решения задач в теории решения изобретательских задач. Основные принципы организации творческого процесса.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

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

Код раздела	Наименование раздела	Аудиторные занятия (час.)					Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий																																							
		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.)	Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (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	Основные понятия и определения инженерного творчества	3	2	2		1	1	1																																						
P2	Развитие, методологические основы и проведение научно-технического инженерного исследования и эксперимента	54	27	18	9	27	13	9	4		12			1									2	1																						
P3	Развитие и проведение изобретательского инженерного творчества	47	22	14	8	25	11	7	4		12			1									2	1																						
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации:	104	51	34	17	0	53	25	17	8	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0																					
	Всего по дисциплине (час.):	108	51			57																																								
																						В т.ч. промежуточная аттестация					4	0	0	0																

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.2. Практические занятия

Для очной формы обучения

Код раздела	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P2	1	Ознакомление с новыми техническими идеями и выбор направления для разработки технического решения. Изучение принципов патентно-информационного исследования	2
P2	2	Разработка однозвенной формулы изобретения при объекте изобретения - устройство (конструкция). Разработка многозвенной формулы изобретения при объекте изобретения - устройство (конструкция)	2
P2	3	Составление описания изобретения при объекте изобретения. – устройство. Разработка формулы изобретения при объекте изобретения – устройство (схема)	2
P2	4	Разработка, формулы изобретения при объекте изобретения – способ. Составление описания изобретения при объекте изобретения – способ	2
P2	5	Составление вспомогательных материалов для оформления заявки на изобретение	1
P3	6	Выполнение чертежей по техническому решению по идее студента. Выбор аналогов и прототипа изобретения по идее студента. Разработка первого варианта формулы изобретения	2
P3	7	Составление описания изобретения по идее студента. Корректировка формулы изобретения по идее студента	2
P3	8	Составление вспомогательных материалов к заявке на изобретение по идее студента. Разработка и изготовление макета (модели) по предложенному студентом техническому решению	2
P3	9	Проведение экспертизы по заявке на изобретение	2

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. Наука как непрерывно развивающаяся система знаний объективных законов природы и их взаимодействия с человеком.
2. Продукты инженерного творчества.
3. Исследовательский процесс и характеристика его составных элементов.
4. Эксперимент как элемент моделирования технологических процессов и его место в современной науке.
5. Математическое планирование эксперимента. Различные виды планов. Выбор рационального плана.

6. Принципы построения матриц полного и дробного факторного экспериментов.
7. Задачи, решаемые методами планирования эксперимента.
8. Реализация опытов и первичная обработка экспериментальных данных с целью выявления грубых ошибок и оценки воспроизводимости результатов измерений.
9. Классификация ошибок измерений.
10. Обработка результатов измерений с применением современных средств статистического анализа. Дисперсионный анализ.
11. Использование метода наименьших квадратов для поиска уравнений регрессии. Анализ значимости коэффициентов уравнения регрессии и проверка его адекватности экспериментальным данным.
12. Комплекс задач, решаемых на основе анализа регрессионного уравнения.
13. Математическое моделирование и оптимизация в инженерном творчестве.
14. Оформление и представление результатов инженерного творчества в виде письменных работ.
15. Использование физико-химических методов исследования для решения научных и производственных задач в технологии сахаристых веществ.
16. Новая жизнь старых идей (примеры того, как старые забытые идеи находят воплощение в новой интерпретации).
17. Работа с патентно-технической документацией.
18. Постановка изобретательских задач и методы их решения.
19. Теория и алгоритмы решения изобретательских задач.
20. Эвристические методы технического творчества.
21. Роль интуиции и логического мышления в познании.

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

Исследовательский процесс и характеристика его составных элементов.

Постановка изобретательских задач и методы их решения.

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	*	*		*	*							

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. Рыжков И.Б. Основы научных исследований и изобретательства: учебное пособие для студентов вузов / И.Б. Рыжков. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012. – 224 с.
2. Космин В.В. Основы научных исследований (общий курс): учебное пособие / В.В. Космин. – 2-е изд. – Москва: ИНФРА-М: РИОР, 2014. – 214 с.

9.1.2. Дополнительная литература

1. Дружилов С.А. Защита профессиональной деятельности инженеров: учебное пособие / С.А. Дружилов: учебное пособие / С.А. Дружилов. – Москва: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2013. – 176 с.
2. Адамс Д.Л. Разблокируй свой разум. Техника поиска оригинальных решений сложных проблем и генерации гениальных идей / Джеймс Л. Адамс; пер. с англ. и ред. В.С. Наливайко. – 4-е изд. – Москва: Эксмо, 2008. – 352 с.
3. Кукалев С.В. Правила творческого мышления, или тайные пружины ТРИЗ: учебное пособие / С.В. Кукалев. – Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014. – 416 с.
4. Шустов М.А. Методические основы инженерно-технического творчества: монография / М.А. Шустов. – Москва: ИНФРА-М, 2015. – 128 с.
5. Глебов И.Т. Методы технического творчества: учебное пособие / И.Т. Глебов. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2016. – 112 с.

6. Михелькевич В.Н. Основы научно-технического творчества: учебно-методическое пособие для вузов / В.Н. Михелькевич, В.М. Радомский. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. – 320 с.
7. Орлов М.А. Основы классической ТРИЗ. Практическое руководство для изобретательного мышления / М.А. Орлов. – 2-е изд. – М.: Солон-Пресс, 2006. – 431 с.
8. Белый И.В. Основы научных исследований и технического творчества: учебное пособие для вузов / И.В. Белый, К.П. Власов, В.Б. Клепиков. – Харьков: Выща школа, Издательство при Харьковском университете, 1989. – 199 с.
9. Пигоров Г.С. Интенсификация инженерного творчества. Потребности, методы, формы организации / Г.С. Пигоров, Ю.Н. Таран, Б.П. Бельгольский. – М.: Профиздат, 1989. – 188 с.
10. Голдовский Б.И. Рациональное творчество / Б.И. Голдовский, М.И. Вайнерман. – Москва: НТК Метод, 1990. – 118 с
11. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.

9.2. Методические разработки

Не используются.

9.3. Программное обеспечение

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

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. Электронная справочно-информационная система «Химический ускоритель». Иркутский государственный университет. Режим доступа: <http://www.chem.isu.ru/leos/>
10. 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
11. Поисковая система по химии CWM Global Search. Химико-технологический факультет СамГТУ. Режим доступа: <http://chem.samgtu.ru/node/79>
12. Каталог изданий по физической химии в Свердловской электронной библиотеке по химии и технике. Режим доступа: <http://rushim.ru/books/physchemie/physchemie.htm>
13. Химик.ру – сайт о химии. Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/bse/3009.html>
14. Алхимик. Сайт кафедры неорганической химии МИТХТ им. М.В. Ломоносова. Режим доступа: <http://www.alhimik.ru/>
15. Физическая химия. Аннотированная библиографическая / методические указания для самостоятельной работы. Степановских Е.И. [Электронный ресурс]: Екатеринбург: Образовательный портал УГТУ-УПИ. 2007. Режим доступа: http://study.ustu.ru/view/aid_view.aspx?AidId=6727.
16. Справочные материалы для выполнения домашних заданий, контрольных и курсовых работ приведены в УМК Д 4421; УМК-Д 4465 и др. [Электронный ресурс]: Екатеринбург: Образовательный портал УГТУ-УПИ. 2007. Режим доступа: <http://study.ustu.ru/>

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Лекционная аудитория, оборудованная средствами электронной презентации.

Компьютерный класс для проведения тестирования студентов и выполнения ими расчётных заданий.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
к рабочей программе дисциплины
«Основы инженерного творчества»

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
<i>Посещение лекций</i>	VII, 1-16	20
<i>Реферат 1</i>	VII, 6	40
<i>Реферат 2</i>	VII, 12	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0,7		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет.		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,3		
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
<i>Посещение практических занятий</i>	VII, 1-16	20
<i>Контрольная работа 1</i>	VII, 10	40
<i>Контрольная работа 2</i>	VII, 15	40
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
«Основы инженерного творчества»

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.

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. Рассмотрите проблему исследования морфологических особенностей наноразмерных объектов. Определите, какие критерии оценки применяются к данным объектам? Какие исследовательские методы могут быть использованы и порядок их применения? Напишите краткий литературный обзор по наноразмерным объектам, приведите классификацию и методы их исследования.
2. Сформулируйте цель и составьте алгоритм решения исследовательской задачи по получению коллоидных квантовых точек сульфида свинца химическими методами (размер 3.5 и 9 нм) с привлечением современных методик анализа.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы Не предусмотрены.

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Продукты инженерного творчества.
2. Элементы, составляющие научно-исследовательский процесс.
3. Понятия: эксперимент, опыт, фактор, выходной параметр, уровень фактора, область определения фактора, факторное пространство.
4. Роль эксперимента в научном познании.
5. Основы организации эксперимента. Правила выбора факторов.
6. Математическое планирование эксперимента. Виды планов. Выбор рационального пла-

на.

7. Реализация опытов.

8. Обработка экспериментальных данных. Выявление грубых ошибок. Определение доверительного интервала.

9. Дисперсионный и регрессионный анализы.

10. Оформление и представление результатов НИР.

11. Постановка изобретательских задач. Выявление достоинств и недостатков технических решений.

12. Методы решения изобретательских задач. Эвристические методы технического творчества.

13. Основы работы с патентно-технической документацией.

14. Защита интеллектуальной собственности.

15. Психологическая сторона творческого процесса. Формирование качеств творческой личности.

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.